O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

“YARIMO‘TKAZGICHLAR

FIZIKASI VA ULAR ASOSIDAGI QURILMALARNING

ZAMONAVIY MUAMMOLARI”

MAVZUSIDAGI

RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY ANJUMANI

TO’PLAMI

2-SHO‘BA: YARIMO‘TKAZGICH ASOSIDAGI YANGI TURDAGI MUQOBIL ENERGIYA MANBALARI

Namangan, 2023-yil.

QO’MITA A’ZOLARI

B.S. Yuldashev	**Rais, akademik, O’zR Fanlar Akademiyasi prezidenti**
I.Y. Abduraxmonov	**Rais o’rinbosari, O’zR Oliy ta’lim, Fan va Innovatsiyalar vaziri**
S.T. Turg’unov	**rektor. prof.(NamDU)**
O.O. Mamatkarimov	**rektor. prof.(NamMTI)**
Sh.T. Ergashev	**rektor. prof.(NamMQI)**
S.A. Baxramov	**akademik (O’zR FA PLTI)**
S.Z. Zaynobiddinov	**akademik (AndDU)**
A.T. Mamadalimov	**akademik (O’zMU)**
R.A. Muminov	**akademik (O’zR FA FTI)**
X.K. Olimov	**f.-m. f.d., prof. (O’zR FA FTI)**
I.A. Sadiqov	**f.-m.-f.d., prof. (O’zR FA IYaF)**
X.B. Ashurov	**f.-m. f.d., prof. (O’zR FA PLTI)**
G. Gulyamov	**f.-m. f.d., prof.(NamQI)**
R.Ya. Rasulov	**f.-m. f.d., prof. (FarDU)**
P.N. Usmanov	**f.-m. f.d., prof.(NamMTI)**
I.N. Karimov	**f.-m. f.d., prof. (AndDU)**
U.M. Turdaliev	**f.-m. f.d., prof. (AndDU)**
N.F. Zikrillaev	**f.-m. f.d., prof. (TDTU)**
R. Ikramov	**f.-m. f.d., prof. (NamMTI)**
SH.K. Nematov	**f.-m. f.d., prof. (TDTU)**
E.Z. Imamov	**f.-m. f.d., prof. (TATU)**
M.G’. Dadamirzayev	**f.-m. f.d., dots. (NamMQI)**
N. Shariboyev	**f.-m. f.d., dots. (NamMTI)**
U. Erkaboyev	**f.-m. f.d., dots. (NamMTI)**
B.T. Abdulazizov	**f.-m. f.d., dots. (NamDU)**
G’.B. Eshonqulov	**PhD, dots. (O’zMU)**
Q. Umarov	**f.-m. f.d., dots. (НамMTI)**
U.T. Kurbanov	**f.-m. f.d., (O’zRFAYFI)**
Y.V. Yavidov	**f.-m. f.d., prof. (QDPI)**
K.A. Ismaylov	**f.-m. f.d., prof. (QDU)**
H. Qo’chqorov	**f.-m. f.n., dots. (NamDU)**
P. Baymatov	**f.-m. f.n., dots. (NamDU)**
A. Po’latov	**f.-m. f.n., dots. (NamDU)**
U. Boboho’jayev	**f.-m. f.n., dots. (NamDU)**
H. Abdullayev	**f.-m. f.n., dots. (NamMTI)**
X. Mavlyanov	**f.-m. f.n., dots. (NamDU)**
A. Xolmirzayev	**f.-m. f.n., dots. (NamDU)**
I. Zohidov	**f.-m. f.n., dots. (NamDU)**
M. Ergasheva	**f.-m. f.n., dots. (NamDU)**
A. Mamadjonov	**f.-m. f.n. (NamMTI)**
M. Nuriddinova	**f.-m. f.n. (NamMTI)**
S. Boydedayev	**f.-m. F.n. (NamMQI)**
A. Nabiyev	**PhD, dots. (NamDU)**
R. Jalalov	**PhD, dots. (NamDU)**
O. Ismanova	**PhD, dots. (NamDU)**

Sh. Inoyatov	**PhD (NamDU)**
M. Imomov	**PhD (NamDU)**
B. Qo’chqarov	**PhD (NamMTI)**
D. Alijonov	**PhD (NamDU)**
A. Davlatov	**PhD (NamDU)**
O. Yunusov	**O’qituvchi (NamDU)**
A. Karimov	**O’qituvchi (NamDU)**
U. Turdaliyev	**O’qituvchi (NamDU)**
M. Usmanov	**O’qituvchi (NamDU)**
I. Voxobjonov	**O’qituvchi (NamDU)**

TASHKILIY QO‘MITA

1. S.T. Turg‘unov – Namangan davlat universiteti rektori, p.f.d., professor;
2. Sh.N. Ataxanov - Namangan davlat universiteti Ilmiy ishlar va Innovatsiyal bo’yicha prorektor;
3. M. Dadamirzayev – Namangan muhandislik qurilish instituti, f.-m. f. (DSc), dotsent
O.T. Ismanova – Namangan davlat universiteti, Fizika fakulteti dekani, f.-m.f.(PhD), dotsent;
4. B.T. Abdulazizov – Namangan davlat universiteti Fizika kafedrasi mudiri, f.-m.f. (DSc), professor v.b.;
5. Sh.T. Inoyatov– Namangan davlat universiteti Fizika o‘qitish metodikasi kafedrasi mudiri, f.-m.f (PhD);
6. S.R. Boydedayev– Namangan muhandislik qurilish instituti, f.-m. f.n., dotsent
7. P.N. Usmanov– Namangan muhandislik texnologiyalar instituti f.-m. f.d., prof.;
8. A.A. Xolmirzayev– Namangan davlat univesiteti f.-m.f.n., dotsent;
9. U.S. Boboxo‘jayev – Namangan davlat univesiteti f.-m.f.n., dotsent;
10. X.O. Qo‘chqorov - Namangan davlat univesiteti f.-m.f.n., dotsent;
11. I.O. Zoxidov - Namangan davlat univesiteti p.f.n., dotsent;
12. M.A. Ergasheva - Namangan davlat univesiteti f.-m.f.n., dotsent;
14. A.A. Po‘latov - Namangan davlat univesiteti f.-m.f.n., dotsent;
15. P.J. Boymatov - Namangan davlat univesiteti f.-m.f.n., dotsent;
16. A.B. Nabiyev - Namangan davlat univesiteti f.-m.f.(PhD), dotsent;
17. A.B. Davlatov - Namangan davlat univesiteti f.-m.f.(PhD), katta o‘qituvchi;
18. D.A. Alijanov - Namangan davlat univesiteti p.f. (PhD) , katta o‘qituvchi;
19. N. Xolboyeva - Namangan davlat univesiteti, katta o‘qituvchi;
20. J. Soyipov - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi;
21. J. Qalandarov - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi;
22. O. Yunusov - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi;
23. S. To’raboyev - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi;
24. A. Karimov - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi;
25. U. Turdaliyev - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi;
26. M. Usmanov. - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi;
27. I. Voxobjonov - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi;
28. N. Mavlonova - Namangan davlat univesiteti, o‘qituvchi.

Sho’ba raisi: dots. **U.S.Boboxo‘jayev**

Sho’ba kotibi: dots. **O.T.Ismanova**

YARIMO‘TKAZGICH ASOSIDAGI SEZGIR FOTOELEMENTLARDA TIO_2 QALAMLI ISHCHI ELEKTRODNI TAVSIFLARIGA TASHQI OMILLARNING AHAMIYATI.

N.Y.Sharibayev, A.Q.Ergashov
Namangan muhandislik texnologiya instituti[1]
abdurasul.ergashev.85@mail.ru

Yupqa yarimo’tkazgich qatlamga ega fotoanod va kontur elektrodlar haqida batafsil tushuncha keltirilsa Gratzel va uning hamkasblari sezgir bo’yoq tarkibli quyosh elementini ishlashida keskin yaxshilanishlarni tajriba natijalari asosida ko‘rsatdilar. Ular nanokristalli TiO_2 yupqa plyonkali elektroddan foydalangan holda 7-10% samaradorlikni namoyish etdilar va kichik g‘ovakli tuzilishga ega va katta yuza maydonli yangi Ru tarkibli komplekslardan ion-qaytarilish elektrolitlari sifatida foydalandilar. TiO_2 elektrodining o‘tkazuvchanlik diapazoni darajasi va I^-/I^{-3} oksidlanish-qaytarilish potentsiali bilan foydalanish uchun mos kelladi. Tabiiy bo‘yoq va oksidli fotoelektrodlardan dastlab ikki xil SnO_2 va ZnO_2 binar tizimi yuqori haroratda qattiq holatli reaksiya orqali tayyorlangan va fotoanod sifatida ishlatilgan. TiO_2 dan tashqari, uglerod va uning turli xil allotroplari kelajakdagi talabni qondirish uchun sezgir bo’yoq tarkibli quyosh elementida keng qo‘llaniladi va sezgir bo’yoq tarkibli quyosh elementi uchun mukammal material sifatida paydo bo‘ladi. Ba'zi ma'lumotlarga ko‘ra, uglerod nanonaychasini TiO_2 tarkibiga gidrotermal yoki sol-gel usullari bilan kiritish elementning ish faoliyatini sezilarli darajada yaxshilagan [1-2]. Sun va boshqalar TiO_2 fotoanodida grafenni o‘z ichiga olgan sezgir bo’yoq tarkibli quyosh elementlar uchun fotogeneratsiyasini 4,28% ga erishilganini ko‘rsatdi, bu grafensiz bo‘lganidan 59% ga yuqori edi[3]. Sharma va uning jamoadoshlari sof TiO_2 fotoanod o‘rniga o‘zgartirilgan TiO_2 (G-TiO_2) fotoanodidan foydalangan holda birgalikda sezgirlangan quyosh batareyasining samaradorlik qiymatining 7,35 dan 8,15% gacha yaxshilanishini ko‘rsatdi[4].

Yorug’likning turli muhitlardaga kattaliklarini o’rganishda yorug’likda sodir bo’ladigan o’zgarishlarga muhitning ta’sirini o’rganish orqali ko’plab o’rganiliuvchi muhitga doir kattaliklarni tahlil qilish mumkin. Muhitda yorug’likning yutilishini Buger-Lambert qonuni bo’yicha o’rganilsa olingan natijalar tahlilidan samarali foydalanish imkoni tug’iladi[5]. Agar ma'lum hajmda har bir yo’nalish bo’ylab bir nechta optik faol zarrachalar mavjud bo'lsa $\beta_{e,\lambda}^{i}$ va hokazo, keyin optik uzunlikni quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$\tau_\lambda = \sum_i \int_{s_1}^{s_2} \beta_{e\lambda}^{i} ds = \sum_i \int_{s_1}^{s_2} \rho_i k_{e\lambda}^{i} ds = \sum_i \int_{s_1}^{s_2} N_i \sigma_{e\lambda}^{i} ds \quad (1)$$

Yuqorida o’rganilgan (1) ifodalar ma’lum bir yo’nalishda tarqaladigan aniq bir intensivlikga ega nurning tadbig’i uchundir[6]. Kerakli burchak va to'lqin uzunliklarida (yoki chastotalarda) intensivlikning to'liq umumiy taqsimotini elementar yechimni barcha tushayotgan nurlar va barcha to'lqin uzunliklari (yoki chastotalar) uchun takrorlash orqali olish mumkin.

Yupqa qatlamlarni optik hodisalariga asoslanib yarim o’tkazgich materiallarning kattaliklarini o’rganiladi. O’rganiluvchi obekt bir nechta yupqa qatlamlar jamlanmasidan iborat ekanligidan qatlamlarni o’zaro biri-biriga difuzion kirishgan qismlarida fizik va kimyoviy jarayonlarni hossalari bilan birgalikda organish maqsadga muofiqdir. Buger-Lambert-Beer qonuniyatlariga ko’ra

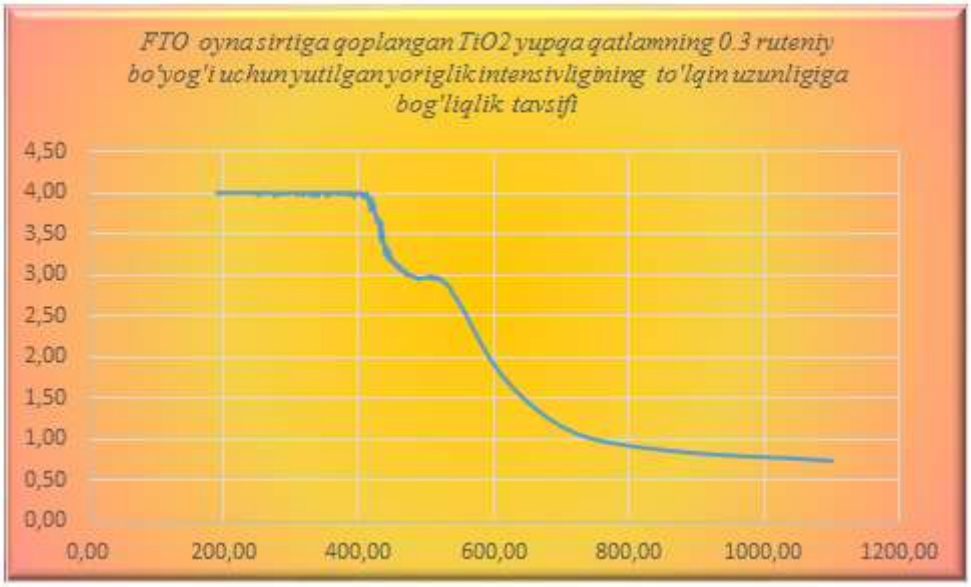
$I = I_o e^{-\alpha d}$ (2) bir nechta matematik qadamlardan ifodalardan foydalanib Taus uslubdan foydalangan holda elektromagnit to’lqining yutilish spektri va taqiqlangan zona kengligini bog’lovchi tenglamasidan foydalanish mumkin[6].

$(\alpha h\nu)^n = k(h\nu - E_g)$ (3), (2-3) ifodalarda o’rganilgan tushunchalar asosida noma’lum namunaning taqiqlangan zona kengligini aniqlash metodini ishlab chiqiladi.

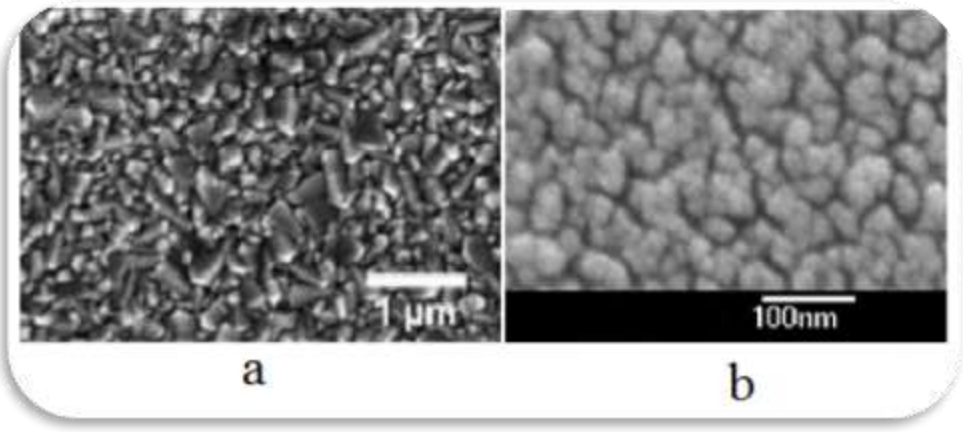
Bugungi kunda fotoelektronnikada tajriba kuzatuv jarayonini osonlashtirganligi bilan xalqaro talab va meyorlarga mos kelgan “Shimadzu1900i” qurilmasida quyidagi avzalliklarni sanab o’tish mumkin.

1. Kerakli λ to’lqun uzunlikdagi yorug’likni avtomatik tanlaydi.
2. Tanlovga mos lampalarni kerakli quvvat bilan mustaqil ishga tushiradi.
3. Yoritilganlikni bir hil qiymatda ushlab tura oladi.
4. Qadamlar ketma ketligini avtomatik ta’minlaydi.
5. Natijalarni tavsifini kompiyuter interfeysida mustaqil chizadi.
6. Tavsif kordinatalarini hujjatga turli formatda raqamli export qiladi.

Zamonaviy qurilmalarda izlanilayotgan natijalarni tez va samarali olish avfzal biroq izlanuvchi uchun olinayotgan nurning to’lqin uzunligini difraksiya qonuni asosida aniqlanishi muhimdir[7].



1-rasm.“Shimadzu 1900i”- qurilmasida FTO oyna sirtiga qoplangan TiO2 yupqa qatlamning 0.3 ruteniy bo'yog'i uchun yutilgan yoriglik intensivligining to'lqin uzunligiga bog'liqlik tavsifi



2-rasm. a. Shisha oyna+FTO (ftor bilan ligerlangan shisha oyna). b.Shisha oyna+FTO +TiO_2

Olingan natijalar asosida yupqa qatlamli ishli elektrodni ish samaradorigini o’rganishda ulratovishdan, harorat va boshqa tashqi omillardan foydalanishning ijobiy va salbiy ta’sirlarini o’rganish uchun tavsiyalar ishlab chiqish imkoniyati vijudga keldi[8]. Yangi avlod quyosh fotoelementlarini ishlab chiqarishda ekologik jihatdan sof va kimyoviy barqaror toksik bo’lmagan materiallardan foydalanish ;bugungi kunning asosiy talablaridandir. Ushbu ishda ko’zda tutilgan asosiy maqsadga erishildi[9]. Ishning kegingi bosqichlarida elektrolit va kontur elektrodlarni takomillashtirish ishlari olib borilishi maqsad qilib belgilab olindi.

Adabiyotlar

1. Lee KM, Hu CW, Chen HW, Ho KC. Incorporating carbon nanotube in a low-temperature fabrication process for dye-sensitized TiO2 solar cells. *Sol Energy Mater Sol Cells.* 2008;92:1628–1633. doi: 10.1016/j.solmat.2008.07.012.

2. Lee W, Lee J, Min SK, et al. Effect of single-walled carbon nanotubes in PbS/TiO2 quantum dots-sensitized solar cells. *Mater Sci Eng B.* 2009;156:48–51. doi: 10.1016/j.mseb.2008.11.014.

3. Sun SR, Gao L, Liu YQ, et al. Enhanced dye-sensitized solar cells using grapheme-Tio2 photoanode prepared by heterogeneous coagulation. *Appl Phys Lett.* 2010;96:083113–083115. doi: 10.1063/1.3318466.

4. Sharma GD, Daphnomili D, Gupta KSV, Gayathri T, et al. Enhancement of power conversion efficiency of dye-sensitized solar cells by co-sensitization of zinc-porphyrin and thiocyanate-free ruthenium(II)-terpyridine dyes and graphene modified TiO_2 photoanode. *RSC Adv.* 2013;3:22412–22420. doi: 10.1039/c3ra42537a.

5. J. Gong and S. Krishnan, *Mathematical modeling of dye-sensitized solar cells*. Elsevier Inc., 2019.

6. G. Matyszczak, S. Sutuła, K. Krawczyk, and K. Woźniak, “Experimental and theoretical study of crystal structure and bandgap of CdBi2S4,” *J. Solid State Chem.*, vol. 305, 2022, doi: 10.1016/j.jssc.2021.122695.

7. I. A. D. S. Areias, L. E. B. Da Silva, E. L. Bonaldi, L. E. D. L. De Oliveira, G. Lambert-Torres, and V. A. Bernardes, “Evaluation of current signature in bearing defects by envelope analysis of the vibration in induction motors,” *Energies*, vol. 12, no. 21, 2019, doi: 10.3390/en12214029.

8. N. Sharibaev and A. Ergashov, “Mathematical modeling of processes in dye-sensitized photocell,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2373, no. 7, 2022, doi: 10.1088/1742-6596/2373/7/072044.

9. S. N. Yusufjanovich, E. A. Qodirjonovich, M. Mamadjanovich, and Q. S. Siddiqjonovich, “Determination Of The Characteristics Of Polymer-Containing Electronic Elements Using A Mobile Device Determination Of The Characteristics Of Polymer-Containing Electronic Elements Using A Mobile Device,” vol. 12, no. 4, pp. 61–68, 2021.

YARIMO’TKAZGICHLI GaSb NANOKRISTALLARI BILAN n- va p-TIPLI GETEROSTRUKTURALARNING TERMOELEKTRIK XUSUSIYATLARI.

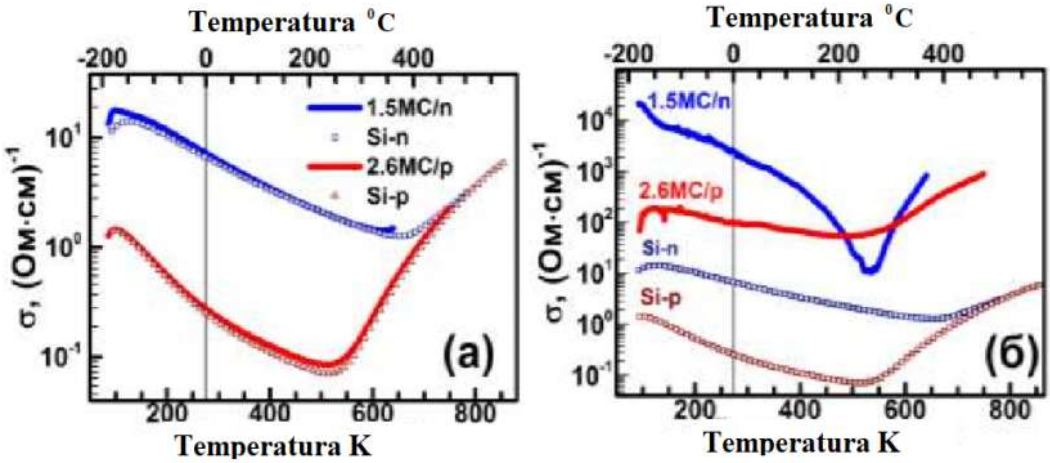
O.O.Mamatkarimov[1], B.X.Quchqarov[1],H.O.Qo’chqarov[2] ,S.B.Fazliddinov[2], A.A.Botirjonov[2]

[1]*Namangan muxandislik-texnologiya instituti.*
[2]*Namangan davlat universiteti.*

Yarimo’tkazgichli nanokristallarning qo'shilmagan yuqori qarshilikli kremniyga asoslangan geterostrukturalarning termoelektrik xususiyatlariga ta'siri ko'rsatildi. Kremniy matritsaga o'rnatilgan GaSb nanokiristal massivi dastlabki matritsaning past o'tkazuvchanligiga qaramasdan, kremniy geterostrukturalarining quvvat omilini oshirishini ko'rsatadi. Quvvat koeffitsientini yanada oshirish uchun *n*- va *p*-geterostrukturalarni sintez qilish uchun kuchli toplangan kremniy matritsasidan foydalanish kerak.

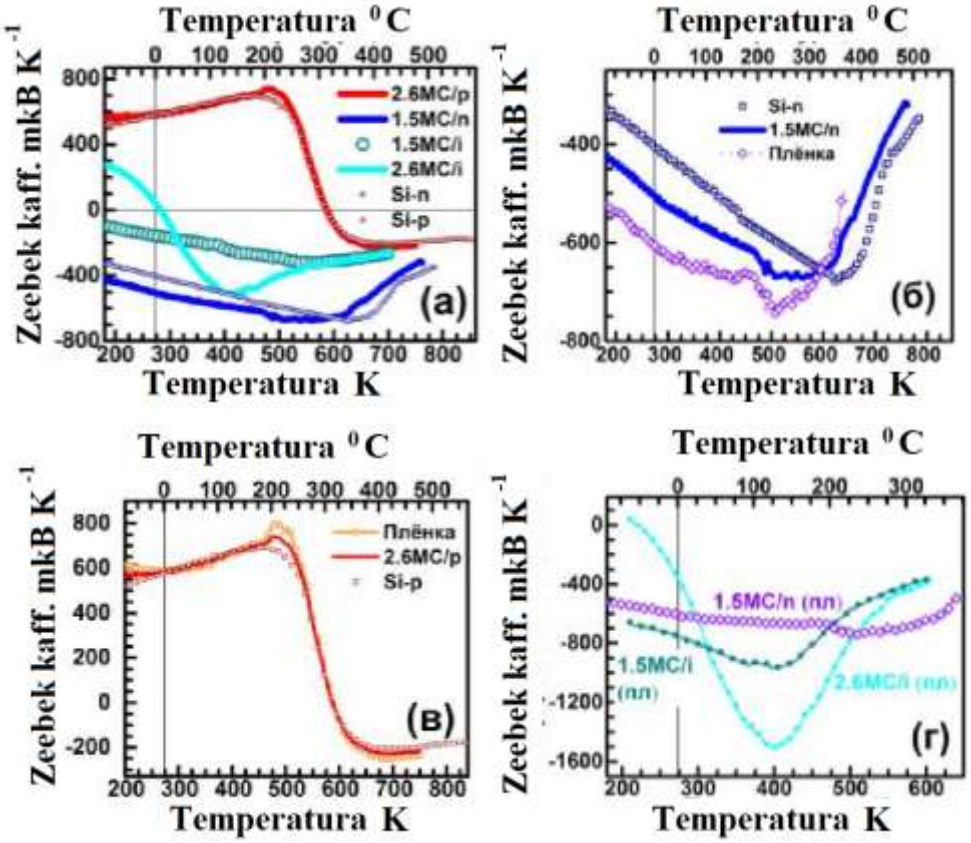
Ushbu maqsadlar uchun 2,6MS/p va 1,5MS/n namunalari past qarshilikli kremniy teshik burg'u 1 – 10 Ō sm va silikon elektron fosfor 0,1 – 0,5 Ō sm substratlarda qoplama qatlamlarini yotqizish uchun o'stirildi.

Og'ir dozalangan kremniy teshik burg'u 2,5 mŌ sm va silikon elektron fosfor 0,1 - 0,5 Ō sm ishlatilgan.



1-rasm - 1,5MS/n va 2,6MS/p geterostrukturalar va yuqori darajada doplangan substratlarning o'ziga xos o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi, ular asosida ular hosil bo'ladi. (a) o'lchov o'tkazuvchanligi, (b) ikki qatlamli model yordamida.

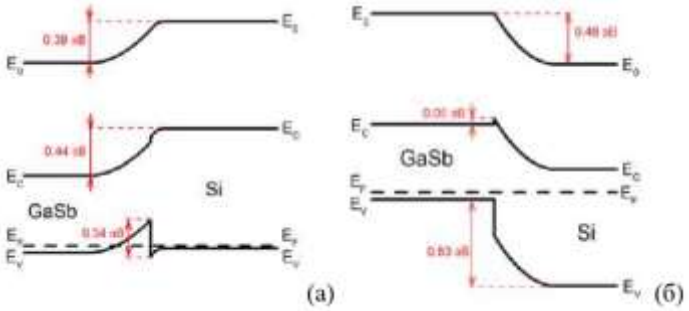
Ikkala geterostrukturaning o'ziga xos o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi kremniy xarakterga ega (1-rasm). Taxminan 100-120 K past haroratlarda nopoklikning faollashishi va zaryad tashuvchilarning ionlangan aralashmalar va fononlar bilan minimal o'zaro ta'siri bilan bog'liq bo'lgan o'tkazuvchanlik cho'qqisi kuzatiladi. Nopoklik qizdirilganda, nopoklik tugaydi, fononlar bilan tarqalish kuchayadi, bu esa o'tkazuvchanlikning pasayishiga olib keladi. 510 K (*p*-kremniy uchun) va 670 K (*n*-kremniy uchun) dan keyin ichki o'tkazuvchanlik hududi boshlanadi. Ushbu namunalarning o'ziga xos o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi chizmalarida 250 dan 450 K gacha bo'lgan 2.6MC/i namunasida kuzatilgan (1a-rasm)



2-rasm. Geterostrukturalarning Seebek koeffitsienti 1.5MS / n va 2.6MS / p, ular hosil bo'lgan substratlar va yuqori qarshilikli kremniy (a) asosida 1.5MS / i va 2.6MS/i namunalari. Grafiklar (b) va (c) substrat ishtirokisiz o'rnatilgan NC'li epitaksial plyonkalarning termo-EMF koeffitsienti hisoblarini ko'rsatadi. Grafik (d) elektron turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan plyonkalarning termo-EMF koeffitsientlarini ko'rsatadi (1,5MS/n, 1,5MS/i va 2,6MS/i)

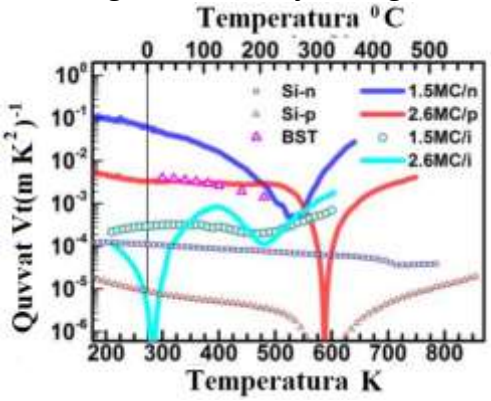
2a-rasmda toblangan kremniy matritsasidan foydalanganda samarali Seebek koeffitsientining ortishi ko'rsatilgan; Taqqoslash uchun, qo'shilmagan kremniyga asoslangan geterostrukturalarning termo- elektr harakatlantiruvchi kuch koeffitsienti qiymatlari berilgan. Namunaning termo-elektr harakatlantiruvchi kuch koeffitsienti, 1,5MS/n, silikonning o'z o'tkazuvchanligiga o'tishiga qadar keng harorat oralig'ida substratning termo- elektr harakatlantiruvchi kuchdan oshadi. Ushbu namunaning muhim xususiyati shundaki, Seebek koeffitsientining maksimal qiymati -670 mkV·K^{-1} keng harorat oralig'ida (490 dan 620 K gacha) plato shaklida qoladi. Substratning ta'sirini ayirish (2b-rasm) 1,5 MS/n namunadagi epitaksial plyonkaning Seebek koeffitsienti substratdan kremniyning o'ziga xos o'tkazuvchanligi mintaqasigacha, 600 K. K gacha oshib ketishini ko'rish imkonini beradi. Geterostrukturaning termo- elektr harakatlantiruvchi kuch maksimal qiymati hududini kengaytirish va keng platoga erishish imkonini beradi.

2.6MS/p namunasining Seebek koeffitsienti u hosil bo'lgan substratga o'xshash xatti-harakatlarga ega (2a va 2c-rasmlar). Maksimal qiymat 740 mkV K^{-1} da 480 K. sezilarli farqlar kremniyning ichki o'tkazuvchanlikka o'tish mintaqasida ko'rinadi, 450 dan 550 K gacha. Bu harorat oralig'ida 1,5 MS/n namuna plyonkasiga o'xshash kichik cho'qqi kuzatiladi.



3-rasm. Og'ir qo'shilgan teshik (a) va elektron (b) silikon matritsalar uchun 300 K da GaSb-Si nanokiristal getero-birikmasining tarmoqli diagrammasi.

Og'ir dozalangan kremniy matritsalari uchun GaSb/Si NC hetero-birikmalarining tarmoqli diagrammalarini qurish (3-rasm) kremniyning ichki o'tkazuvchanligiga o'tish hududida kichik termo- elektr harakatlantiruvchi cho'qqilari paydo bo'lishining sababini ko'rishga yordam beradi, 450 dan. 550 K. Og‘ir qo‘shilgan matritsaga o‘rnatilgan nanokristallar o‘ziga xos qarama-qarshi tashuvchilar uchun potentsial quduq bo‘lib, ular elektron-teshik juftlarining termal hosil bo‘lishi jarayonida ushlanishi mumkin (3-rasm). Ushbu tutqich mexanizmi bir vaqtning o'zida ozchilik tashuvchilarning kontsentratsiyasining pasayishiga va ozchilik tashuvchilarning kontsentratsiyasining oshishiga olib keladi.



4-rasm. Ikki qatlamli model asosida hisoblangan heterostrukturalarning quvvat koeffitsienti.

Kristalli qo'shilgan kremniy nisbatan yuqori quvvat omiliga ega. Shuning uchun, silikon termoelektrik konvertorlarni shakllantirishda elektrik parametrlarini saqlab qoladi. 4-rasmda kuchli doplangan kremniyga o'tishda geterostrukturalarning quvvat omilining ortishi ko'rsatilgan. 500 K gacha bo'lgan harorat oralig'ida to'rt qavatli namunalar $Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$ istiqbolli termoelektrik birikmasi bilan solishtirganda quvvat omilining raqobatbardosh qiymatiga ega ekaniligi ko’rinadi. 400 K da 1,5MS/n quvvat omili 16 mVt (m $K^{2)-1}$, 2,6MS/p 3 mVt (m $K^2)^{-1}$ ni tashkil etadi, bu $Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$ - 2,6 mVt (m) parametridan biroz oshib ketadi. $K^2)^{-1}$.

O'rnatilgan nanokristallari tomonidan kremniy tuzilishining ta'sirining issiqlik o'tkazuvchanligi haqidagi ma'lumotlar bilan to'ldiriladi. Buning uchun ikkita sakkiz qatlamli namunalar yaratildi: o'rnatilgan nanokristalli (2,6MS/i-8L) va ularsiz qatlamma-qatlam cho'ktirilgan kremniydan iborat (nazorat namunasi). O'lchov xona haroratida ko'ndalang yo'nalishda 2ω usuli bilan amalga oshirildi. Malumot kremniy namunasining issiqlik o'tkazuvchanligi 37±5,2 Vt m^{-1} K^{-1} ni tashkil qiladi, nanokristallar bilan tuzilish namunalarning issiqlik o'tkazuvchanligini 7,8±1,3 Vt m^{-1} K^{-1} gacha kamaytirishga imkon berdi.

To'rt va sakkiz qatlamli tuzilmalar bilan solishtirganda nazorat namunasining kristalli sifati yaxshiroq bo'lishiga qaramay, uning issiqlik o'tkazuvchanligi quyma bir kristalli kremniyga qaraganda taxminan 4 baravar past.

Sakkiz qatlamli nazorat namunasining issiqlik o'tkazuvchanligining pasayishining mumkin bo'lgan sababi kremniy qatlamlari orasidagi interfeyslardagi nuqsonlarga tarqalishdir. Silikon gomoepitaksi paytida bunday nuqsonlarning mavjudligi namuna sintezi vaqtida vaqtinchalik pauzalarga bog'liq. Kremniy qatlamlari orasidagi chegara hosil bo'lishiga qoldiq atmosfera (qatlamlarni cho'ktirish oralig'idagi vakuum chuqurligi ~2 10-10 Torr) va kremniy cho'kishi boshlanishidagi past harorat (450 ˚S) yordam beradi. Bundan tashqari, kremniy qatlamlarining qalinligi ko'ndalang issiqlik o'tkazuvchanligiga ham ta'sir qiladi. Bir qator ishlarda kremniy qatlamlarining issiqlik o'tkazuvchanligining pasayishi bilan qatlam qalinligining pasayishi bashorat qilingan va ko'rsatilgan. GaSb nanokristalidan elektronlarning kremniy matritsasiga kiritilishi tufayli, qo'shilmagan kremniyga asoslangan geterostrukturalarda termo-EMF belgisi inversiyasi 282 K da sodir bo'ladi; Dorilanmagan kremniyga asoslangan geterostrukturaning termo-EMF koeffitsienti -520 mkV K^{-1} 420 K da doplangan kremniy matritsasiga nanokristallarning kiritilishi geterostrukturalarning Seebek koeffitsientini p-kremniyga asoslangan namuna uchun 480 K da 740 mkV K^{-1} ga va 510-580 K oralig'ida - 670 mkV K^{-1} ga oshirdi. n-kremniy. N-namunaning xarakterli xususiyati substrat va tuzilgan kremniy qatlamlarining ketma-ket hissasi tufayli maksimal termo-EMFga ega bo'ladi.

Adabiyotlar.

1. Vlasov S.I., Saparov F.A., Ismailov K.A. Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. 2010. Vol. 13. No. 4. P.363.

2. B Kuchkarov, O Mamatkarimov, and A Abdulkhayev. «Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor». ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012027 Conference Series:

3. B.X. Qo’chqarov, A. nishonov, X.O.Qochqarov “The effect of tunneling gurrent on the spedd surface generation of charge garries” Scientific bulletin of Namangan State University 1(7), 3-6.

4. S.I.Vlasov, D.N.Nazirov. B.K.Kuchkarov, K.U.Bobokhujayev. “Influence of all-round compression on formation of the mobile charg in Iead-borosilicate qlass structure” Uzbekiston Fizika Zhurnali №16/3 str 231-233.

5. B.Kh.Kuchkarov, O.O.Mamatkarimov “Influence of ultrasonic action on the rate of charge formation of the inversion layer in metal-glass-semiconductor structures” Vestnik KRAUNC. Fiziko-Matematicheskie Nauki. Tom-29. №4 str.125-134.

6. БХ Кучкаров. Влияние ультразвукового воздействия на скорость формирования заряда инверсионного слоя в структурах метал-стекло-полупроводник. Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. 2019. 29/4. стр.125-134.

7. Kuchkarov, B.H., Mamatkarimov, O.O., Abdukarimov, A.A., Khalmirzayev, A., Mirtojiyeva, D.M. Influence of All-Round Compression on Formation of the Mobile Charge in Lead-Borosilicate Glass Structure. AIP Conference Proceedings, 2022, 2432, 030039

8. Fazliddinov, S., Kuchkarov, B., Sharibaev, N., Abdulkhaev, A., Tulkinov, M.-A. Analysis of modern methods of determination of mechanical status and diagnostic models of power transformers. Journal of Physics: Conference Series, 2022, 2388(1), 012173.

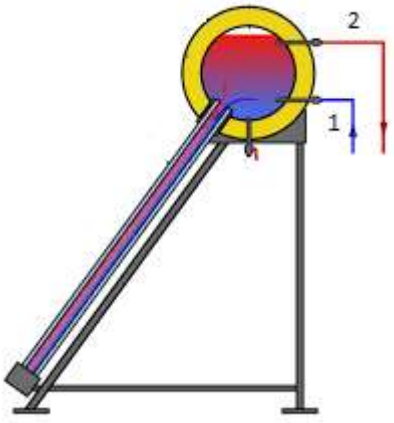
9. Kuchkarov, B., Mamatkarimov, O., Abdulkhayev, A. Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 614(1), 012027.

QUYOSH SUV ISITGICHINI ANDIJON SHAROITIDA O’RNATISH VA TAHLILI

A.J.Eraliyev, M.Z.Nosirov
Andijon davlat universiteti

Kirish. Issiq suv hozirgi kunda sanoat va uy sharoitida juda zarur. Respublikamizning ko’plab hududlarida issiq suv ta’minoti mavjud emas. Doimiy issiq suv ta’minoti ayrim shaharlardagina mavjud. Statistik ma’lumotlarga qaraganda O’zbekistonda har kuni bir kishiga o’rtacha 15-20 l issiq suv kerak bo’ladi. Hozirgi vaqtda issiq suv talablari asosan elektr isitgichlari va tabiiy gazdan foydalanish hisobiga qondirilmoqda. Aslida bu turdagi energiyalarga kun davomida boshqa maqsadlar uchun talab katta. Natijada issiq suvning tan narxi qimmatlashadi. Energiya narxining ko’tarilishi, atrof-muhit muammolari va ishlatilayotgan birlamchi energiya manbalarining zaxiralari tobora kamayib borishi elektr isitgichlardan kamroq foydalanishni talab etadi. Buning sababi shundaki, elektr energiyasining asosiy energiya manbalari asosan qazilma yoqilg’ilardir. Bundan tashqari aholi soni ortishi bilan elektr energiyasiga bo’lgan talab tez o’sib bormoqda. Issiq suvga talab eng yuqori bo’lgan davrlarda elektr energiyasini ishlab chiqarish quvvatlari haddan tashqari zo’riqib ketadi, natijada elektr energiyasi bilan bog’liq muammolar paydo bo’ladi. Ushbu muammolarni elektr energiyasidan foydalanmasdan issiq suv olish bilan hal qilish mumkin. Buning uchun quyosh issiq suv ta’minoti tizimlaridan maishiy va tijorat maqsadlarda keng foydalanish mumkin. Ushbu tizimlar issiq suv hosil qilish uchun quyosh energiyasidan foydalanadi. Amaldagi texnologiyalar yordamida arzon narxlarda issiq suv olish imkoniyati mavjud.

Metodi. Vakuum kolbali kollektorlar yordamida normal atmosfera bosimida harorati 100°C gacha bo’lgan issiq suv olish mumkin. Bunday quyoshli issiq suv tizimi odatda ikki rejim o’rtasidagi temperaturalar farqi suzuvchanligi natijasida issiqlikni tabiiy aylanish bilan uzatadi (1-rasm). Shuning uchun ular nasoslar ishlatilishini talab qilmaydi. Ular uy sharoitida ishlatish uchun eng ko’p ishlatiladigan quyosh suv isitgichlari hisoblanadi.

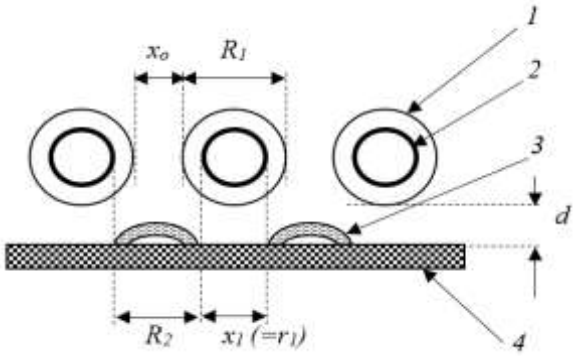


1-rasm.

Quyoshdan kelayotgan nurlar miqdori doimiy ravishda kollektorga yaxshi tushishi uchun Andijon shahrining geografik joylashuviga ko’ra kollektorni gorizontga nisbatan 35-50° burchak atrofida o’rnatiladi. Quyoshdan kelayotgan nurlarni ko’p miqdorda yutilishini ta’minlash uchun vakuum kolba ichiga issiqlikni yaxshi o’tkazuvchi material joylashtiriladi.

Yangiligi. Hozirda mavjud quyosh kollektorlarida tushayotgan yorug‘lik energiyasining bir qismi (30-40%) ishlatilmaydi. Ushbu ishda zamonaviy quyosh suv isitkich qurilmasining asosi va quvurlari orasiga nur qaytaruvchi taglik o‘rnatish orqali uning

samaradorligini ortirishning innovatsion eksperimental texnologiyasini o’zlashtirish haqida so‘z boradi (2-rasm). Odatdagi quyosh suv-istikich qurilmalarida faqat qurilmaning ustki tomonidagi quvurlarga tushadigan yorug‘likdangina foydalaniladi. Biz taklif qilayotgan qurilmada quvurlar orasidan o‘tib ketayotgan nur taglikka urilib qaytishi natijasida quvurlarning ostki tomoniga tushadi. Bu esa uning samaradorligini oshirishga yordam beradi.



2-rasm: *Takomillashtirilgan quyosh suv isitkich qurilmasi. 1) Qurilma quvurining tashqi qobig'i, 2) Qurilma quvurini ichki qobig'i, 3) Nur qaytaruvchi taglik.*

Natija. Ma’lumki, quyosh Respublikamiz hududida qish oylarida kam nur sochadi. Oddiy quyosh suv isitgichi yordamida qish oylarida ham issiq suv olish imkoniyati mavjud. Tajriba sinov ishlari Andijon davlat universiteti “Qayta tiklanuvchi energiya manbaalari” laboratoriyasida bir yil mobaynida kuzatilib, natijalar tahlil qilindi. Olingan natijalardan xulosa qilsak, qish faslida havo harorati o’rtacha 10°C, havo namligi 34%, intensivlik 221 W/m^2 bo’lgan vaqtda o’rtacha 35-47°C issiq suv olish mumkin ekan. Endi biz taklif etgan takomillashgan quyosh kollektorida ushbu harorat 45-63°C ni tashkil etdi. Bu esa kundalik turmushda issiq suvga bo’lgan talabning bir qismini qondirish uchun yetarli. Bahor faslida havo harorati o’rtacha 35°C, havo namligi 10%, intensivlik 887 W/m^2 bo’lgan vaqtda oddiy kollektorda issiq suvning o’rtacha harorati 70-87°C ga, takomillashgan variantida esa, 90-110°C ga teng bo’ldi. Yoz faslida havo harorati yuqori bo’lganligi sabab tashqariga uzatilayotgan suv harorati har ikkala turida ham 100°C, oddiy kollektor ichidagi suv harorati 120°C gacha, takomillashgan quyosh kollektorida esa 145-150°C gacha yetdi.

Qolaversa, har ikkala (oddiy kollektorda hamda takomillashgan kollektor) kollektorlarning temperaturasini vaqt bo’yicha o’zgarishlari havo harorati o’rtacha 17°C, havo namligi 30%, intensivlik 310 W/m^2 bo’lgan vaqtda o’lchandi va quyidagi natijaga erishildi.

Nomi↓	t min →	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Oddiy kollektor	$T, gradus$	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	31	31	31	32	32
Takomillashgan kollektor	$T, gradus$	20	22	24	26	28	30	32	33	35	36	37	37	38	39	40	41

1-jadval: Oddiy hamda takomillashgan quyosh kollektorlarini isish haroratini vaqtga bog’liqligi.

1-jadvaldan ko’rinadiki, takomillashgan quyosh kollektori suvi oddiy kollektorga nisbatan tezroq hamda yuqoriroq haroratga erishar ekan

Xulosa. Ushbu natijalardan ko’rinadiki, issiq suvga bo’lgan ehtiyojning 70-80% miqdorini an’anaviy energiya resurslaridan foydalanmasdan noan’anaviy, ekologik toza hisoblangan quyosh energiyasi yordamida suv isitgich - kollektorlar yordamida qoplash mumkin.

Natijalardan xulosa qilinsa issiq suv ishlab chiqarishning an’anaviy vositasini o’rnini bosuvchi noan’anaviy vositalarning mavjud bo’lgan samaradorlik darajasini oshirish uchun ko’proq izlanishlar va tajriba ishlari zarur.

Adabiyotlar

1. Nnamdi Ogueke, Val Ekechukwu, Emmanuel E. Anyanwu, (2009) A review of solar water heating systems, Journal of Renewable and Sustainable Energy, 1, 043106. DOI: 10.1063/1.3167285

O‘STIRISH USULI BILAN LEGIRLANGAN KREMNIYNING PARAMETRLARINI O‘RGANISH

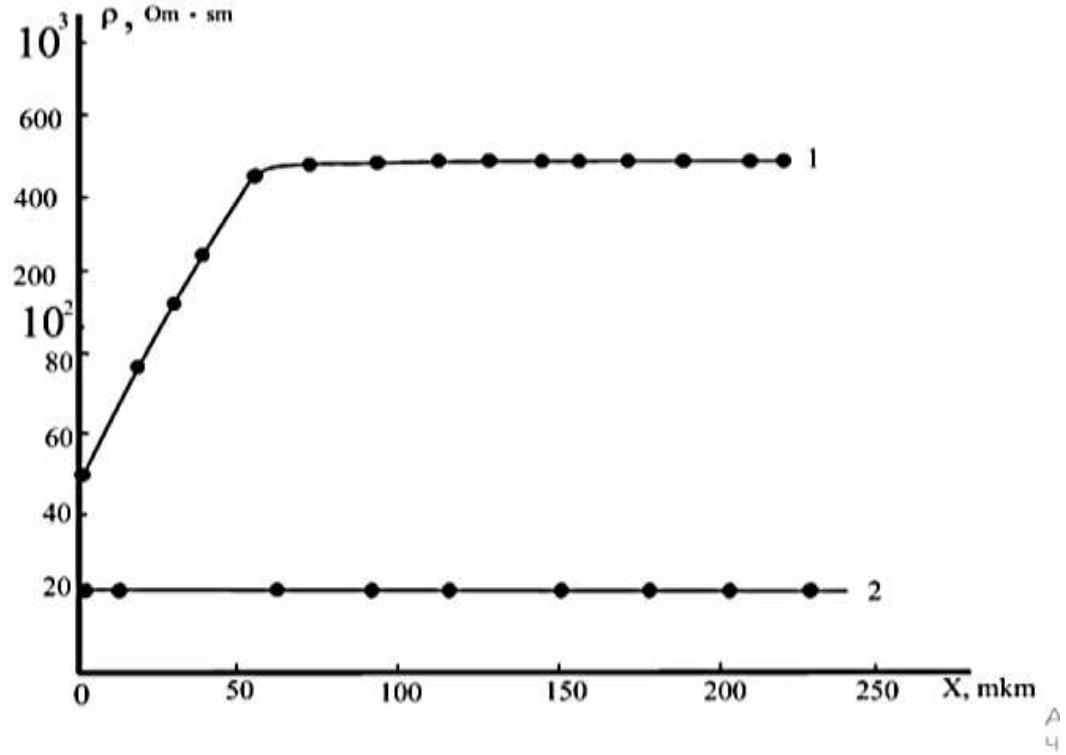
X.S.Daliyev[1], D.N.G’ofurova[2]
[1]MEI Toshkent filiali ijro direktori, f.-m.f.d. professor
[2]Farg‘ona davlat universiteti

So‘ngi yillarda yarimo‘tkazgichlarining parametrlarini boshqarish maqsadida ularga qiyin eruvchi elementlarni legirlash keng qo‘llanilmoqda. SHunga asoslangan mazkur dissertatsiya ishining maqsadi xam kremniyning elektrofizik xossalarini tadqiq qilish, ilmiy ishda foydalanayotgan namunalarga gafniyni diffuziya metodi bilan kiritish jarayonini hamda eritmadan o‘stirish jarayoni bilan namuna xossalarini o‘zgarishi o‘rganildi.

Namuna sifatida n- va p- tipdagi o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan va turli solishtirma qarshilikka ega bo‘lgan kremniy monokristallidan foydalanildi. Diffuziya usuli bilan amalga oshirilayotgan legirlash jarayonida o‘ta sof bo‘lgan gafniyni kremniyning yuzasiga 10÷20 soat davomida $900\div1200^0$C temperaturalari intervalida o‘tqazildi (changlatildi). Hf ning diffuziya qilgandan so‘ng namunalarni sovutish jarayoni turli xil tezliklarda o‘tkazildi. Solishtirish namunasi sifatida n- va p – Si dan foydalanildi, ushbu namuna xam gafniy bilan legirlangan kremniy kabi ayni bir xil sharoitda termik ishlovdan o‘tkazilgan. Diffuzion legirlashdan so‘ng kremniy Si<Hf> ni to‘rt zondli usul bilan namunaning (ρ) solishtirma qarshiligi o‘lchandi hamda (ρ) ning kremniyning ρ_{bosh} boshlang‘ich xolatidagi ko‘rsatkichlari bilan solishtirib ko‘rildi. O‘lchov natijalari shuni ko‘rsatdiki, Hf bilan legirlangan n–Si ning barcha namunalarida solishtirma qarshilik kattaligining o‘zgarishi, p – Si da esa solishtirma qarshilik o‘zgarmasdan qolishi kuzatildi.

Namunalarning natijalarini taqqoslash uchun 0,5÷100 soat mobaynida 12000^oC temperaturada solishtirma qarshiligi 20 Om*sm. bo‘lgan n –Si va p –Si qilingan qayta termik ishlov berildi. O‘lchash ishlari turli tipdagi bir necha namunalarda o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, n – Si va p – Si o‘tkazuvchanlik tiplari qayta termik ishlovda o‘zgarmay qolar ekan. Shu bilan bir qatorda n – tipdagi namunalarda ρ kattaligining kamayishi, p – tipdagi namunalarda esa bu xolatning teskarisi ρ solishtirma qarshilikning ortishi kuzatildi. Gafniy bilan diffuziya usulida legirlangan, bundan tashqari sinov termik ishlovi ta’sirida bo‘lgan Si namunalari uchun chuqur satx bo‘yicha solishtirma qarshilikni taqsimlanishi o‘lchashlar amlaga oshirildi. 1 rasm (chiziq 1) Gafniy bilan legirlangan hamda sinov (Hf kirishmasi bo‘lmagan) Si ning solishtirma qarshilikni taqsimlanish profili keltirilgan. Rasmdan ko‘rinib turibdiki, Si<Hf> namunalarning taqsimlanish profili ikkita soxadan iborat: boshida solishtirma qarshilik ρ ning 60 mkm chuqurlikkacha shiddat bilan o‘sishi kuzatiladi. Shundan so‘ng ρ stabil xolatga kelib sezilarli darajada solishtirma qarshilikning o‘zgarishi kuzatilmaydi. Bu Hf mavjud bo‘lganda kremniyning xajmi bo‘ylab ρ ning teng miqdorda taqsimlanishini ko‘rsatib turibdi. Shunga aynan o‘xshash ρ ning taqsimlanishini Ni, Mn va boshqa metallar uchun xam kuzatilgan. Birinchidan, sirt oldi soxasi ρ ning 1.5÷2 tartibda tez o‘sishi bilan, ikkinchidan kremniyning xajmida ρ ning deyarli tekis taqsimlanishi tushuntiriladi.

Ta’kidlash joizki, ρ ifodasi sinov (Hf kirishmasi bo‘lmagan) namunalarda chuqur satxga joylashgan sari o‘zgarmaydi. 1 rasm (chiziq 2)



1.-rasm . Kremniyning namunalarida ρ solishtirma qarshilikning taqsimlanish profili, (1) Gafniy bilan legirlangan va (2) sinov namunalarida

Adabiyotlar

1. Milns L. Primesi s glubokimi urovnyami v poluprovodnikax. – M., Mir, 1977, 547s.
2. Boltaks B.I., Baxadыrxanov M.K., Gorodetskiy S.M., Kulikov G.S. Kompensirovannыy kremniy. – L. Nauka, 1972, 122 s.
3. Zaynabidinov S.Z., Daliev X.S. Defektoobrazovanie v kremnii. Tashkent, Universitet, 1993, 191s.

ELEKTR STANSIYALARI VA ULARNING AHAMIYATI

D.I.Kamalova, S.Q.Bekniyozov, O.D.O’rinova
Navoiy davlat pedagogika instituti
kamalova.di@mail.ru

Hozir hayotimizni radio, televideniye, telefon, telegrafsiz, turli xil yoritish jihozlari va qizdirish asboblarisiz, mashina va qurilmalarsiz tasavvur qilib bo‘lmaydi. Bularning hammasi elektr energiyasi (toki) bilan ishlaydi.

Elektr energiyasi qayerdan olinadi? Uni elektr stansiyalarida maxsus mashinalar — elektr toki generatorlari hosil qiladi. Generatorlarning turlari ko‘p. Energiyasi kichkina uyni yoritish uchungina yetadigan mitti elektr generatorlardan tortib, katta shaharni elektr energiyasi bilan ta’minlay oladigan ulkan elektr generatorlarigacha bor.

Generator elektr toki berishi uchun uning asosiy qismi — rotor aylantiriladi.

Katta generatorlarning rotori bir necha yuz tonna bo‘lganligi uchun uni maxsus mashina — turbina aylantiradi. Har qaysi turbina kuraklari yoki parraklari bo‘lgan ish g‘ildiraklariga ega. Qizdirilgan gaz yoki suv bug‘i oqimi katta kuch bilan turbina g‘ildiragi parraklariga urilib, uni aylantiradi, turbina bilan birga generator rotori ham aylanma harakatga keladi.

Suv oqimi aylantiradigan turbina gidravlik turbina deyiladi, bunday turbinalar o‘rnatilgan elektr stansiyalari esa gidroelektr stansiya yoki qisqacha GES deb ataladi. Turbinani issiqlik elektr stansiyalari (IES) da bug‘, gaz turbinali elektr stansiyalarida esa qizdirilgan gaz lar oqimi aylantiradi.

Gidroelektr stansiyalari Sirdaryo, Chirchiq, Bo‘zsuv kabi sersuv daryolarda yoki tog‘dan tushadigan tezoqar daryolarda quriladi. IES uchun esa to‘g‘on va suv havzalarining keragi yo‘q. Shu sababli, ularni hamma joyda qu rish mumkin. Lekin IES da suvni isitib, bug‘ hosil qilish uchun har doim yoqilg‘i bo‘lishi zarur. IES uchun ko‘mir ortilgan poyezdlar birin-ketin kelib turadi yoki quvurlardan gaz yetkazib beriladi.

Atom elektr stansiyalari (AES) da esa yoqilg‘i juda oz talab qilinadi. Lekin, bu yoqilg‘i o‘zgacha. Atigi 10 gramm atom yoqilg‘isi bir vagon ko‘mirning o‘rnini bosadi. Issiqlik elektr stansiyalaridagi kabi, atom elektr stansiyalarida ham elektr generatorlarini bug‘ turbinalari aylantiradi. Lekin AES larda na ko‘mir yoqiladigan, na gaz yoqiladigan o‘txona, na bug‘ qozoni bor. Bug‘ hosil qilish uchun zarur issiqlik AESning yuragi – atom reaktorida yadro reaksiyasi natijasida hosil bo‘ladi. Yadro reaksiyasini uzluksiz takrorlanuvchi kichik-kichik atom portlashlari bilan qiyoslash mumkin. Lekin bu tinchlik maqsadidagi portlashlardir. Reaktor qalin beton devorlar bilan ishonchli berkitilgan. Yadro reaksiyasini muntazam ravishda avtomatik asboblar nazorat qilib turadi (lekin zarur texnikaviy shart-sharoitlarga to‘liq rioya qilinmasa, AES atrofdagi aholi va tabiat uchun o‘ta xavfli ekan. Buni Chernobil AES dagi baxtsiz hodisa tasdiqlab turibdi).

Olimlar va muhandislar elektr energiyasining yangi manbalarini izlamoq dalar. Masalan, dengizning qirg‘oqqa urilib-qaytib turadigan to‘lqinlarini ishga solish mumkin emasmikan? Elektr stansiyalarining turbinalarini aylantirish uchun dengiz suvi kuchidan foydalanib bo‘lmasmikin? Ma’lum bo‘lishicha, mumkin ekan.

Saxovatli Quyosh milliard yillardan buyon o‘z nurini Yerga sochib turadi. Quyosh nuri ham energiya. Odamlar uni elektr tokiga aylantirishni o‘rganib oldilar. Buning uchun maxsus yarimo‘tkazgichli asboblar — fotoelementlar yaratilgan. Ular birgalikda quyosh batareyasini tashkil qiladi.

Quyosh radiatsiyasi energiyasini amalda foydalanish uchun qulay bo‘lgan energiya turlariga aylantirib berish masalalari bilan shug‘ullanadigan texnika sohasi geliotexnika deb

ataladi. Geliotexnika yordamida elektr energiyasi yetib bormagan joylar (masalan, chorvadorlar istiqomat qiladigan joylar) ni elektr toki bilan ta’minlash, uylarni elektr nurlari yordamida isitish, issiq xonalarni isitish va boshqa ko‘pgina ishlar amalga oshirilgan. Kosmik kemalar va Yer ning sun’iy yo‘ldoshlarini elektr energiyasi bilan aynan quyosh batareyalari ta’minlaydi.

Adabiyotlar

1. Камалова Д.И., Бобоқулова Ш.О. Муқобил энергия турларидан Қуёш энергияси ва унинг Ерга таъсири. «Муқобил энергия манбалари ва улардан фойдаланишнинг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-техник анжумани материаллари тўплами. Бухоро. 2015-йил 25-26 ноябрь.
2. Камалова Д.И., Мансурова Ш.М., Турабова Л.Х. Қуёш физикасини ўқитишда компьютер технологияларидан фойдаланиш. «Образование и наука в XXI веке». Международный научно-образовательный электронный журнал. Январь. 2021. №10. 30-33 стр.

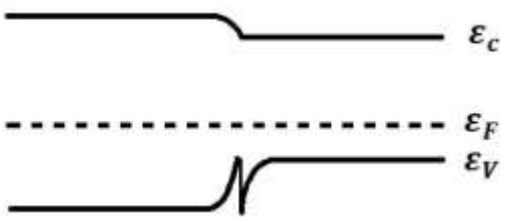
$p-por-Si/p-Si$ STRUKTURALAR KONTAKT SOHASIDAGI DIFFERENSIAL QARSHILIKNI HARORATGA BOG’LIQLIGI

U.S.Boboho’jayev, M.A.Usmanov, I.Sh.Voxobjonov, Z.Z.Salimjonova
Namangan davlat universiteti

Hozirgi kunda kristall kremniy ($c-Si$) asosidagi quyosh elementlaridan keng miqyosda foydalanilmoqda. Shuning uchun $c-Si$ asosidagi quyosh elementlarini samaradorligini oshirish uchun bir necha yo’nalishlarda ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda [1,2]. Ushbu yo’nalishlardan biri metall-yarim o’tkazgich kontakt sohasida sodir bo’ladigan sirtiy rekombinatsiyani quyosh elementlarini samaradorligiga ta’sirini o’rganish. Ma’lumki agarda yorug’lik $p-c-Si/n-c-Si$ strukturani $p-c-Si$ sirtidan tushganda generatsiyalangan kovaklarni ma’lum foizi metal kontakt elektronlari bilan rekombinatsiyalashib tok tashuvchilarni konsentratsiyasini va o’z navbatida I_q (qisqa tutashuv toki) ni kamayishiga olib keladi. Ushbu hodisani kamaytirish uchun [3,4] ishlarda $c-Si$ ning sirtiy qatlamiga $p-a-Si:H$ (amorf gidridlangan kremniy) va uning modifikatsiyalari $p-nc-Si:H$ va $p-\mu c-Si:H$ yupqa pardalar o’stirib kovaklarni metall tomon harakatiga to’siq qatlam xosil qilingan. Ammo ushbu turdagi yarim o’tkazgichlar yuqori qarshilikli va o’stirish texnologiyasi bilan farq qilgani uchun ishlab chiqarishda keng tadbig’ini topmadi.

So’ngi yillarda $c-Si$ ning sirtini kimyoviy yuvish orqali g’ovakli qatlam $por-Si$ hosil qilish orqali $por-Si/c-Si$ strukturalar ustida ham ilmiy izlanishlar olib borilmoqda [5,6], $c-Si$ qatlam sirtida yupqa $por-Si$ qatlam o’stirish orqali olingan quyosh elementlarini samaradorligi 2-3% ga ortishi tajribalarda kuzatildi. Samaradorlikni yanada ortirish va texnologiyani mukammallashtirish uchun esa $p-por-Si/c-Si$ strukturani kontakt sohasida sodir bo’layotgan elektrofizik jarayonlarni xarakterlovchi parametrlar haqidagi ma’lumotlar muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu ishda $p-por-Si/c-Si$ strukturani kontakt sohasini differensial qarshiligi va unga tashqi harorat ta’siri o’rganilgan.

Kimyoviy yuvish bilan $p-c-Si$ qatlam sirtiga $por-Si$ o’stirish jarayonida ~100 Å o’lcham atrofida g’ovaklar xosil bo’ladi va kristall panjaralarning mexanik zo’riqish tufayli esa ko’ndalang yo’nalishda panjaralarni uzilishi sodir bo’ladi. Buning natijasida qo’shimcha zaryadli xolatlar xosil bo’lib Fermi sathini siljishiga va taqiq sohani kengayishiga olib keladi. Shuning xisobiga $p-por-Si/p-c-Si$ struktura kontakt sohasida geteroo’tish xosil bo’ladi (rasm-1).



1-rasm

Ushbu strukturada $p-por-Si$ qatlam $p-c-Si$ qatlamdan kovaklarning injeksiyalanishiga to’siq xisoblanadi, ammo taqiq sohasini kattaligi xisobiga tushayotgan $h\nu < E_g$ energiyali yorug’liklar uchun shaffof xisoblanadi. Shuning uchun asosiy yorug’lik

$p-c-Si$ qatlamda yutiladi, bu esa ushbu strukturani $p-p^+$ sifatida qarash imkonini beradi. Demak asosiy tok tashuvchilar sifatida kovaklar deb qarash imkonini beradi.

Yorug’lik tushmagan holatda ham $p-por-Si/p-c-Si$ strukturani kontakt sohasida p/p^+ o’tish sohasi xosil bo’ladi. Ushbu farazning to’g’riligini tashqi kuchlanish qo’yilmaganda diffuzion tok yuzaga kelishi, ya’ni $U=0$ da $j\neq 0$ ekani tasdiqlaydi [7].

Shuning uchun ushbu ishda yorug’lik tushmagan xol uchun $p-por-Si/p-Si$ strukturani differensial qarshiligini tadqiq qilamiz. Differensial qarshilik uchun analitik ifodani quyidagi tenglamalardan foydalanib keltirib chiqaramiz

$$j_p = e\Delta p\mu_p E - eD_p\frac{d\Delta p}{dx} \tag{1}$$

$$e\frac{d\Delta p}{dt} - divj_p = G - \frac{\Delta p}{\tau_p} \tag{2}$$

Bu yerda Δp, μ_p, D_p va τ_p– lar mos ravishda kovaklar konsentratsiyasi, harakatchanligi, diffuziya koeffisiyenti va o’rtacha yashash vaqti. G– issiqlik generatsiya koeffisiyenti, j_p– tok zichligi, E – tashqi maydon kichik kuchlanishlar uchun ko’ramiz. Ushbu xolda $e\Delta p\mu_p E$ va $eD_p\frac{d\Delta p}{dx}$ xadlar orqali topiladigan kattaliklarni taqqoslasa bo’ladigan qiymatlarga ega deb olamiz. Xolat statsionar bo’lgani uchun $\frac{d\Delta p}{dt}=0$ munosabat bajariladi. $j_p \ll 1$ bo’lgani uchun $divj_p \approx 0$ deb xisoblaymiz. U xolda (1) tenglamadan quyidagi tenglamani keltirib chiqaramiz.

$$\Delta p - \frac{D_p}{\mu_p E}\Delta\dot{p} = \frac{j_p}{eE\mu_p} \tag{3}$$

(3) ifoda birinchi darajali differensial tenglama bo’lib $x=0$ da $\Delta p(0)$ boshlang’ich shartdan foydalaib ishlaymiz, tenglama yechimni $D_p=\mu_p\frac{kT}{e}$ ifodani xisobga olib quyidagicha yozamiz

$$\Delta p(x) = \frac{j_p}{eE\mu_p} + \left(p(0) - \frac{j_p}{eE\mu_p}\right)\exp\left(\frac{eE}{kT}x\right) \tag{4}$$

Agar na’munadan tok o’tmasa, ya’ni $j_p=0$ bo’lsa

$$\Delta p(x) = p(0)\exp\left(\frac{eE}{kT}x\right)$$ bo’ladi

$x=d_1$ sathda esa, ya’ni $p-c-Si$ qatlamni d_1–chuqur ichida.

$$\Delta p(d_1) = p(0)\exp\left(\frac{eU_{01}}{kT}\right) \qquad (U_{01}=Ed_1) \tag{5}$$

$por-c-Si$ qatlamda esa kovaklar konsentratsiyasi eksponensial ravishda kamayib bordi, ya’ni

$$\Delta p(-d_2) = p(0)\exp\left(-\frac{eU_{02}}{kT}\right) \qquad (U_{02}=Ed_2) \tag{6}$$

Geteroo’tish chegarasidagi [8] ga ko’ra quyidagiga teng

$$p(0) = N_A\exp\left(-\frac{e(U_v-\Delta U_F)}{kT}\right) \tag{7}$$

(4) – (7) ifodalarni xisobga olgan holda (1) ifodadan quyidagiga ega bo’lamiz

$$j_p = e\frac{U_0 + U}{\mu N_A}\exp\left(-\frac{e(\Delta U_v - \Delta U_F)}{kT}\right)\left(1 - \exp\left(-\frac{eU}{kT}\right)\right) \quad (8)$$

8) ifodadan foydalanib $U = 0$ dagi differensial qatshilikni aniqlaymiz

$$R = \left(\frac{dj}{dU}\right)^{-1}_{U=0} = \frac{kTd_1}{e^2U_0\mu N_A}\cdot\exp(e\frac{\Delta U_v - \Delta U_F}{kT})$$

Adabiyotlar

1. Sh.Sh.Qahramonova, N.A.Mirzaalimov, A.A.Mirzaalimov. Kremniy asosidagi quyosh elementlarning optik xususiyatlarini oshirish usullari. Fotonika muammolari va rivojlanish istiqbollari respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. Urganch 2022.
2. E.Purwandaria, S.Mutma’inah, W.Maulina, A.Arkundato. Simulation of Hydrogenated Amorphous Silicon-based Solar Cell: Investigation of J-V Characteristic in Optimum Thickness. International Symposium on Physics and Applications (ISPA 2020).
3. V.P.Afanasyev, A.S.Gudovskiy. Солнечные элементы на основе гетероструктуры аморфный/монокристаллический кремний. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» № 4/2017.
4. A.S.Titov, A.S.Abramov, D.A.Andronikov, K.V.Emtsev, A.F.Semenov. Investigation of light-induced degradation of tandem photoconverters on a-Si:H/μc-Si:H. Journal of Physics: Conference Series 769 (2016).
5. V.V.Tregulov. The efficiency of solar energy conversion by the CdS/por-Si/p-Si heterostructure: the dopant effect. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Physics and Mathematics. 13 (2) 2020.
6. Н.Н.Мельник, В.В.Трегулов, Н.Б.Рыбин, Н.В.Рыбина. Особенности строения приповерхностной области гетероструктуры CdS/por-Si/p-Si с пленкой пористого кремния, сформированной металл–стимулированным травлением. Краткие сообщения по физике ФИАН номер 7, 2020 г.
7. В.В.Трегулов, В.А.Степанов, В.Г.Литвинов, А.В.Ермачихин. Особенности механизмов токопрохождения в полупроводниковой структуре фотоэлектрического преобразователя с n+-p-переходом и антиотражающей пленкой пористого кремния. Журнал технической физики, 2016, том 86, вып. 11.

IMAGE PROCESSING TOOLBOX PAKETIDA TASVIRLARGA RAQAMLI ISHLOV BERISHNING DASTURIY VOSITALARI TAHLILI

N.A.Qarshiboyev
Jizzax politexnika instituti

Hozirgi vaqtda MATLAB yadrosi matritsali hisoblashlar uchun eng zamonaviy dasturiy ta’minotni o‘z ichiga oladigan LAPACK (Linear Algebra Package) va BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms) kutubxonalariga o‘rnatilgan. Universitet muhitida MATLAB matematika, texnika va boshqa ilmiy fanlar bo‘yicha boshlang‘ich va chuqurlashtirilgan kurslar uchun standart hisoblash asbobi hisoblanadi.

Sanoatda esa MATLAB ko‘pgina tadqiqotchilar va ishlab chiqaruvchilar tomonidan keng foydalaniladi. MATLAB tizimidan ingliz tilida toolbox (asboblar to‘plami) deb ataladigan ixtisoslashtirilgan dasturlar to‘plamlari ko‘rinishida keng foydalaniladi [21].

Image Processing Toolbox raqamli ishlov berish va tasvirlar tahlili uchun vositalarning keng spektorini tavsiya etadi. MATLAB ilovalarini ishlab chiqish muhiti bilan chambarchas bog‘liq bo‘lgan Image Processing Toolbox paketi kuchni asosiy ilmiy yoki amaliy vazifani hal etishga to‘plash imkonini yaratgan holda sizni kodlashning uzoq davom etadigan operatsiyasini bajarish va algoritmlarni sozlashdan xalos etadi.

MATLAB va Image Processing paketi foydalanuvchining yangi g‘oyalari va usullarini rivojlantirish, joriy etish uchun maksimal darajada moslashtirilgan [28].

Image Processing Toolbox ilovasi MATLAB muhitida raqamli hisoblashlar imkoniyatini kengaytiradigan funksiyalar to‘plamidan iborat. Ilova tasvirlarga ishlov berishning turli operatsiyalarini, jumladan quyidagilarni, o‘z ichiga olgan holda qo‘llab quvvatlaydi:

- tasvirlarning vaqt oralig‘idagi qayta o‘zgarishi;
- morfologik operatsiyalar;
- o‘zgaruvchan va qobiqli ishlov berish;
- turli filtrlar yordamida liniyali filtrlash;
- tasvirlarni tahlil qilish va ularni yaxshilash;
- tasvirlarni tiklash;
- buzilishlarni yo‘q qilish;
- qaratilgan sohasiga ishlov berish.

Ilovaning ko‘pgina funksiyalari MATLAB tizimida mantiqiy-fayllar ko‘rinishida taqdim etiladi. Ularda tasvirlarga ishlov berishning eng ko‘p ma’lum bo‘lgan algoritmlari amalga oshirilgan. Shuningdek, funksiyalarning ushbu algoritmlarni amalga oshiradigan dasturiy kodlarini qo‘rib chiqish imkoni mavjud.

typefunction_name

Image Processing Toolbox ilovasining barcha M-fayllari bir xil funksiyalarga ega va ulardan Signal Processing Toolbox va Wavelet Toolbox kabi boshqa ilovalar M-fayllari kombinatsiyalarida foydalanish mumkin.

Image Processing Toolbox paketi olimlar va muhandislar uchun raqamli ishlov berish va tasvirlarni tahlil qilish uchun vositalarning keng spektrini taqdim etadi.

Asosiy xususiyatlar:

- Tasvirlar detallarini tiklash va ajratish;
- Tasvirning ajratilgan uchastkasi bilan ishlash;
- Tasvirni tahlil qilish;
- Liniyali filtratsiya;
- Tasvirlarni qayta o‘zgartirish;

- Geometriko‘zgarishlar;
- Muhim detallar kontrastligini oshirish;
- Binar o‘zgarishlar;
- Tasvirga ishlov berish va statistika;
- Rang o‘zgarishlari;
- Palitraning o‘zgarishi;
- Tasvirlar turlarini o‘zgartirish.

MATLAB Image Processing Toolbox paketi bizga bizning ko‘p kuch va mablag‘larimizni saqlab qoladigan yuqori sifatli algoritmalarni qo‘llash imkonini berdi [32].

Image Processing Toolbox paketi MATLAB muhiti bilan to‘liq moslashadigan grfik tasvirlarni yaratish va talil qilish uchun keng imkoniyatlar yaratadi.

Ushbu paket tasvirlarni manipulyatsiya qilish imkonini beradigan o‘zgaruvchan interfeysni, grafik tasvirlarni ineraktiv ravishda ishlab chiqishni, mahlusotlar to‘plamini vizualashtirish va texnik ta’riflar, ma’ruzalar va nashrlar uchun annotatsiya tuzish imkonini ta’minlaydi.

Paketning o‘zgaruvchanligi, algoritmlarining MATLAVning matritsa-vektorli ta’rifi kabi o‘ziga xos xususiyati bilan birlashib paketni grafikaga ishlov berish va uni taqdim etish bo‘yicha har qanday masalani hal etish uchun juda qulay moslashgan qiladi.

MATLABga maxsus ishlab chiqilgan protseduralar kiradi. Ular grafik qobiqning samaraliligini oshirish imkonini beradi. Xususan ana shunday xususiyatlarni belgilab o‘tish mumkin:

- Grafikaga ishlov berishda interaktiv sozlash;
- Algoritmni bajarish vaqtini optimallashtirish uchun profilirovkachi;
- GUI-shablonlarni ishlab chiqarishni tezlashtirish uchun foydalanuvchining GUIBuilder) interaktiv grafik interfeysini qurish vositasi.

Ushbu paket foydalanuvchi uchun standart grafik tasvirlarni yaratish uchun kam vaqt sarf qilish, shu tariqa foydalanuvchiga ushbu tasvirning muhim detallari va o‘ziga xos xususiyatlarida e’tiborni kuchaytirish imkonini yaratadi.

MATLAB va Image Processing Toolbox paketi foydalanuvchining yangi g‘oyalari va usullarini rivojlantirish uchun maksimal darajada moslashgan. Buning uchun mumkin bo‘lgan o‘ziga xos masalalarni va noan’anaviy masalalarni hal etish uchun yo‘naltirilgan paketlar to‘plami mavjud.

MATLAB tili ochiq arxitekturaga ega, bu esa modullarni tanlash va C, FORTRAN, MATLAB bilan bog‘lash imkonini beradi. Ma’lumotlar bazalari, algoritmlar va dasturiy kodlar turli operatsion muhitlarda, jumladan PC, Unix va Macintosh muhitlarda saqlanadi. MathWorks da test o‘tkazish MATLAV muhitining barcha, jumladan qo‘shimcha komponentlari ushbu operatsion muhitlarda to‘liq ishlay olishini ko‘rsatdi [19].

Image Processing paketi hozirgi vaqtda dunyo bo‘yicha 4000 ta kompaniya va universitetlarda ishlatiladi. Shu bilan birga foydalanuvchilar ushbu paket yordamida juda ko‘p sohalarga tegishli masalan: kosmik tekshiruvlar, harbiy ishlab chiqarishlar, astronomiya, meditsina, biologiya, robotlarni qurish, materialshunoslik, genetika va boshqa bilan bog‘liq masalalarni hal etmoqdalar.

MATLAB va Image Processing paketi ob’ektning uch o‘lchamli shaklini tez ishlab chiqish imkonini berdi. Vizuallashtarish bo‘yicha imkoniyatlari esa ob’ekt modelini ishlab chiqish uchun ketadigan vaqtni ancha qisqartirish imkonini berdi [21].

MATLAB texnik va ilmiy hisoblashalarni hal etish uchun yuqori darajali til hisoblanadi. Unda hisoblashlar, vizualizatsiya va dasturlash qulay bo‘lgan foydalanuvchi muhitida integrallashgan, undagi masalalar va ularning echimlari birlamchi matematik belgilashlar yordamida ifodalanadi.

Amallarning namunaviy to‘plami o‘z ichiga quyidagilarni oladi:
- matematik hisoblashlar;
- algoritmdarni ishlab chiqish;
- prototip tizimlarni modellashtirish va yaratish;
- ma’lumotlarni tahlil qilish, ularni o‘rganish va vizualizatsiyani;
- turli grafiklarni qurish;
- ilovalar va foydalanuvchi interfeysini ishlab chiqish.

Image Processing Toolbox ilovasi tasvirlarga ishlov beradigan standart algortmlar va grafik vositalarning to‘liq to‘plamidan iborat. Siz tasvirni yaxshilashni, shovqinni kamaytirishni, tahlil qilish, vizuallashtirish va algoritmlarni rivojlantirishingiz mumkin. Image Processing Toolbox muhandislar va olimlar tomonidan tasvirlarni siqish, uzatish va yaxshilash tizimini ishlab chiqish, kuzatish va tanib olish, biometrika, yarim o‘tkazgichlarni testdan o‘tkazish, mikroskopiya, sensorlarni ishlab chiqish, materialshunoslik va boshqa sohalarda qo‘llanadi [28].

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений Ғ Р. Гонсалес, Р. Вудс. - М. : Техносфера, 2005. - 1072 с.
2. Претт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. - М.: Мир. 1982. - Кн. 1 и 2
3. Reusch B. Soft Computing Multimedia and Image Processing B. Reusch, M. Fathi // Proceedings of the World
4. Тавбоев С. А., Каршибоев Н. А. МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КОНТРАСТА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ НЕЧЕТКОЙ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ //Экономика и социум. – 2021. – №. 3-2. – С. 427-432.
5. Tovbaev Sirojiddin Karshiboev Nizomiddin International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) Volume 4 Issue 4, June 2020 Available Online: www.ijtsrd.com e-ISSN: 2456 – 6470
6. Tavboyev Sirojiddin Akbutayevich, Qarshiboyev Nizomiiddin Abdumalikovch Application of the theory of indistinct sets in the estimation of
quality of educational process // Journal of Critical Reviews ISSN-2394-5125 Vol 7, Issue 12.2020

VERTIKAL O‘QLI SHAMOL ENERGETIK QURILMASI PARRAGINING QO‘ZG‘ATISH UCHUN KERAKLI TEZLIKNI ANIQLASH.

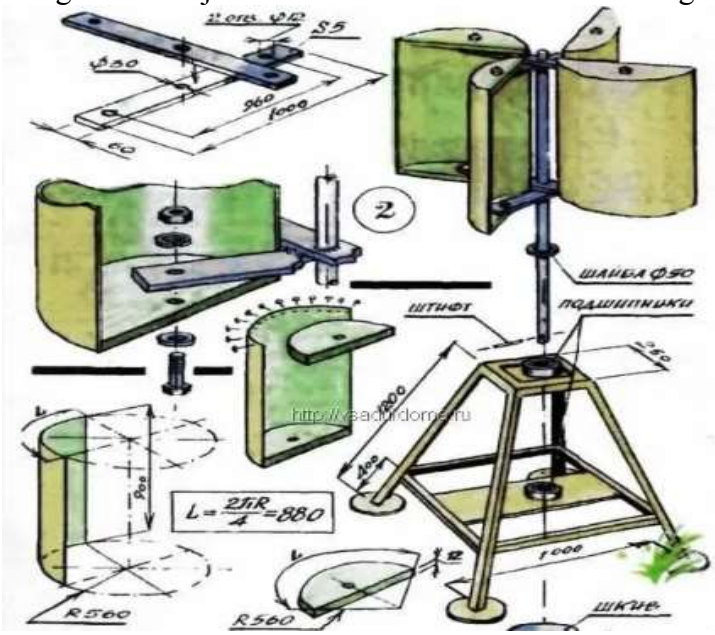
M.E.Yo’lchiyev, X.T.Kamilov, N.M.Abdullayev, N.M.Abdullayev, *A.B.Raxmonov*
mashalbek@mail.ru, Xotamjon.kamilov@mail.ru, abdullaev13101999@gmail.com
Andijon mashinasozlik institute

Hozirgi rivojlanib borayotgan bir davrda aholining energiyaga bo‘lgan ehtiyoji kun sayin ortib bormoqda. Tabiatdagi jami energiya resurslarni tugab borishi ko‘plab davlatlarni havotirga solib qo‘ydi. Hususan neft, gaz, ko‘mir, torf va boshqa tabbiy boyliklar yildan yilga qazib olish va ularni qayta ishlash kamayib kelmoqda. Har bir davlat aholisining energiyaga bo‘lgan istemoliga qarab qayta tiklanauvchan energiya manabalariga bosqichma bosqich o‘tib kelishmoqda. Hozirda jahonning Germaniya, Daniya, Ispaniya, Xitoy, AQSH, Buyuk Britaniya va boshqa davlatlari quyoshdan, shamoldan, suvdan va bigaz maxsulotlaridan keng ko‘lamli foydalanishni yo‘lga qo‘yishmoqda. Tabbiy boyliklardan foydalanish, axolining orib borishi ulardan hosil bo‘lgan chiqindi maxsulotlarini ko‘payib ketishi iqlimni buzilishiga yani havoning ifloslanishiga olib kelmoqda. Havoning ifloslanishi yani turdagi kassalikni paydo bo‘lishiga va iqlimning keskin o‘zgarishiga olib keladi. Shu sababli biz yashil energiyadan foydalanishimiz kerak. O‘zbekistonda ham bunday energiya turlaridan keng foydalanish yo‘lga qo‘yilmoqda. O‘zbekiston sharoitida quyosh nuridan foydalanib elektr energiya olish uchun qulaydir. Quyosh panellarini fotoelektrik hossalarini oshirishda O‘zbek olimlari ko‘plab ilmiy ishlar qilishmoqdalar va samarali natijalar olishyapti. O‘zbekiston hududidagi maydonlardan quyoshdan energiya olibgina qolmay, shamoldan ham energiya olishni boshlab yuborishgan. Shamol energetik qurilmalarini o‘rnatishga qulay bo‘lgan hududlar Zarafshon, Qo‘qon, Qoraqolpog’iston, Buxoro va boshqa hududlarda shamol elektr stansiyanini qurish allaqochon ishlarni boshlab yuborilgan. Shamol energiyasidan foydalanib tabiy va toza holdagi energiya olishga erishamiz. Boshqa ko‘plab davlatlar ham shamol elektr stansiyalari orqali o‘z aholisini energiyaga bo‘lgan ehtiyojini bir oz bo‘lsada qondirishmoqda. Rivojlangan davlatlar shamol energetik qurilmasini ishga tushurib hamda ularga kerakli bo‘lgan konstruksiyalarini ham eksport qilishmoqda. Asosan Germaniya va Daniya vertikal o‘qli hamda gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmalari uchun parraklar ishlab chiqarib sotishni yo‘lga qo‘yilgan. O‘zbekistonda shamol energiyasidan foydalanishda gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmasi uchun joylar ajratilib berildi va ushbu joylarda qurilish ishlari boshlab yuborildi. Bizning hududimizda vertikal o‘qli shamol energetik qurilmasi qo‘llash katta magisdtral yo‘llarga joylashtirilmoqda, undan olingan energiyani yo‘l belgilarini yoritishda hamda ko‘cha chiroqlarini yoritishda foydalanib kelinmoqda.

Natijalar. Shamol energetik qurilmasi shamolning kinetik energiyasidan foydalangan holda ishlaydi. Havoning turli temperaturada bir biri bilan aralashib oqishi hisobiga turli balandlikda turli tezlikdagi shamol hosil bo‘ladi. Gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmasi parraklari asosan 3 ta dan iborat bo‘ladi vertikal o‘qli shamol energetik qurilmasi parraklar soni undan biror ko‘proq bo‘ladi. Bizning vertikal o‘qli shamol energetik qurilmamizni parraklari soni 4 tani tashkil etadi. Vertikal o‘qli shamol energetik qurilmalari parraklari bir o‘qga maxkamlanib ushbu o‘q pachemniklar orqali doimiy magnit yordamida qo‘zatiladigan o‘zgarmas tok generatori maxkamlanadi. Parraklar yuzasi o‘zgaruvchan bo‘lib ular orasidagi burchak 90^0 ni tashkil etadi. Parrakning o‘rtasiga asos qilib tayanch maykamlangan u o‘rtadagi o‘qga biriktirilgan. Parraklarni shamol bilan birinchi tasirlashuvchi qismi yassiroq qilib oxiri chiqib ketuvchi qismi esa botiqroq qilib ishlangan. Bu holatda yasalishi parraklarga urilgan havo oqimi undan chiqib ketishda keyingi parrakda tormozlovchi kuch hosil qilmaydi. Bu ifoda quyidagich aniqlanadi.

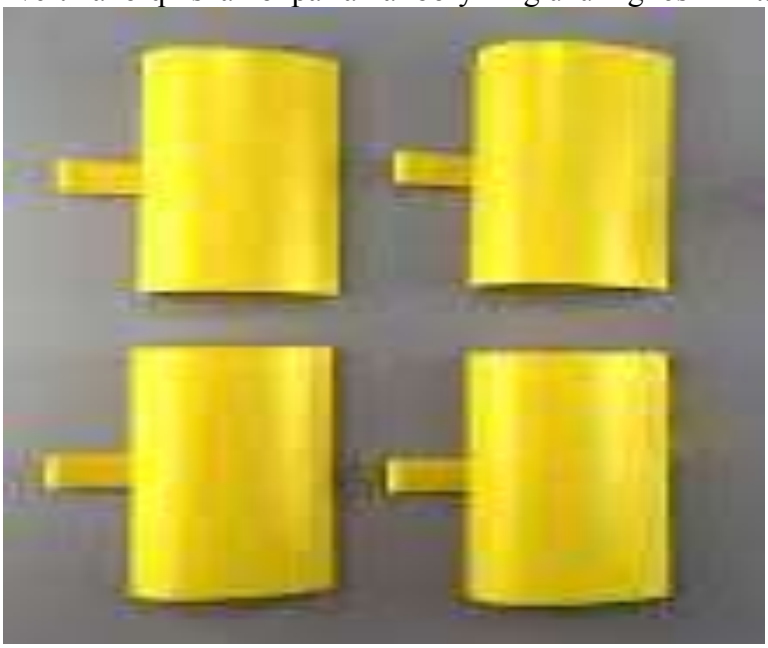
$$F=ma \qquad a=\frac{v_0-v_2}{\Delta t}$$

Parrak o‘lchami va shakli uning yasalish mexanizmi murakkab jarayon hisoblanadi. Asosiy o‘rinda barcha shamol energetik qurilmasiga tegishli har bir jihozlarni birin ketinlik bilan o‘z joyiga o‘rnatish kerak. Dastlab taglik qismini yaratish so‘ng uni aylanuvchi mexanizmini va boshqa qismlarini joylashtirishimiz kerakdir. Vertikal o‘qli shamol energetik qurilmasiga tegishlik bo‘lgan barcha jihozlar va ularni o‘lchamlari keltirilgan.



1-Rasm Vertikal o‘qli shamol energetik qurilmasining tashkil qiluvchi tuzilmalari.

Shamol energetik qurilmasi konstruksiyasi shakli manashu ko‘rinishni olgan holda yig‘iladi. Ushbu vertikal parraklar asosan havoning old qarshilik kuchi hisobiga ishlaydi. Bizning tajribamizda vertikal o‘qli shamol parraklar bo‘yining uzunligi 6sm ni tashkil etadi.



2-Rasm Vertikal o‘qli shamol energetik qurilmasi parragi.

Parrak eni uzunligi 3sm uni maxkamlanish qismining uzunligi esa 1sm ni tashkil etadi. Maxkamlanish uzunligi bo‘lishiga asosiy sabab markazdan qoshma kuchni kattalashtirish maqsadida qo‘llaniladi. Uni maxsus qurilma orqali vertikal o‘qga

maxkamlaymiz. Maxsus maxkamlanuvchi qurilma esa o‘zgarmas tok dvigatelidan 3.5sm balandlikga o‘rnatilgan bo‘lib, bu nuqta parrakning markaziga to‘g‘ri kelib diametri 2sm ni tashkil etadi. Shamol energetik qurilmasini parraklarini harakatga keltirish uchun tabiiy shamol va suniy shamoldan foydalanamiz. Tajribamizda shamol suniy bo‘lib shamollatgich (ventilyator) dan foydalanildi.

Shamol tezligini o‘lchash ushun elektronlashgan anemometrdan foydalanib o‘lchadik. Bunga ko‘ra shamol tezligi parraklarga urilish oldidan o‘lchanib olindi va parraklarni bir qismiga urilishini hisobga oldik. Vertikal o‘qli shamol energetik qurilmasi uchun shamol faqat bir tomondan kelishi foydalidir sababi ikkinchi tomondan shamol esishi unda tormozlovchi kuchni hosil qiladi. Shamol esib parrakga urilish yuzasini ham umumiy yuzani yarmi olinadi. Shamol kelib uriluvchi yuzani to‘g‘ri to‘rtburchak deb hisoblasak undan faqat shamol yo‘nalishiga nisbatan aylanadigan qismini hisobga olamiz. Shamol yo‘nalishida aylanadigan qismi botiqroq shamol yo‘nalishiga nisbatan qarshi tomoni qavariq qilib ishlangan hisoblandi. Shu sababli botiq tomonida shamolning parrakga beruvchi kuchi qavariq tomonga beruvchi kuchida ancha katta bo‘ladi. O‘lchangan natijalarga ko‘ra shamolning tezligi 2.8m/s tezlikga yetganda parraklar harakatlana boshlagani malum bo‘ldi.

3-Rasm Anemometr

Ushbu rasmda anemometr ko‘rinishi aks etgan bo‘lib u shamolni tezligini va yo‘nalishini aniq o‘lchab beradi. Unga turli xil datchiklar o‘rnatilgan bo‘lib shamol esib turgan hududni kengligini, geografik joylashishi, shamol harakat yo‘nalishi, havo namligi, shamolni tezlik miqdorni aniqlab beradi. Bunda shamol tezligi qaysi tomondan kelishdan qatiy nazar aniq o‘lchab beradi. Shamol kinetik energiyasi hisobga anemometr ichki qismidagi parraklar aylanadi va shamol tezligi aniqlanadi.

Xulosa

Olingan natijalardan ko‘riladiki shamolning tezligi malum miqdorda bo‘lgandagina shamol parragi aylanishni boshlar ekan. Bunga asosiy sabab har qanday qurilma uchun qarshilik kuchi mavjud bo‘lib uni yengigan so‘ng ishlashni boshlaydi. Shamol parrakni aniq bir tezlikga yetganda qo‘zg‘aladi. Bu qo‘zg‘alish tezligi shamol energetik qurilmasi uchun yasalgan parrakni yuzasiga va ularni parraklar soniga bog‘liq bo‘ladi. Bizning tajribamizda parraklar soni 4 ta bo‘lib aylanish uchun qulaydir. Bunda qo‘zg‘alish tezligi 2.8m/s ekanligi anemometr yordamida aniqlandi.

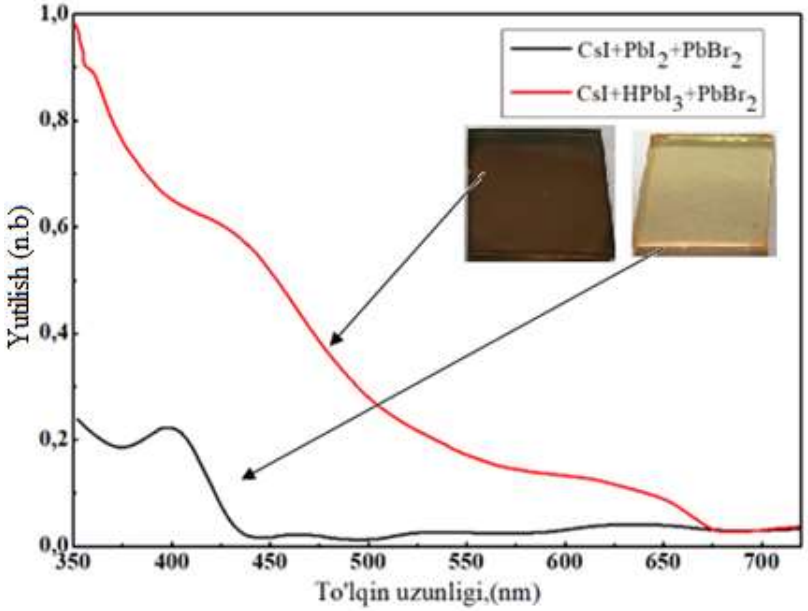
Foydalanilgan adabiyotlar

1. Boeing Engineering and Construction: MOD-2 Wind Turbine System Concept and Preliminary Design Report, Vol. II, Detailed Report, DOE/NASA 0002-80/2, NASA CR-159609, July 1979.
2. AWEA (2002) The most frequently asked questions about wind energy. American Wind Energy Association, Washington D.C.
3. Grover, R. D. and E. G. Kadlec: *Economic Analysis of Darrieus Vertical Axis Wind Turbine Systems for the Generation of Utility Grid Electrical Power. Vol. III: Point Designs*, Sandia Laboratories Report SAND78-0962, August 1979.
4. Lee L G (2004) Wind energy developments: Incentives in selected countries. EIA
5. Komilov M. (2021) Norwegian Journal of development of the International Science. MODELING THE PHOTOELECTRIC PARAMETERS OF THIN SILICON-BASED SOLAR CELLS USING THE SENTAURUS TCAD (стр. 62-65)

$CSPBI_2Br$ PEROVSKIT FAOL QATLAMLARINI OSON VA PAST HARORATLARDA TAYYORLASH

I.R.Boynazarov[1],A.X.Tursunova, A.A.Saparbayev[1,2]
U.A. Arifov nomidagi Ion plazma va lazer texnologiyalari instituti[1]
Mirzo Ulug’bek nomidagi O’zbekiston Milliy Universiteti[2]
ilhomboynazarov0821@gmail.com

Noorganik $CsPbI_2Br$ perovskit materiallar yuqori termal mustahkamlik va faza barqarorligiga ega ekanligi bilan perovskit asosidagi quyosh elementlari uchun istiqbolli hisoblanadi. Biroq, $CsPbI_2Br$ perovskitning barqaror va yuqori samaradorlikka ega kubik strukturali qora fazasini olish uchun >250 ^oC yuqori haroratli qizdirish talab qilinadi.[1] Perovskit quyosh elementlari uchun kubik strukturali qora faza ideal holat hisoblanadi. Sababi bunday holatda perovskit faol qatlam Ichida zaryadlarning harakatlanishi va yashash vaqti eng yaxshi natijaga erishadi, ya’ni ajralgan qaramaqarshi zaryad jufti eksitonning yashash vaqti uzoqroq bo’lib tezda rekombinatsiyaga uchramaydi. Shuningdek qora fazada perovskit faol qatlamning yutilish spektri ham keng diapazonda bo’ladi. [2] Ushbu ishda, samarali va barqaror quyosh elementi materiallari sifatida ta'kidlangan yuqori samarali noorganik $CsPbI_2Br$ perovskitni yasash uchun qulay past haroratli bir bosqichli usul ishlatilgan bo’lib, noorganik $CsPbI_2Br$ perovskit quyosh elementini bir bosqichli spin koating usuli yordamida oson yotqizildi va 100^oC past haroratli qizdirish jarayoni orqali $CsPbI_2Br$ faol qatlamlari tayyorlanib yutilish spektrlari tadqiq qilindi.



1-rasm. $CsI+PbI_2+PbBr_2$ *va* $CsI+HPbI_3+PbBr_2$ *eritmasidan foydalangan holda 100^oC da qizdirilgan ikki xil* $CsPbI_2Br$ *perovskit faol qatlamlarning yutilish spektrlari*

1-rasmda yutilish spektri grafigidan ko’rish mumkinki, odatda $2CsI+PbI_2+PbBr_2$ prekursor eritmasi orqali olingan $CsPbI_2Br$ perovskit faol qatlami 100 ^oC haroratda 10 daqiqa davomida qizdirish orqali kristallanishi qiyin. Olingan bu $CsPbI_2Br$ faol qatlam sariq och jigarrang va sariq faza xususiyatlarini ko'rsatadi. Yutilish spektri intensivliklaridan ko’rish mumkinki, tayyorlangan $CsPbI_2Br$ perovskit faol qatlam yutilish chegarasi 450 nm dan boshlanadi va intensivlik piki esa 400 nm atrofida bo’lib, 400 nmdan katta to’lqin uzunliklar sohasida yutilish koeffisenti deyarli nolga teng. Bu natija $CsI+PbI_2+PbBr_2$ eritmasi orqali tayyorlangan $CsPbI_2Br$ perovskit faol qatlamning kristallanishi 100 ^oC dan past haroratda

erishish qiyin ekanligini ko'rsatadi. Natijada sariq faza strukturaga ega perovskit faol qatlamlari juda yomon fotovoltaik natijalarni namoyon etadi. Shu sababli, PbI_2 perovskit materiali o’rniga $HPbI_3$ materialini almashtirgan holda quyidagi $CsI+HPbI_3+PbBr_2$ eritmani hosil qildik. Ushbu eritmani ham oddiy bir bosqichli spin qoplama jarayoni yordamida perovskit faol qatlamini oldik. 1-rasmda yutilish spektri grafigidan 100 ^oC haroratda 10 daqiqa qizdirish orqali sariq faza strukturasidan qora faza strukturasiga o’tish jarayoni yetarli darajada bo’lganligini ko’rish mumkin. Ya’ni perovskit faol qatlam strukturasi qizdirish natijasida to’lig’icha kubik struktura xosil qilmoqda. Past haroratda qizdirilgan $CsI+HPbI_3+PbBr_2$ eritmasi orqali olingan $CsPbI_2Br$ faol qatlamning yutilish spektrini $CsI+PbI_2+PbBr_2$ eritmasi orqali tayyorlangan $CsPbI_2Br$ perovskit faol qatlamning yutilish spektri bilan solishtirilsak, shubhasiz, $CsI+HPbI_3+PbBr_2$ eritmasidan foydalangan holda tayyorlangan perovskit faol qatlam barqarorligi, yutilish intensivligining yuqoriligi va quyosh nurining kengroq diapazonda yutilishini ko’rishimiz mumkin. $CsPbI_2Br$ perovskit faol qatlamning yutilish chegarasining boshlanishi taxminan 679 nm ni tashkil qiladi, bu natija esa qora faza strukturaga ega $CsPbI_2Br$ perovskit faol qatlam uchun olingan yutilish spektri natijlari bilan mos keladi[5]. $CsI+HPbI_3+PbBr_2$ eritmasidan foydalangan holda tayyorlangan $CsPbI_2Br$ faol qatlamga asoslangan perovskit quyosh elementlarning energiya o’zgartirish samaradorligi 10,56% samaradorlikni ko’rsatdi.

Xulosa o’rnida aytish mumkinki, perovskit quyosh elemntlarini past haroratlarda va oson usullarda tayyorlashga erishish uchun perovskit materiallarning tanlovi ham muhim ahamaiyatga ega ekan. Sababi perovskit quyosh elementlari tayyorlashning bir necha minglab kombinatsiyasi mavjud. Bizning bu olgan natijamizdan kelgusida perovskit quyosh elementlarini tayyorlashdagi materiallar tanlovi uchun foydalanish mumkin.

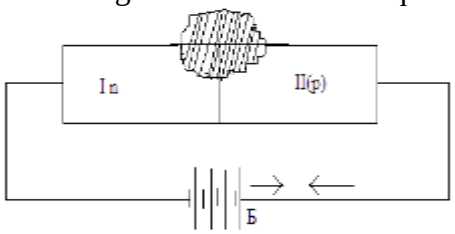
Adabiyotlar

1. Zhao, Y., & Zhu, K. (2016). Organic–inorganic hybrid lead halide perovskites for optoelectronic and electronic applications. Chemical Society Reviews, 45(3), 655-689.
2. Xing, G., Mathews, N., Sun, S., Lim, S. S., Lam, Y. M., Grätzel, M., ... & Sum, T. C. (2013). Long-range balanced electron-and hole-transport lengths in organic-inorganic $CH_3NH_3PbI_3$. Science, 342(6156), 344-347.
3. Yang, W. S., Park, B. W., Jung, E. H., Jeon, N. J., Kim, Y. C., Lee, D. U., ... & Seok, S. I. (2017). Iodide management in formamidinium-lead-halide–based perovskite layers for efficient solar cells. Science, 356(6345), 1376-1379.

YARIMO`TKAZGICh TERMOELEKTR ENERGIYA O`ZGARTIRGIChLAR NING ISSIQLIK VA ELEKTROFIZIK TAVSIFNOMALARINI TEKShIRISh

M.B.Nabiyev[1], M.Omonova[2]
Farg’ona davlat universiteti,
mbnabiyev52@gmail.com, mohidilomonova95@gmail.com

So`nggi paytlarda mamlakatimizda qaytadan tiklanadigan va muqobil energiya manbalariga, ya’ni issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishga qiziqish ortib borayotgani sababli, yarim o`tkazgich termoeyektrik asboblar va fotoelektr stantsiyalarning qurilish loyihalarini amalga oshirilayotganligi juda dolzarb bo`lib, mamlakatimizni yosh ilmiy tadqiqotchilari yarim o`tkazgich materiallarning xossalarini tekshirish va o`rganishning yangi xususiyatlarini optimallashtirish bo`yicha, turli tadqiqotlarni o`tkazmoqdalar, 1821 yilda nemis olimi Zeyebek tomonidan quyidagi kashfiyot kuzatildi: Bu hodisani tub mohiyatini Zeyebek darhol tushuntirib bera olmagan bo`lsada, Pelьtьye tomonidan o`tkazilgan tajriba ancha aniqlik kiritdi. Pelьtьye xuddi shunday turlicha elektrofizik parametrlarga ega bo`lgan materiallar jufti zanjiriga o`zgarmas tok manbaidan elektr toki yuborib bir payvandlangan uchni harorati juda pastlab ketganini va ayni bir paytda esa ikkinchi payvandlangan uchni harorati yuqori ekanligini tekshirdi (rasm-1). Bu ikki o`zaro teskari hodisa keyinchalik to`g`ri talqin qilib berildi va u termoelektrik energetika asosini tashkil qildi.

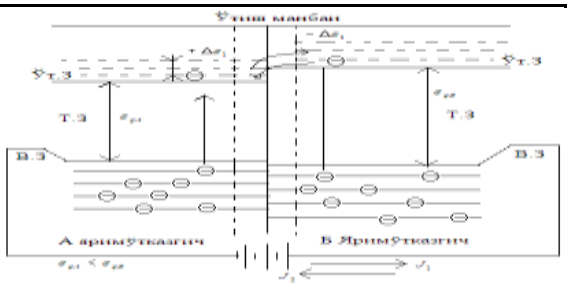


1-расм. Пельтье тажрибасига мисол.

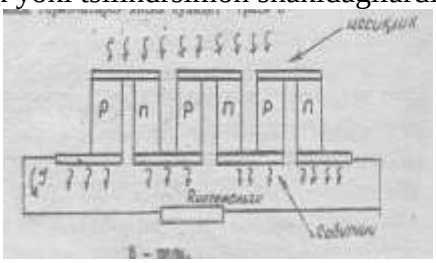
Shunday qilib, 1.) Zeyebek hodisasi mazmuni: O`tkazgichlar kavshar langan uchida tashqaridan qo`shimcha energiya ta’siri bo`lguncha kristall panjaradagi o`z orbitasida joylashgan elektronlar tinch holatda bo`ladilar. Chunki ular yadro bilan bog`langai bo`lib uni ajratish uchun faqat qo`shimcha energiya darkor.Payvandlangan uchga sham yoki boshqa issiqlik manbai orqali ta’sir etilganda yadro bilan avvalo bo`shroq bog`langan elektronlar, bora-bora esa kuchliroq bog`langan elektronlar ham yadrodan uzilib erkin harakat qila boshlaydilar. Natijada issiq uchida erkin elektronlar kontsentratsiyasi ortadi. O`tkazgichlarni sovuq uchlarida esa doimo sovutgich yordamida harorat past darajada ushlab turilganligi sababli elektronlar harakatlana olishmaydi, natijada esa erkin elektronlar deyarli yo`qdek. Issiq uchlarida erkin elektronlar kontsentratsiyasi ko`payishi ularni “bo`shroq” tomonlarga qarab (ya’ni o`tkazgichlarni sovuq uchlari tomon) harakatlanishiga olib keladi. Elektronlarni issiq uchlaridan sovuq uchlari tomon harakatlanishiga asosiy sabab ulardagi energiya ko`pligidir. Bunday elektronlarni oqimi keyinchalik elektr yurituvchi kuchlar deb atala boshladi. Bu E.Yu.K. quyidagicha aniqlanadi: $\sum \mathrm{E}_{AB} = \ell_{\mathrm{A}} - \ell_{B}$ (1)Agar zanjir berk holda bo`lsa, Om qonuniga ko`ra shu E.Yu.K vazanjirni tashkil etuvchilar ichki qarshiliklari hisobiga elektr toki orqali:

$$J = \frac{\sum \mathrm{E}_{AB}}{\sum R} \quad (2)$$

Termoelement zanjiriga yuklama sifatida ulangan qarshilikka ajrab chiqayotgan elektr quvvat: $W_{T\Theta} = \mathrm{E}J$ (3) bo`lib, u TE ni generatorlik xossasini belgilaydi.



2.)Peltye hodisasini zonalar diagrammasi yordamida oson tushuntiriladi. Buning uchun ikki xil yarimo`tkazgich payvandlangan kontakt diagrammasiga murojaat qilamiz. (rasm-2) A va B yarimo`tkazgich zanjiriga elektr manbasini ulab, hoh u tomonga yoki qutblarini o`zgartirgan holda hoh bu tomonga elektr tokini yo`naltiraylik. Ma’lumki turli elektrofizik parametrli yarimo`taazgichlarni zona diagrammasida ham farq bo`ladi. Shulardan biri ta’qiqlangan zona (T.Z) kengligi hamdir. Misolimizda A yarimo`tkazgichni taqiqlangan zonasidan B yarimo`tkazgichni taqiqlangan zonasi biroz kengroq bo`lganligi sababli tashqi elektr ta’sir yo`nalishi J_1 holatda bo`lgan o`tkazuvchan zonaga yotib olgan elektron o`tish maydoni ta’sirida B yarimo`tkazgichdan A yarimo`tkazgichga o`tadi. Bu elektron qoidaga ko`ra A yarimo`tkazgichni o`tkazuvchan zonasida eng pastda joylashgan va bo`sh bo`lgan energetik sathni egallamog`i darkor. Ammo bu sathenergiyasidan erkin uchib kelgan elektron energiyasi $+\Delta\varepsilon_g$ ga ortiqcha bo`lganligi sababli joylasha olmaydi. Joylashish uchun esa shu $+\varepsilon_g$ miqdordagi energiyani o`zidan issiqlik nurlanishi sifatida chiqarib yuborilib kristall panjaraga uzatmog`i lozim. Xuddi shunday bularda ham elektronlarni uzluksiz ravishda ortiqcha energiya miqdorini kristal panjaraga berishi natijasida shu payvandlangan qism qiziydi.Endi tok yo`nalishi J_2 holatda bo`lgan paytdagi hodisani ko`raylik. Bunda tokni yo`nalishga mos holla A yarimo`tkazgich valent zonasidagi (V.Z) elektronlar o`tkazuvchan zonaga o`tgach elektr va o`tish maydoni ta’sirida B yarimo`tkazgichning o`tkazuvchan zonasiga o`tishi kerak bo`ladi. Buni amalga oshirish uchun $-\Delta\varepsilon_{g1}$ energiya yetishmaydi. Elektron xuddi shu yetishmagan energiya miqdorini esa kristall panjaradan oladi. Elektronlarni tinimsiz ravishda kristall panjara energiyasi hisobiga A yarimo`tkazgichdan B yarimo`tkazgichga o`tishi materialni shu uchini sovib ketishiga olib keladi. Bu hodisalarni elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish jarayonlari uchun ham misol qilib olinsa bo`ladi.Termoelektrik energetikada asosan Zeyebek xodisasiga asoslangan kurilmalardan foydalanilib ular yordamida issiqlik energiyasi yordamida elektr energiyasi olinadi. Termoelementlar (TE) Zeyebek misolida ko`rsatilganidek ikki xil elektrofizik parametrlarga (ya’ni elektro`tkazuvchanlik $\sigma$ , issiqlik o`tkazuvchanlik χ va issiqlik elektr yurituvchi ku-chi koeffitsiyenti α ga) ega bo`lgan yarimo`tkazgich materiallardan yasaladi. Bu materiallarni biri r-tipidagi o`tkazuvchanlikka ega bo`lsa, ikkinchisi esa r—tipidagi o`tkazuvchanlikka egadir. Termoelementlar shakli ham turlicha bo`lishi mumkin. Ulardan eng ko`p tarqagani to`g`ri to`rtburchak yoki tsilindrsimon shakldagilardir .



Termoelementlarni issiqlik qabul qiluvchi yuqori uchlari va sovutilib turuvchi pastki uchlari kommutatsion (birlashtiruvchi) plastinkalar bilan tutashtirilgan bo`lib, ular orqali isitgichga (yoki sovutgichga) ulanadi. Bir necha termoelementni ketma-ket ulansa termobatareya hosil bo`ladi (rasm- 3).TEni f.i.k.si $\eta_{ÒÝ}$ ni hisoblash quyidagicha: $\eta_{T\Theta} = \frac{T_U - T_C}{T_U} \cdot \frac{M-1}{M + \frac{T_C}{T_U}}$ bu yerda

$$M = \sqrt{1 + \frac{1}{2} Z(T_C - T_U)}$$

$$Z = \frac{\alpha^2 \sigma}{\chi} \approx 2{,}4 \div 2{,}7 \cdot 10^{-3} \, epa\partial^{-1}$$

TE f.i.k.ni T_i ga bog`liqligi grafigini chizish va eksperimentga matematik model yaratish mumkin.

Adabiyotlar.

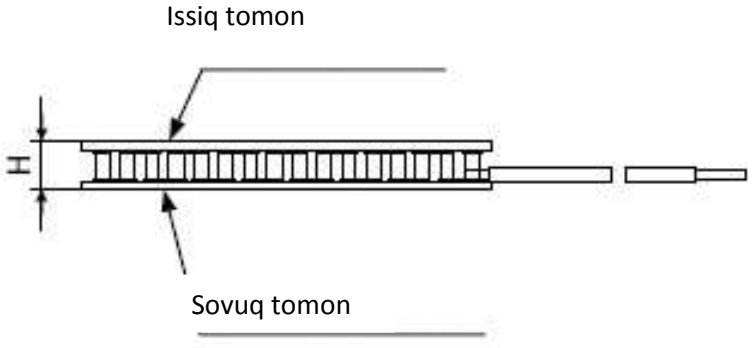
1. Ye.K.Iordanishvilli. ”Termoelektrik energiya manbaalari” M.1968y.
2. M.B.Nabiyev., K.E.Onarqulov., Ya.Usmonov va bosh,, Termoelektr energiya o`zgartirgichlar.FDUnusxa ko`paytirish tipografiyasi, Farg`ona-2018yil.
3. M.B.Nabiyev Yarim o`tkazgichli termoelementlar. Monografiya. “FDU” nashiriyoti.Farg`ona-2022.

TERMOELEKTRIK GENERATORLAR MODULIDAN FOYDALANISH

X.A.Mo’minov, A.J.Iskandarov, M.SH.Mamadaliyev
Namangan muhandislik texnologiya instituti,

Ma’lumki, hozirgi kunda ko’plab olimlar ekologik toza usulda olinadigan energetikani rivojlantirish ustida ko’plab izlanishlar olib bormoqdalar. Spu yo’nalishda issiqlikni to’g’ridan to’g’ri elektr energiyasiga aylantirib beruvchi termoelektrik ganeratorlar ham alohida ahamiyatga ega.

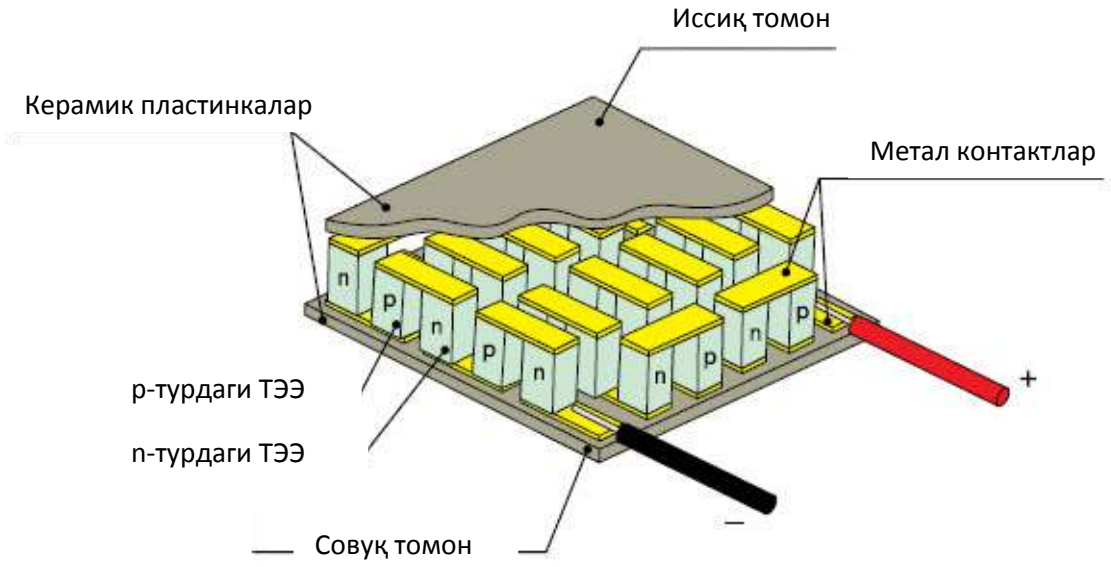
Kuchlanish va quvvatni ortirish uchun shunday termojuftliklar sonini ortirib 1 - rasmdagidek ketma-ket ulanishi kerak.



1-rasm. Termojuftliklar ulanishini yon tomondan ko’rinishi.

Odatda juda ko’p sondagi tekmojuftlarni bir to’plamga joylab termoelektrik juftliklar modulini yaratiladi.

2-rasmdagidek qurilmani termoelektrik generator moduli deyiladi. Uning yuqori qismiga issiqlik beriladi, pastki qismidan issiqlik olib ketiladi.



2-rasm. Termoelektrik generator moduli.

Bunday termoelektrik modullar yordamida olingan maksimal quvvatga tashqi yuklama va ichki qarshiliklar nisbati

$$m=\frac{R_T}{R_N}\approx 1,4$$

bo’lganda erishilishi kuzatilgan.

Termoelektrik generatorlar samaradorligi uning foydali ish koeffitsienti $\eta = P/Q_L$ orqali aniqlanadi.

FIKni oshirish uchun isitilayotgan va sovutilayotgan tomonlarga berilayotgan Q_t va olib ketilayotgan Q_c issiqlik energiyasi farqini ortirish kerak. Elektr quvvati temperaturalar farqining kvadratiga proportional bo’ladi.

$$P=Q_L-Q_C\approx J^2R_n\sim\Delta T^2$$

Ko’ramizki, temperaturalar farqini va moduldagi termoelementlar sonini yetarlicha tanlansa, yoritish tizimida samarali ishlatiladigan elektr energiyasi manbaiga ega bo’lish mumkin. Haqiqatdan ham kundalik yoritish tizimidagi uzilishlarni qoplashda energiyasi tez tugaydigan sham, fonar va turli akkumulyatorli yoritgichlar o’rniga termoelektrik generatorlardan foydalanib, yuklama qarshilik o’rnida diod lampalar ishlatilsa, ancha qulaylikka va iqtisodiy tejamlikka erishiladi. Aytish kerakki, bu tizimda termoparalar modulini yaratgach, issiq va sovuq temperaturalar farqini hosil qilish muammosini hal etish lozim. Buning uchun bir tomonga xonadonni isitadigan pech, o’choq, batareya va hokazolardan, ikkinchi tomondan atmosfera temperaturasidan foydalanish mumkin. Temperaturalar farqi 50 – 100^0 C bo’lgandayoq EYUK hosil bo’lishi kuzatila boshlaydi va u bir necha to’plamli yorug’lik diodlarini energiya bilan tahminlashga yetarli bo’ladi.

Issiqlik oqimi zichligini o’lchashda termoelektrik generatorlardan foydalanish mumkin. Odatda turli dvigatellarni issiqlik rejimini nazorat qilish, turli asbob va mexanizmlarda issiqlik yo’qotilishini aniqlash, issiqlik o’tkazuvchanlik koeffitsientlari haqida ma’lumot olish, biologik ob’yektlarni issiqlik chiqarishi dozalarini nazorati, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va ko’plab boshqa sohalarda issiqlik yo’qotilishini nazorati zarur. Teplomer sifatida termoelektrik moduldan foydalanishni asosiy ish tamoyili yordamchi devor deb ataladigan usuldan iborat. Issiqlik oqimi yo’liga o’lchov devori qo’yiladi – u ma’lum issiqlik o’tkazuvchanlik koeffitsientiga ega bo’lib, termoelektrik modulda devor rolini bir tomoni o’ynaydi. Boshqa hech qanday qo’shimcha asbob talab etilmaydi. Buning afzalligi shundaki, termoelektrik modulda hosil bo’lgan EYUK qiymatiga qarab, temperaturalar farqi, ya’ni issiqlik oqimi o’lchanadi. Termogeneratorlarni teplomer sifatidagi ish rejimi bu ularning generatsiyasining xususiy holi bo’lib tashqi yuklama qarshilik cheksizga teng bo’lgan holidir.

Adabiyotlar

1. Bronshteyn A.I. Fizicheskiye osnovi rascheta poluprovodnikovix termoelektricheskix ustroystv. M.: Fizmattiz, 1962.
2. Goldsmit G. Primeneniya termoelektrichestva / Per. s angl. Pod red. A.F. Chudnovskogo. M.: Fizmattiz, 1963.
3. Oxotin A.S., Yefremov A.A., Oxotin V.S.,Pushkarskiy A.S. Termoelektricheskiye generatori. M.: Atomizdat, 1971.
4. Iordanishvili Ye.K. Termoelektricheskiye istochniki pitaniya. M.:Sovetskoye radio, 1968.

ORGANIK QUYOSH ELEMENTLARINI YUTILISH SPEKTRLARINI O’RGANISH (P3HTva PCBM ASOSLI).

B.K.Sobirova[1,2], I.I.Tojiboyev[1]
O‘zRFA U. A. Arifov nomidagi Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti[1]
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti[2]

Quyosh ulkan energiya manbai. Quyosh spektral nurlanishining yer yuzasida intensivligi 1000 Vt/m^2 Quyosh elementlari quyosh nuridan energiya olish uchun ixtiro qilingan. Quyosh elementi - bu yorug'likni to'g'ridan-to'g'ri fotovoltaik ta'sir orqali elektr energiyasiga aylantiradigan qattiq holatdagi elektr qurilma. Yorug'likning elektr energiyasiga aylanishi atomlarni ionlash uchun yetarli energiyaga ega fotonlarni yutish va shu orqali erkin, manfiy zaryadlangan elektronlar va musbat zaryadlangan ionlarni hosil qilish orqali amalga oshiriladi [1].

Organik quyosh elementlarini noorganik quyosh elementlaridan afzalligi uning tannarxining arzonligi, yengilligi, egiluvchanligi, olish texnologiyasining murakkab emasligi organik quyosh elementlariga bo’lgan qiziqishni yanada oshirmoqda. Organik yarimo’tkazgichli quyosh elementlarining noorganik yarimo’tkazgichli quyosh elementlariga qaraganda energiya samaradorkigini pastligi, ishlash vaqtining qisqaligi, degradatsiyaga tez uchrashi, siljish xarakatchanligining son qiymati noorganik yarimo’tkazgichli elementlatga qaraganda ancha pastligi [2] kabi kamchiliklari mavjud.

Biz organik quyosh elementlarini yasashdagi tadqiqotlarimizda donor poli 3-geksiltiofen (P3HT) va elektron akseptor 6,6-fenil-C71-butirik kislota metal efiri (PCBM)faol donor-akseptor aralashmasidan tayyorlangan faol qatlamli organik quyosh ekementlaridan foydalanyapmiz. Tajribada (Indiy Tin oxide) ITO/ poli (3,4-etilendioksitiofen); polisrtol sulfat (PEDOT;PSS)/P3HT;PCBM/Al strukturaviy fotoelement qurilmasi tayyorlanib, fotoelektrik parametrlari va optik yutilish spektrlari tadqiq qilinadi. Laboratoriya sharoitlarida OQElarning samaradorligini oshirish bo’yicha ilmiy izlanishlarda eng ko’p qo’llaniladigan va qulay texnologik yondashuvlardan biri sifatida faol qatlamni taglikka yotqizishdagi spin qoplama (spin koating) usuli hisoblanadi [3].

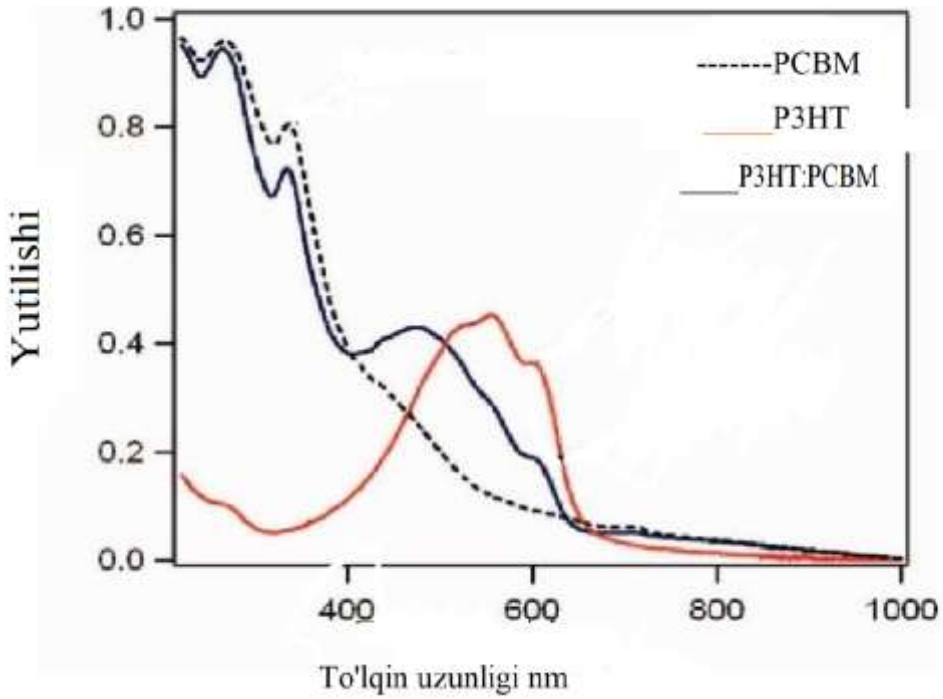
P3HT:PCBM quyosh elementlari tuzilishi qurilmani ishlab chiqarish jarayoni turli OQElar uchun farq qiladi. Odatda P3HT: PCBM quyosh batareyasini ishlab chiqarish jarayoni quyida tasvirlangan: P3HT va PCBM ishlab chiqarishdan 24 soat oldin xlorbenzolda eritilgan. Aralash eritmasi jami 1 Wt% bo'lib, P3HT va PCBM 1:1 nisbatidan iborat. ITO (Indiy Tin Oxide) kontakt yotqizilgan shisha tagliklar bir necha bosqichda (deionlashtirilgan suv va atsetonda ultratovushli vannada) tozalanadi va azot gazi yordamida tozalanadi. So’ngra bir necha daqiqa davomida kislorod pazmasida tozalanadi [4]. Dastlab ultratovushli vannani yoqib unga distillangan suv quyamiz va har bir bosqichimizda 13 minutda tozalab olamiz.

1) dionizatsiyalangan suvda 13 minut
2) atsetonda 13minut
3) dionizatsiyalangan suvda 13 minut
4) izopropil spirtida 13 minut

Ultratovushli vannaga solib tozalab olamiz, eng so’nggida (ITO) qoplangan shishamiz izopropil spirtida qolishi kerak. Keyin har bir (ITO) qoplangan shishani azot bilan quritamiz. Taglikni tozalash yakunlangandan so’ng kovaklarni yaxshi tashilishi va elektronlarga buffer vazifasini bajaruvchi, xlorobenzol yordamida eritib tayyorlangan PEDOT:PSS materiali atmosfera muhitida “Spin coating" usulida yotqiziladi [5]. Tayyor bo’lgan shisha (ITO) PEDOT:PSS tagliklar azot bilan to’ldirilgan qo’lqopli maxsus qutiga joylashtiriladi. Shisha

(ITO) PEDOT:PSS tagliklar ustiga sof P3HT:PSBM va ularning aralashmalaridan tayyorlangan P3HT:PSBM yupqa qatlamlari “Spin coating” usulida yotqiziladi.

Organik quyosh elementlarini laboratoriya sharoitida tayyorlab olgandan so’ng uning yutilish spektrlari o’lchandi. Bu natijalar shuni ko’rsatdiki P3HT:PCBM asosli organik quyosh elementlari 400-700 nm to’lqin uzunlikdagi nurlarni yutish hususiyatiga ega ekan.



1-rasm .P3HT:PCBM geterostrukturaning yutilish spektlari

Rasmdan ko’rinib turibdiki PCBMning yutilish spektri 300-600 nm oralig’ini o’z ichiga oldi. P3HTning yutilishi 400-600 nm oralig’ida. P3HT:PCBM geterostrukturasining yutilish spektri 400-700 nm oralig’ini tashkil etadi.

Xulosa qilib aytishimiz mumkunki P3HT:PCBM geterostrukturaga ega bo’lgan quyosh elementlari quyosh nurlarini ko’proq qismini yutishi bilan ajralib turadi. Bu esa OQElari kelajakda istiqbolli natijalarga erishishini ta’minlaydi.

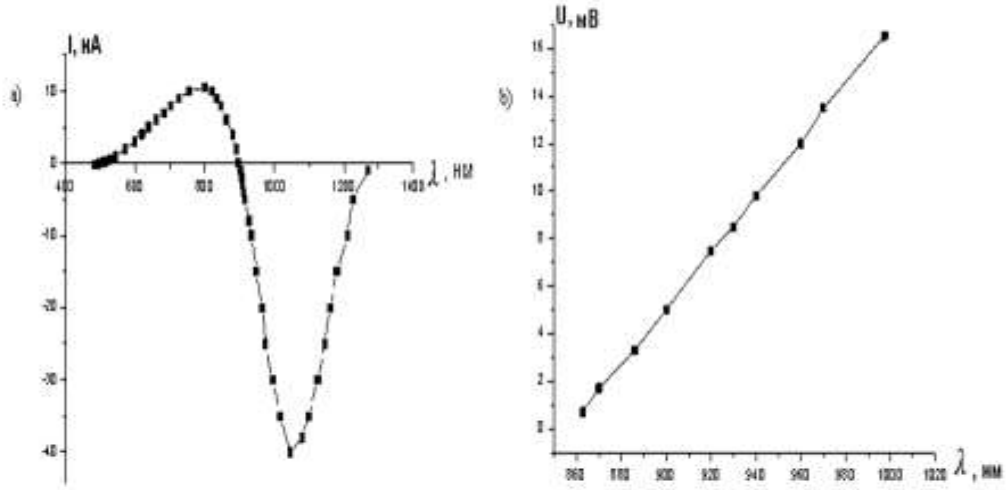
Adabiyotlar

1. Burke D. J., Lipomi D. J. Green chemistry for organic solar cells //Energy & Environmental Science. – 2013. – Т. 6. – №. 7. – С. 2053-2066.
2. H.Hoppe and N. S. Sariciftci, \Organic solar cells: An overview," Journal of Materials Research, vol. 19, pp. 1924{1945, 2004.
3. Lu L, Zheng T, Wu Q, et al.. Chemical reviews: 2015, 115 (23): 12666-12731.
4. The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Soitec[J]. CEA-Leti and the Helmholtz Center Berlin: 2013.
5. Perzon, E.; et al.. Synthetic Metals 154, (2005) pp.53-56

KREMNIYGA ASOSLANGAN BOSHQARILADIGAN FOTO SEZUVCHAN SPEKTORLI FOTODETEKTORLAR.

A.A.Abdullayev, Q.A.Yo’ldashev
[1]*Namangan Muhandislik Qurulish Instituti,*
yoldashevqodirjon11@gmail.com

A^2B^6 birikmalaridan yarimo’tkazgichli asboblar (yadroviy nurlanish detektorlari, fotodetektorlar) uchun eng istiqbolli material kadmiy tellurid va kadmiy sulfiddir. Quyosh elementlarining yarimo’tkazgich fizikasi nuqtai nazaridan Si-CdS tizimi yangi ob’ekt - qatlamli geterostrukturalardir. Kremniy er qobig’ida eng ko’p tarqalgan elementdir. Hozirgi vaqtda kremniyni olish va tozalash texnologiyasi yaxshi rivojlangan, shuning uchun kremniy mikroelektronika va elektronika sanoati uchun asosiy materialdir. Kadmiy tellurid va kadmiy sulfidining yarim o’tkazgich xususiyatlarining afzalliklarini kremniy bilan birlashtirish dolzarb vazifadir, xususan, kadmiy tellurid, kadmiy sulfid va kremniy o’rtasida ideal diapazonli diagrammaga ega bo’lgan geterobirikmani yaratish yarimo’tkazgichli asbobsozlikda yangi imkoniyatlar ochadi. Bir qator muammolarni hal qilish uchun ultrabinafsha (UB) va infraqizil (IQ) hududlarda fotosensitivlik spektrining turli shakllariga ega selektiv fotodetektorlar (FD), shu jumladan to’lqin uzunligiga qarab fotovoltaj belgisini inversiyalash kerak.

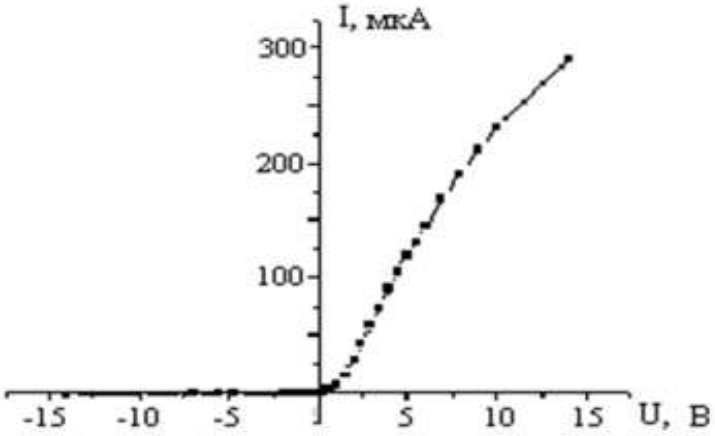


1-rasm. a) va b) p/Si-p/CdTe -p/CdS tuzilmalarining fotoo'tkazuvchanligining 300 K da o'lchanadigan spektral va inversion xarakteristikalari.

Nurlanishning ma’lum to’lqin uzunligiga sezgir bo’lgan fotodetektorlarni olishning texnologik usullari mavjud. Bunday usullardan biri [1, 2] ishlarda ko’rib chiqilgan bo’lib, u erda samarali qatlamli ultrabinafsha fotodetektorlarni ishlab chiqarish haqida xabar berilgan, bunda maksimal spektral sezgirlik (S_{max}) ZnS-CdS tizimining qattiq eritmasining tarkibiga qarab spektrning keng diapazonida (280-480 nm) bo’lishi mumkin. Biroq, Si-CdTe-CdS asosidagi IQ sohasida fotointensivlik spektri shakliga ega bo’lgan fotodetektorlar o’rganilmagan. Shuning uchun, IQ sohada ishlaydigan fotodetektorlarni olish va UB mintaqasida ishlaydigan fotodetektor bilan birlashtirish yarimo’tkazgichli asboblar fizikasida alohida qiziqish uyg’otadi.

Ushbu maqolada IQ sohada ishlaydigan fotodetektorlarni olish natijalari va p/Si-p/CdTe-n/CdS heterostrukturasining elektr xossalari keltirilgan. Bunday geterostrukturalar KDB-10 tipidagi kremniy plastinka yuzasiga qalinligi 300-400 mkm va bosimi 10^{-5} torr vakuumda bo’lgan yarim yopiq tizimda CdS kukunlarini cho’ktirish orqali yaratilgan.

MII-4 mikroskopidan foydalangan holda yuqoridagi tadqiqotlar shuni ko’rsatadiki, CdS qatlamlari ustunli kristalitlardan (donachalardan) iborat bo’lib, ularning o’lchamlari ≈ 3-5 mkm bo’lib, ular butun qatlam qalinligi ≈2 mkmni to’liq qoplaydi. Indiy (In) atomlarining CdS qatlamsi yuzasida vakuumda cho’kishi natijasida qalinligi 50 Å ga teng bo’lgan og’ir qo’shilgan n+CdS qatlami hosil bo’ldi. Tellurid va kadmiy sulfid asosidagi hosil bo’lgan strukturalarning spektral va inversiya xususiyatlari o’rganildi. O’lchov natijalari 1-rasmda ko’rsatilgan. a) va b) mos ravishda. Uzunroq to’lqin uzunligi inversiya nuqtasi U_f (l) pozitsiyasi qo’llaniladigan egilish kuchlanishiga chiziqli bog’liqligi ko’rsatilgan (1b-rasm). Ushbu struktura uchun inversiya sezgirligi 8,4 nm / mV ni tashkil qiladi.



Konstruksiyalarning joriy kuchlanish xarakteristikasi (VAX) ham tekshirildi. 2-rasmda. VAX berilgan (p/Si-p/CdTe -n/CdS).

Adabiyotlar

1. Chen Z., Lu C. – Sens. Lett, № 3, p. 274-281, Mach 2005.
2. Korvink J.G., Chandran L., Boltshauser T. – Sens. Mater., № 4, p.323-328, April. 1999.
3. Rittersma Z.M., Splinter A., Bodecker A., Benecke W. – Sens. Actuators, v. B 68, C. 210-217, January. 2000.
4. I.B. Sapaev, Sh.A. Mirsagatov and B. Sapaev. The fabrication and investigation of n/CdS-p/CdTe-n/Si// Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika). 2011. № 4, pp.31-35.

PLANAR FOTOQARSHILIKLAR

Abdulaziz
Namangan davlat universiteti

So‘nggi paytlarda A^3B^5 materiallari asosida SHottki barerli , p-n-gomo yoki geterootishli planar fotoo‘tkazgichlar ko‘rinishidagi va zatvorli maydon fototranzistorlarni yaratish va tadqiq etishga katta e’tibor qaratilmoqda. Chunki bu turdagi fotodetektorlar, u tushayotgan nurlanish ta'sirida yupqa qatlam (kanal) qarshiligining o'zgarishiga asoslangan. Shuni ta'kidlash kerakki, fotoqarchiliklar ham, fotosezgir maydon tranzistorlar ham uzoq vaqtdan beri ma'lum bo'lgan.Ammo ular hozirda qayta izlanishlarni boshdan kechirmoqda.Bu ultraqisqa yoruglik impulslarni generatsiyalash metodlarini rivojlantirish bilan asoslanadi va bu yangi imkoniyatlar ochdi, pikosekundli uzunlikdagi kogerenht yoruglik impulslar generatsiyasi mos keladigan tezkor ishlaydigan fotodetektorlar ishlab chiqarishni talab qildi. Mavjud yarimotkazgigichli elektron qurilmalar pikosekundli uzunlikdagi impulslarni shaklantirish imkonini bera olmaydi.

Boshqa tomondan, yarimo'tkazgichli materiallar texnologiyasidagi yutuqlar GaAs <Cr>, InP <Fe> kabi materiallarning yarim izolyatsiyali tagliklarining mavjudligi, yupqa ligerlanmagan qatlamlarning epitaksial o'sishi, A^3 B^5 tipidagi materiallarda tashuvchining yuqori harakatchanligi,asosiy bolmagan zariyad tashuvshilarning yashash vaqtini boshqarish metodini ishlab chiqilishi , submikron o'lchamlarini fotolitografiyani ishlab chiqish, selektiv legirlanlgan geterostrukturalarda geterochegaraga parallel yo'nalishda tashuvchining harakatchanligini oshirish ta'sirini aniqlashlar, pikosekundli tezlikda ishlaydigan fotodetektorlarning jadal rivojlanishiga hissa qo`shdi. Va hozirda pikosekundli tezlikli fotodetektorlar kuchli yuqori tezlikdagi optoelektronik kalitlar, modulyatorlar va generatorlar hamda yadro va rentgen nurlanishining detektorlari sifatida keng qo'llaniladi. Ushbu sinf tuzilmalarini qo'llashning ba'zi jihatlari (56,57) maqolalarda muhokama qilingan. Ushbu maqolada biz ularning optik nurlanishni qabul qiluvchi sifatidagi ishini ko'rib chiqish bilan cheklanamiz.

1. Planar fotoqarshiliklar. O`tatezkor ishlaydigan fotoo`tkazgichlar tayyorlashda Ge, Si, GdSe amorf plyonkalar bilan bir qatorda mos ravishda GaAs ,InP va InGaAs epitaksial qatlamlar yarim-izolatorli GaAs<Cr> va InP<Fe> tagliklarda optik nurlanishni qabul qiluvchi sifatidagi ishini ko'rib chiqish bilan cheklanamiz. Bundan tashqari, fotodetektorlarni yaratish uchun yarim izolyatsion tagliklargga, mikropolosali ohmik kontaktlar to'g'ridan-to'g'ri qoplanadi.Kontaktlar orasidagi masofa odatda 2-100 mkm. Elektrodlar orasidagi kichik masofalarda, yorug'lik kiritish samaradorligini oshirish uchun, kontaktkfh bir-biriga kiritilgan ikkita "taroq" shaklida amalga oshiriladi ", bunda kontakt polosalari (har biri 2 mkm kengligida) bir-biridan bir xil masofada joylashgan.

Yorug`lik nuri tomonidan fotoo'tkazgichlarda, yaratilgan $\Delta$n=$\Delta$p konsentratsiyali asosiy bo`lmagan zaryad tashuvchilari o`tkazuvchanlikni $\Delta\delta_f = q\Delta n(\mu_n + \mu_p)$ga oshishga olib keladi, va ichki kuchaytirish yoki samaradorlik asosiy bo`lmagan zaryad tashuvchilarni yashash vaqtini uchish vaqtiga nisbatiga proportsionaldir $\tau/t_{uch.o`}$.Fsosiy bo`lmagan zaryad tashuvchilarni yashash vaqti odatda qurilmaning tezkorligini aniqlaydi.

Shuning uchun ko'p hollarda pikosekundli fotoo'tkazgichlarni yaratish uchun asosiy bo`lmagan zaryad tashuvchilarning yashas vaqti juda qisqa bo'lgan materiallardan foydalaniladi. Juda qisqa yashash vaqtiga erishish uchun turli usullar ishlab chiqilgan bo'lib, ular yordamida ishlatiladigan materialda samarali rekombinatsiya markazlari vazifasini bajaradigan yuqori zichlikdagi strukturaviy nuqsonlar yaratiladi. Bular materialning amorfizatsiyasi (58), uni proton yoki ion bombardimoni ta`sirida (59,60) radiatsion nuqsonlar,

aralashmali chuqur markazlar kiritish orqali yaratiladi. (61,62). Bu usullar foydalaniladigan materiallarda asosiy bo`lmagan zariyad tashuvchilarning yashash vaqti $10^{-11} \div 10^{-12}$ sek. Shu bilan birga harakatchanlik sezilarli kamayadi, materialni o`zi o`ta nisbatan yuqori solishtirma qarshilikka ega bo`ladi. Bunday fotodetektorlarning samaradorligi 1 dan ancha kichik va 10^{-3}-10^{-5} ga teng. Fototokning ko`tarilish va pasayish vaqtlari pikosekund birliklarida bo`ladi. Yuqori tezkorlik materialning o'ziga xosdir yani asosiy bo`lmagan zaryad tashuvchilarning qisqa yashash vaqti ,va u odatda qo`yilgan kuchlanishga va elektrodlar orasidagi masolarga bog`liq bo`lmaydi. Bu fotoqarshiliklar yuqori darajadagi uyg`otishlarda ishlaydi. Shunday qilib, bunday strukturaga pikosekundlik davomiylikdagi kuchli yoruglik impuls ta’sir qilganida faol sohada muvozanat holatidagidan bir necha marta ortiq bo`lgan tashuvchilarning yuqori zichligi hosil bo‘ladi.Shuning uchun ham bunday signalni kuchaytirishni zarurati ham yo‘q.

Keling, tashuvchilarning harakatchanligi yuqori bo'lgan materiallarga asoslangan planar fotodetektorlarning yana bir turini ko'rib chiqaylik, ularda ishlash tezkorlik va kuchaytirish zaryad tashuvchilarning uchib o'tish vaqtlari bilan belgilanadi. Yuqori samaradorlik va tezlikning muvaffaqiyatli kombinatsiyasi InP va InGaAs ning yupqa epitaksial qatlamlari asosidagi yarim izolyatsiyalovchi InP taglikdagi fotoo'tkazgichlarda olindi.Birinchi marta GaAs ga asoslangan ushbu turdagi yuqori tezlikdagi fotoo'tkazgichlar [63] da tasvirlangan. A^3B^5 tipidagi materiallarga asoslangan planar fotoo'tkazgichning sxematik ko'rinishi quyida keltirilgan (7-rasmga qarang). Kontaktlar orasidagi masofalar d bilan bir necha mikrometrli va NCC ning yashash vaqti faol sohada sekin tashuvchilar tomonidan uchish vaqtidan katta (A^3B^5 holatida bu kovaklar), maksimal mumkin bo'lgan kuchaytirish $G \sim 1 + (\frac{\mu_n}{\mu_p})$ ni tashkil qiladi va tezkorlik teshiklarning uchub o`tish vaqti bilan $t_{uch}^h = \frac{d}{\mu_p E}$, belgilanadi chunki $\tau_n = \tau_p = t_{uch}^h$.

Ushbu turdagi fotoo'tkazgichlarning asosiy xarakteristikalari o'tish vaqtlari bilan aniqlanganligi sababli, kuchaytirish va tezkorlik qo'yilgan rkuchlanishga bog'liq. InGaAs asosidagi fotoo`tkazgichning kuchaytirish koeffitsientining qo`yilgan kuchlanishga tipik bog`lanishi (1 rasm)da ko`rcatilgan. Kuchaytirish elektronlar to'yinganlik darajasiga yetadigan maydon kuchiga qadar chiziqli ravishda ortadi.Xuddi shu rasmda elektron tezligining elektr maydoniga (65) bog‘liqligi ko‘rsatilgan.

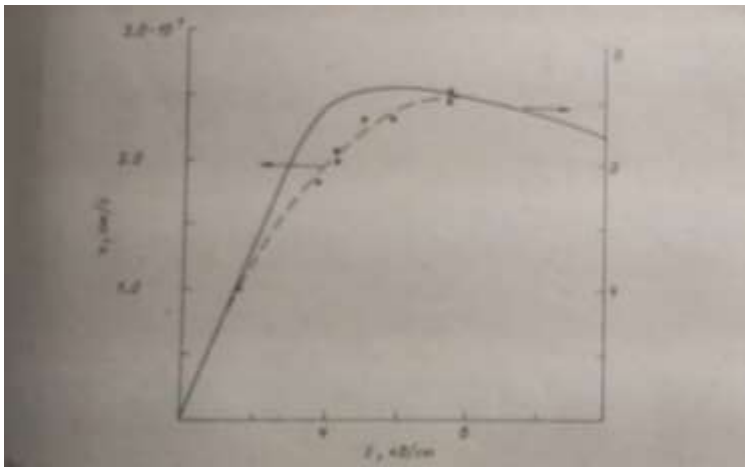
Fotoo`tkazgichlarda qorong'u toklarni kamaytirish uchun imkoni boricha u yuqori qarshilikka ega bo'lish maqsadga muvofiqdir.Buning uchun epitaksial qatlamlarni o`tkazgich kanalini kesimi kivyoviy usulda ydiriladi yoki epitaksial qatlamlardagi asosiy tashuvchilarning konsentratsiyasini kamaytirish uchun noyob tuproq elementlari bilan ligerlanadi (66).

InP va InGaAs asosidagi planar fotoo`tkazgichning xarakterli xususiyati spektral sezgirlikning keng hududi bo'lib, qisqa to'lqinli hududga o'zining yutilish chegarasidan ancha uzoqqa cho'zilgan.Spektral harakteristikani tipik shakli 1-rasmda (66)ko'rsatilgan. Qisqa to'lqin uzunligi sohasida sezuvchanlikning keskin pasayishining yo'qligi, ehtimol, sirt rekombinatsiyasining nisbatan past tezligi bilan bog'liq, shuning uchun deyarli qo'llaniladigan past kuchlanishlarda ham, tashuvchilar sirtda rekombinatsiyalanisnidan oldin kontaktlarga borishga ulgiradi.

Oxirgi holat bunday fotoo'tkazgichlardan ultrabinafsha nurlanishning samarali fotodetektorlari sifatida foydalanishga imkon beradi (66,67)

bu turdagi fotoo'tkazgichlar asosiy bo`lmagan zaryad tashuchilarning yashash vaqti juda qisqa bo'lgan materiallarga asoslangan fotoqarshiliklar bilan solishtirganda biroz sekinroq javob beradi.

Odatda, kuchaytirish коэффициенти G=$4 \div 5$ bo`lganda fototokning ko'tarilish vaqtlari taxminan $10^{-10}$ sekga yaqinni tashkil qiladi.(67) ishda InP $< Fe >$yarim izolyator taglikda ligerlanmagan $In_{0,53}Ga_{0,47}As$ epitaksial qatlamga asoslangan planar fotoo'tkazgichda fototokning ko'tarilish vaqti bilan. 32 ps va impulsning to`la kengligi yarim balandligida 46 ps , λ=1,7 mkm uchun sezgirlig S_λ= 3A/Vt

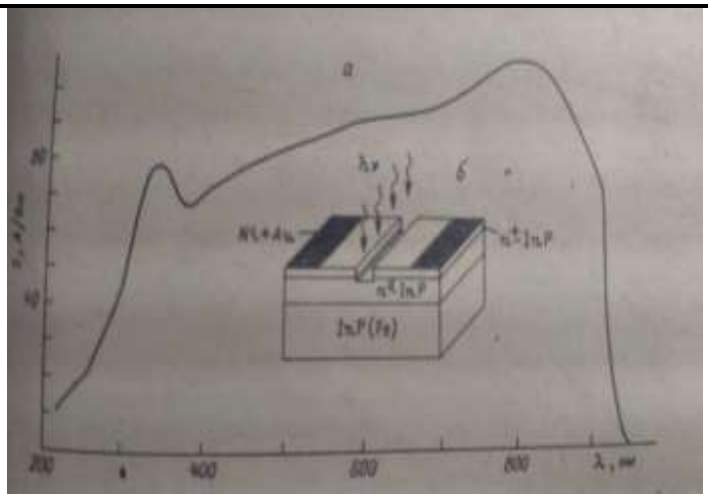


1-rasm. Kuchaytirish koeffitsienti G va v elektronlar drift tezligining yuklatilgan maydon kuchlanganligi E ga bog'liqligi

So'nggi paytlarda ichki kuchaytiruvchi planar fotoo'tkazgichlarning tezкorligi va fotosezgirligini yanada oshirishning istiqbolli yo'li belgilandi. Zaryad tashuvchilarni uzatish jarayoni xususiyatlarini o`rganish zaryad tashuvchilarni uchub o`tish vaqtlari bilan belgilanadigan fotodetektorlarda zaryad tashuvchilarni harakatchanligi asosiy parametr ekanligi allaqachon qayd etilgan. (68).

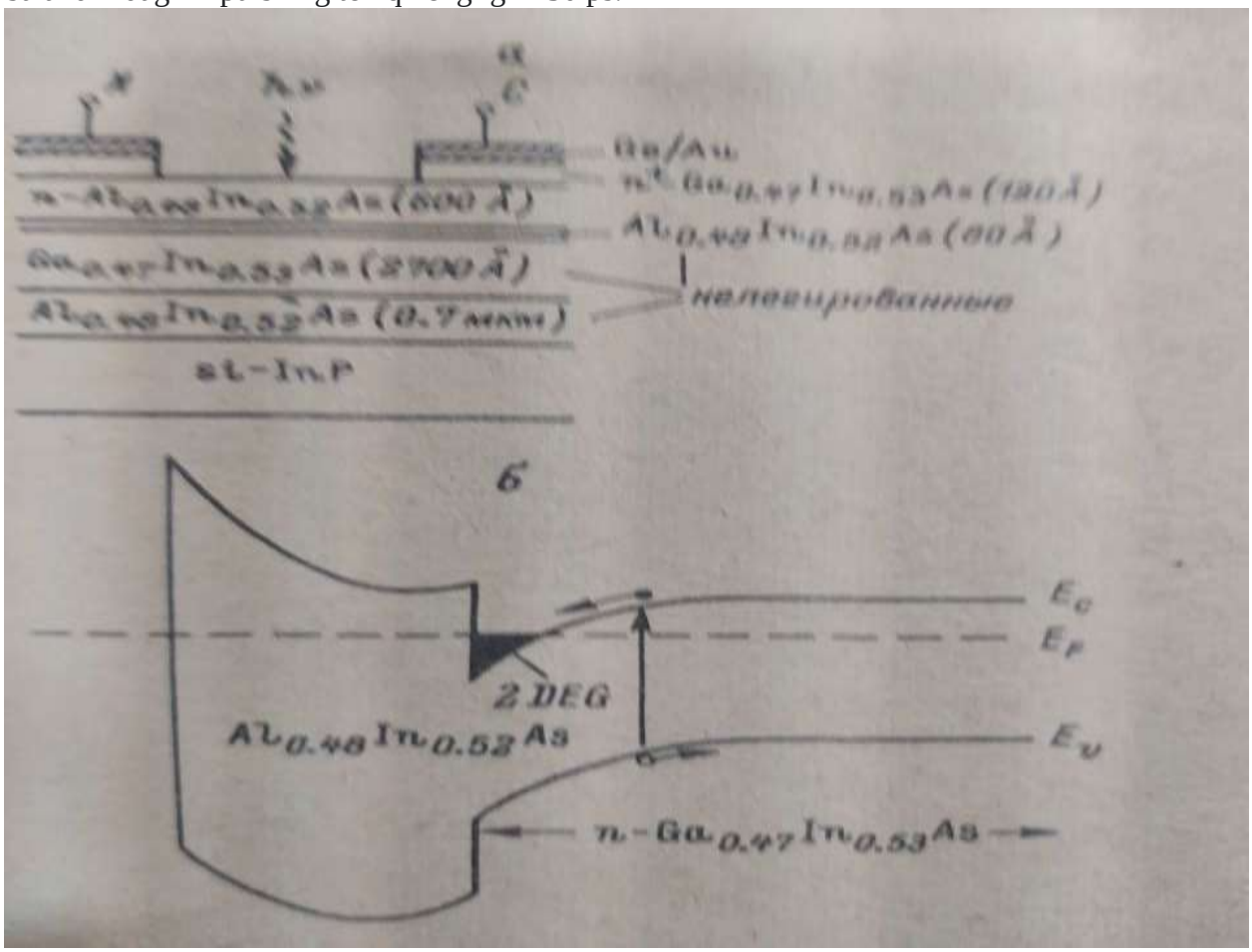
Bunday strukturalarda tor sohali materialdagi elektron yaqinlikning katta miqdori tufayli keng sohali materialdan harakatlanuvchi tashuvchilar tor sohali materialga o'tadi ,bu erda ma'lum sharoitlarda ular ikki o'lchovli elektron gazni hosil qiladi. Modulyatsiyalangan va selektiv ravishda legirlangan geterostrukturalarda ham geterochegara bo'ylab tashuvchilarning harakati kvantlanvaydi. Shu bilan birga,elektronlar ionlangan donor markazlari bilan fazoviy ravishda ajralib turadi,bu,ayniqsa past haroratlarda,aralashma tarqalishining sezilarli darajada pasayishiga olib keladi, bu esa hajmiy kristallardagi past harorat sohasida ustunlik qiladi. Yuqori sifat tufayli heterostrukturalar chegarasi GaAs-AlGaAs, InGaAs AS-InP, InGaAs-AlGaAs geterochegarada tashuvchilarning sochilishi yuqori emas. Ko'rib chiqilayotgan strukturalarda harakatchang tashuvchilarning kontsentratsiyasi yorug'lik yordamida yoki kuchlanish yani boshqaruv elektrodini ishlab chiqarishda nazorat qilinishi mumkin.

Adabiyotda 0,8-0,9 mkm (69 1.) va GaAs-AlGaAs, 1,0-1,55 mkm (70.2) spektral diapazon uchun modulyatsiyalangan ligerlangan GaInAs-AlInAs geterostrukturaga asoslangan yuqori tezlikdagi planar fotoo'tkazgichlar bayon etilgan.



2-rasm. S(a) sezgirlikning spektral xarakteristikasi va planar foto o'tkazgichning sxematik tasviri

Ligerlash modulyatsiyalangan fotoo'tkazgich strukturasining sxematik ko'rinishi va uning zonna energetk diagrammasi 3- rasmda ko'rsatilgan(70)-. Yorug`lik keng sohali material tomondan kiritiladi.Kontaktlarning qarshiligini kamaytirish uchun keng sohali qatlamga qalinligi 100-200 $\dot{A}$ bo'lgan kuchli ligerlangan tor sohali material qatlami yotqiziladi.Bunday strukturalarda, ichki kuchaytirish G = 18, ko'tarilish vaqti 80 ps va yarim balandlikdagi impulsning to'liq kengligi 250 ps.



3-rasm. Selektiv ligerlangan heterostrukturaga asoslangan planar foto o'tkazgichning sxematik ko`rinishi (a) va uning energetik zona diagrammasi (b) U-Istok, C-Stok

Tanlangan selektiv ligerlangan GaAs-AlGaAs-heterostrukturaga asosidagi planar foto o'tkazgichlar ham xuddi shunday tuzilishga ega . Fotoo`tkazgich 1,5 gigagertsli chastotada 100 ps davom etadigan yorug'lik impulslari bilan qo'zg'alganda, 4mkm kontaktlar orasidagi masofa va 94 mkm kenglikda birlashtirilgan fotodetektorning λ=0,82 mkm uchun eng yuqori sezgirligi 2 A/Vt ni. tashkil qildi.

Shunday qilib, izlanislarning birinchi natijalari yuqori samarali o`tatezkor fotodetektorlarni yaratish uchun modulyatsiyalangan (selektiv) ligerlangan planar strukturalardan foydalanish istiqbollarini ko'rsatdi.

Adabiyotlar

1. Pans Y.M., Chen C.Y., Garbinski P.A.,-Elektron.Lett.,1983,vol.19,N18, p.716-717.
2. Chen C.Y., Pang Y.M., Garbinski P.A et al.-Appl.Phys,Lett.,1983, VOL.43,n 3 p. 308-310

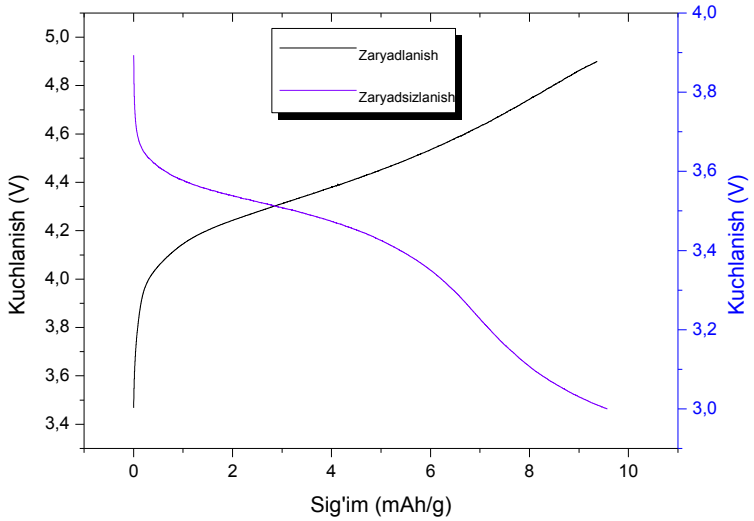
TARKIBIDA SCN BO’LGAN Li POLIMER BATAREYALARINING ISHLASH KUCHLANISH

O.O.Mamatkarimov, A.A.Abdukarimov, B.I.O’ktamaliyev
Namangan muhandislik-texnologiya instituti
E-mail: uktamaliyevb@mail.ru

Xozirgi davrda Li-ion batareyalarining bir nechta turlari mavjud. Bu turdagi batareyalar ichida Li-polimer batareyalari keng qo’llanilib kelmoqda. Li-polimer batareyalari elektrolitning tarkibiga qarab 3 turga bo’linadi: Gel polimer, kompozit polimer, qattiq polimerlar[1]. Qattiq polimer elektrolit asosli batareyalar ayrim fizik hamda kimyoviy parametrlari jihatdan ustunlikka ega[2]. Shuningdek quyida PMMA asosli qattiq polimer elektrolitli Li-polimer batareya tayyorlandi. Birinchi martda PMMA ni tarkibiga SCN tuzni kiritilib elektrolit tayyorlab olindi. Li-polimer batareyamiz asos uch(katod, qattiq polimer elektrolit, anod) qisimdan tashkil topgan[3]. Batareyani zaryadlanish hamda zaryadsizlanishini o’rganganimizda namunamiz tarkibida 30% SCN30 batareyaning 10-siklda zaryadlanishida o’zgarmas 0.0063 mA tok oqimi hosil bo’ldi hamda birinchi siklda zaryadlash uchun 1 soat 29 munit vaqt ketdi. Zaryadlanish boshlangan vaqtidagi boshlang’ich kuchlanishi 3.4 V dan boshlandi hamda zaryad olib bo’ldi 4.9 V da. Zaryadlanishda umumiy sig’imi $9.3\ mAh/g$

LiSCN30 batareyaning zaryadsizlanishi o’rganildi 10-siklda zaryadsizlanishida o’zgarmas 0.0062 mA tok oqimi hosil bo’ldi hamda zaryadsizlanish uchun 1 soat 32 munit vaqt ketdi. Zaryadsizlanish boshlangan vaqtidagi boshlang’ich kuchlanishi 3.8 V dan boshlandi hamda zaryadsizlanish 3.0 V da tugadi. Zaryadsizlanishda umumiy sig’imi $9.3\ mAh/g$(1-rasm).

Bunday turdagi batareyalarning sig’imi, kuchlanishi asosiy parametrlari hisoblanadi. Zaryadlanish hamda zaryadsizlanishdagi ishlash kuchlanishi o’zgarishi o’zaro o’xshash funksiya sifatida o’zgarib bordi.



1-rasm. SCN30 batareyaning zaryadlanish/zaryadsizlanishda ishchi kuchlanishi

Olingan natijalar asosida quydagi xulosaga kelsak bo’ladi. Zaryadlanish hamda zaryadsizlanish vaqtidagi kuchlanishi miqdor jihatidan farq qildi lekin sifat jihatidan bir hil bo’ldi. Zaryadlanishdagi hamda zaryadsizlanishdagi sig’imlari bir hil qiymatga ega bo’ldi.

Adabiyotlar

1. Z. Osman and A. K. Arof, “FTIR studies of chitosan acetate based polymer electrolytes,” *Electrochim. Acta*, vol. 48, no. 8, pp. 993–999, 2003, doi: 10.1016/S0013-4686(02)00812-5.

2. A. Chandra, A. Chandra, R. S. Dhundhel, and A. Bhatt, “Sodium-ion-conducting solid polymer electrolyte: temperature-dependent ionic parameters and solid-state polymer battery fabrication,” *Indian J. Phys.*, vol. 96, no. 4, pp. 1069–1074, 2022, doi: 10.1007/s12648-021-02032-1.

3. Абдукаримов Абдуллазиз Абдубанноевич, Ўктамалиев Бекзод Икромжон Ўғли, Имомалиев Ғайбулло Хайрулло Ўғли. //Полимер асосли li-ion батареяларининг таркибий қисмлари ва уларни тайрлаш технологияси.// Namangan Davlat Universiteti ilmiy axborotnomasi. 2021. № 10. S.10-14. (01.00.00; №3)

QUYOSH ELEMENTLARI ASOSIDAGI SHAFFOF MATERIALLAR

M.R. Xamroboyev
Toshkent davlat texnika universiteti

Yangi O’zbekistonning 2022-2026-yillarga mo’ljallangan Taraqqiyot strategiyasida yurtimizda “yashil” energetikani rivojlantirishga ham alohida e’tibor qaratilgan.

Davlatimiz rahbari bugungi kunda yurtimizda 2-3 milliard kilovatt soat elektr energiyasiga qo’shimcha talab borligi, kelgusi besh yilda esa bu ehtiyoj 10 milliard kilovatt soatga oshishi kutilayotganligini aytib, bunday vaziyatda eng samarali yo’li uy, korxona, bog’cha, maktab va shifoxonalarda muqobil energiyadan foydalanishni ko’paytirish ekanligini ta’kidladilar. Buni inobatga olgan mamlakatimiz hukumati tomonidan jismoniy va yuridik shaxslarga quyosh panellarini o’rnatish taklifini hamda uni jadallashtirish uchun ko’mak berilmoqda.

Ma’lumki muqobil energiyaning keng tarqalgan turlaridan biri bu quyosh energiyasi. Quyosh energiyasi yorug’lik energiyasini elektr energiyasiga aylanishi hisobidan hosil qilinadi. Asosiy texnologik va elektrofizik jarayonlar yesa quyosh nuri tushayotgan quyosh panellari elementlarida sodir bo’ladi. Quyosh panellari sirtiga tushayotgan quyosh nurlarini ma’lum qismini yutadi. Energiyaning saqlanish va bir turdan boshqa turga aylanish qonuniyatiga ko’ra yutilgan yorug’lik energiyasi elektr energiyasi aylanadi. Jarayon yarim o’tkazgichlarda kechadigan fotoeffekt hodisalar asosida yuz beradi. Yorug’lik tushayotgan yuzaning o’lchamlari, yoritilganlik darajasi va nurning tushish burchagi ham energiya samaradorligiga katta ta’sir qiladi. Shu 1 kilovaattlik Quyosh panellari 5÷6 m^2 maydonni yegallashini inobatga olib quyidagi tahliliy jadvalni keltirish mumkin.

№	Panel quvvati	Egallagan maydoni, (m^2)	Ishlab chiqaradigan elektr energiyasi (yillik)
1	5 kW· soat	30÷60	7500÷12500
2	10 kW· soat	60÷120	15000÷25000
3	20 kW· soat	120÷240	30000÷50000

Quyosh elementlarini juda ko’p joylarda juda ko’p qurilish jihozlarining o’rniga joydan yutish maqsadida foydalanilmoqda. Masalan Solar City kompaniyasi tomonidan qurilish hom ashyolaridan ko’ra uylarni tomini quyosh panellari bilan qoplash taklif etilmoqda. Bu birinchidan tomni qurish uchun sarflanadigan pulning bir qismini tejashga va quyosh paneli band qilishi mumkin bo’lgan joylarni iqtisod qilishga yordam beradi. Shuningdek, inshootlarni derazalariga ishlatiladigan oynalar o’rniga shaffof quyosh yelementlaridan foydalanish mumkin.

Hozirgi kunda ushbu soha mamlakat miqyosida ye’tibor qaratilsada, lekin ushbu soxada qilingan ilmiy izlanishlar soni juda oz. Quyida shu kabi izlanishlardan birini va unda kutilgan natijalarni tahlil qilishimiz mumkin.

Shaffof quyosh elementlari asosan metall oksidlardan yasaladi. Chunki, metal oksidlarning aksariyatini elektr o’tkazuvchanligining ta’qiqlangan zona kengligi katta va bu uni asosan ultrabinafsha nurlarini yutushini ta’minlaydi. Shuning uchun ushbu materiallar shaffofdir. Eng yaxshi o’rganilgan shaffof quyosh elementlari bu n-ZnO / p-NiO quyosh elementidir. [2]. Ushbu materiallar sintez jarayonida vakansiyalar tufayli n tip o’tkazuvchanlikka yega yarimo’tkazgich hosil bo’ladi. Ya’ni ushbu materiallar sintez qilinganda n-tipli o’tkazuvchanlik hosil bo’ladi. NiOni sintez qilinganda yesa p-tipli o’tkazuvchanlik hosil bo’ladi. n-ZnO / p-NiO quyosh elementining fotogeneratsiya koeffitsientini ZnO qatlam qalinligiga bog’liq. ZnO qatlam qalinligi 40 nm va NiO qatlam

qalinligi 5 mkm bo’lgan n-ZnO / p-NiO quyosh elementining yutilish o’tish va qaytish koeffitsientlarini yourg’lik to’lqin uzunligiga bog’liq bo’lishi aniqlangan.[2,3].

Olingan natijalarga ko’ra, ZnO qatlam qalinligi 40 nm bo’lganda n-ZnO / p-NiO quyosh elementi maksimal 7.785% fotogeneratsiya koeffitsientiga erishgan. [2]. Ushbu struktura shaffof bo’lgani uchun uning fotogeneratsiya koeffitsienti juda past. Chunki, u asosan ultrabinafsha nurlarni yutadi va ko’rinarli soxadagi va infraqizil nurlar soxasidagi nurlarni yutmaydi va o’tkazib yuboradi. ZnO qatlam qalinligi 10 nm dan 40 nm gacha ortganda fotogeneratsiya koeffitsienti 0.55% ga ortgan va qalinlik 40 nm dan 100 nm gacha ortganda fotogeneratsiya koeffitsienti 1.036% ga kamaygan. [2]. Demak n-ZnO / p-NiO struktura uchun emitter qatlamning optimal qalinligi 40 nm ga tengligi aniqlangan. n-ZnO / p-NiO quyosh elementining fotogeneratsiya koeffitsientini ZnO qatlam qalinligiga bog’liq. Bu uni inshootlarga oyna sifatida foydalanish mumkinligini isbotlaydi. Albatta uning foydali ish koeffitsienti pastroq lekin uyni past energiyali ehtiyojlarini qondirish uchun samarali foydalanish mumkinligi aniqlangan. [1,2,3].

Xulosa qilib aytish mumkinki, quyosh elementlaridan foydalanish salmog’ini oshirish uchun ularni uy qurilishida foydalaniladigan bino qismlari o’rniga foydalanish kerak. Inshootlar uchun oyna sifatida foydalnish mumkin bo’lgan shaffof quyosh elementlari modellashtirish natijalariga ko’ra, ZnO qatlam qalinligi 40 nm bo’lganda n-ZnO / p-NiO quyosh elementi maksimal 7.785% fotogeneratsiya koeffitsientiga erishishi aniqlangan. [2,3]. Bu o’z navbatida yorug’likni quyosh panellaridagi faolligini oshirib qurilmalarning foydali ish koeffitsentini sezilarli darajada oshiradi.

Adabiyotlar

1. Quyosh elementlaridan foydalanish istiqbollari. Matyoqubov H.Sh “Янги материаллар ва гелиотехнологиялар” Халқаро илмий конференция тезис ва маърузалари тўплами 20-21 май 2021 йил.

2. R. Aliyev, Sh. Qahramonova, J. G’ulomov. Keng zonali quyosh elementlari asosidagi shaffof quyosh elementlarini modellashtirish orqali optimallashtirish. Вестник магистратуры. 2022. № 5-4 (128)

3. Baxadirxonov M.K., Sodiqov U., Zikrillaev N.F., Norqulov N., Materiallarga elektron ishlov berish, 2007 yil, 5-son, 106−108-betlar.

4. N.F. Zikrillayev, O.B.Tursunov, SH.I. Hamroqulov, G‘.A. Kushiyev. Rux va selen asosidagi binar nanoklasterli kremniyning elektrofizik va fotoelektrik xususiyatlari Fotoenergetikada nanostrukturali yarimo‘tkazgich materiallar Xalqaro ilmiy anjumani 9-10 oktyabr Toshkent 2020 yil.

5. Б.А. Абдурахманов, А.Ш. Мавлянов, У.Х. Содиков, Н. Норкулов. Новые материалы для солнечных элементов на основе кремния с квантовыми ямами CdS И ZnS Ташкентский государственный технический университет им. А.Р. Беруни, Университетская, 2, г. Ташкент, 700095, Республика Узбекистан Национальный университет Узбекистана

6. П.А.Трошин, Р.Н.Любовская, В.Ф.Разумов, Органические солнечные батареи: структура, материалы, критические параметры и перспективы развития, Российские нанотехнологии, 2008

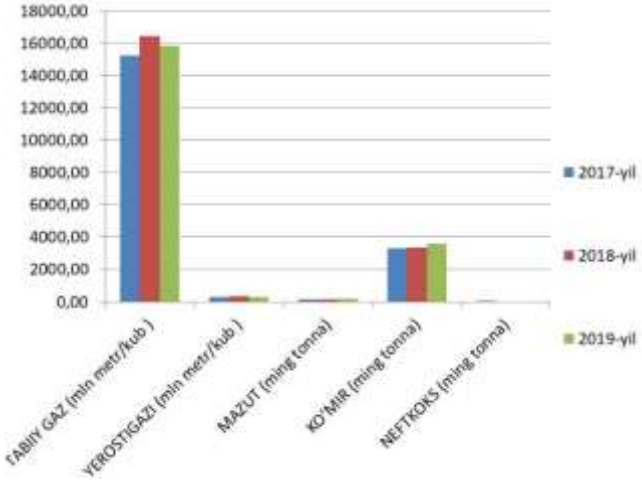
QUYOSH ENERGIYASI “YASHIL ENERGIYA” MANBASI – DAVR TALABI

R.A.Ametov
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti
ruslan.physic@mail.ru

“Qayta tiklanuvchi energiya” yoki “Yashil energiya” tushunchalariga 2019-yil 16-aprelda Qonunchilik palatasi tomonidan qabul qilingan va Senat tomonidan 2019-yil 3-mayda maqullangan “Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasining Qonunida (2019-yil 21-may, O‘RQ-539-son) quyidagicha ta’rif beriladi:

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari — atrof-muhitda tabiiy holda qayta tiklanuvchi quyosh, shamol energiyasi, yer harorati (geotermal), suv oqimlarining tabiiy harakati, biomassa energiyasi.

Quyosh yer yuzidagi hayot manbai bo‘lgan “yashil energiya”ning asosi hisoblanadi. Shamol va suvning tabiatda erkin aylanishi va boshqa iqlim sharoiti bilan bog‘liq jarayonlarning barchasi planetamizga beminnat nur sochib turgan — quyoshning faolligi hisobiga amalga oshadi. Qisqacha aytganda, yerga tushayotgan quyosh nuri qayta ishlangani uchun “qayta tiklanuvchi” deb, ekologiyaga deyarli zarari bo‘lmagani uchun “yashil energiya” deb ta’riflanadi.



1-rasm. Respublikamiz issiqlik elektr stansiyalariga yoqilgan energiya resurslari

Yaqin kelajakda an’anaviy energiya manbalaridan foydalanishda global ekologik muammolar kelib chiqishi va foydalanish imkoniyatlarining cheklanib borilishi kuzatilmoqda.

Ishlab chiqarish va boshqa sohalardagi asosiy energiya manbasi elektr energiyaning asosiy qismi foydali qazilmalarning yoqilishidan olinadi (ko‘mir, tabiiy gaz, neft, slanets, torf). Xalqaro energetika agentligi (XEA)ning xabariga ko‘ra, 2021 yilda jami elektr energiyaning 37 foizi ko’mirdan, 23,5 foizi esa tabiiy gaz yoqilishidan ishlab chiqarilgan. Worldometer saytining xabariga ko‘ra, dunyoda 200 milliard tonnadan kam neft zaxirasi qolgan. Bu 47 yilga yetadi, xolos.

Ko‘mir zaxirasi 1 trillion tonna, tabiiy gaz 170 milliard kub metr atrofida qolgan. Ularning zaxirasi, ya’ni ko‘mir taxminan 133 yilga, gaz 52 yilga yetadi.

Bu an’anaviy energiya manbalaridan foydalanishlar davom etishi yer yuzining global iqlim o‘zgarishiga sabab bo‘lmoqda. Bundan har qanday hosil bo‘lgan chiqindi planetamizning atmosferasiga, biosferasiga, gidrosferasiga va litosferasiga salbiy ta’sirini tekkizib kelmoqda.

Ma’lumotlarga ko‘ra, 2021 yilda energetika sohasida (transport, issiqlik ishlab chiqarish, sanoat, qurilish, uy va korxonalarni yoritish va isitish uchun) dunyo bo‘yicha atmosferaga 76 foiz tashlanmalar aniqlangan. Uning 68 foizi 10 ta mamlakat hissasiga to‘g‘ri keladi - Xitoy (26,1

foiz), AQSh (12,67 foiz), Yevroittifoq (7,52 foiz), Hindiston (7,08 foiz) va Rossiya (5,36 foiz).

Respublikamizdagi atmosferaning ifloslanishini quyidagi O‘zbekiston milliy elektr tarmoqlari aksiyadorlik jamiyati bergan ma’lumotlar bo‘yicha tasavvur qilib olsak, bo‘ladi (1-rasm).

O‘z-o‘zidan ma’lumki, yuqorida keltirilgan raqamlar atmosferaga chiqarilgan behisob uglerod oksidi, minglab tonna kul va boshqa zararli moddalar haqida so‘zlab turibdi. Ammo dunyo miqyosida Ekotizimga yetkazilayotgan ekologik talafotlar natijasini, bugungi kundagi iqlim o‘zgarishlaridan bilib olish qiyin emas. Demak, ushbu muammolarni inkor qadar qisqartirish uchun optimal, tezkor va favqulodda echimlarni qabul qilishimiz shart bo‘ldi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 16-fevraldagi “2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi PQ-57-son qarorining chiqishi, yuqoridagi muammolarning echimi sifatida va ayni o‘z vaqtida qabul qilingan qaror sifatida qarasak bo‘ladi.

Yerga uzatiladigan Quyosh energiyasining miqdori, hozirda dunyoda ishlab chiqarilayotgan energiya miqdoridan taxminan, 20 marta ko’pdir. Ammo, Quyosh nurlari oqimining zichligi kam bo’ladi, shu sababli bu energiya juda qimmat turadi. Hozirgi vaqtda Quyosh energiyasi quyi potensialli (harorati 100 gradusga qadar bo‘lgan) issiqlikga aylantiriladi va undan kommunal xo‘jalik issiq suv ta‘minotida, qishloq xo‘jalik mahsulotlarini (mevalar) quritishda foydalaniladi.

Yoz oylarida suv ta’minoti uchun mo‘ljallangan quyoshli qurilmalar ayniqsa, asqotadi. Ulardan qishloq joylarida foydalanish katta samara beradi. Chunki maishiy qulaylikni shahar sharoitiga yaqinlashtiradi.

Ma’lumotlarga ko‘ra, dunyoda 2 milliondan ortiq quyosh issiqlik tizimi ishlab turibdi. AQShda quyosh kollektorlarining umumiy maydoni 15 million kvadrat metrni, Yaponiyada 12 million kvadrat metrni, Yevropa Ittifoqi davlatlarida esa umumiy maydoni 20 million kvadrat metrga yaqin quyosh kollektorlari hamda Isroilda mamlakat issiq suv ta'minotining 75 foizini ta’minlaydigan 1millionga yaqin quyosh moslamasi ishlayapti.

Respublikamiz Quyosh energiyasini o’zlashtirish uchun dunyoda qulay bo‘lgan hududlar sirasiga kiradi. Bizda, O’zbekistonda quyoshli kunlar yilning 365 kunidan 92-125 kunigacha davom etadi. Bu vaqt ichida Quyosh energiyasi tushishi yiliga har kvadrat metrga 1200 dan 1700 kilovatt soatni tashkil qiladi. Bu quyosh nurlanishi Portugaliya ko‘rsatkichlariga tengligini yoxud mamlakat yoqilqi-energetika hajmida munosib o‘ringa ega bo’lgan Yaponiya ko’rsatkichlaridan ikki barobar yuqori ekanligini ko’rsatadi. O‘zbekistonning qayta tiklanadigan energiya manbalarining salohiyati 51 million tonna neft ekvivalentiga teng. Agar qayta tiklanuvchi energiya manbalarining texnikaviy salohiyatidan to‘liq foydalanilsa, atmosfera havosiga chiqariladigan 450 million tonnaga yaqin is gazining (uglerod ikki oksidi) bartaraf qilinishiga sharoit yaratiladi. Hozirgi kunda mamlakatimizda energiya resurslarining asosini uglevodorodlar: tabiiy gaz va neft tashkil qiladi. Umumiy energiya quvvatlari 11000 MVt dan ortiqroq bo‘lib, Markaziy Osiyo birlashgan energiya tizimi quvvatlarining 50% i mamlakatimiz hissasiga to‘g‘ri keladi. Respublikamizning yalpi quyosh energiyasi salohiyati 50973 mln.t.n.e., texnikaviy salohiyati esa 176,8 mln.t.n.e. Lekin, hozirgi kunda quyosh energiyasining faqatgina 3% i o’zlashtirilgan xolos.

Quyosh energiyasini mukammal foydalanishda quyosh panellaridan foydalanish hozirgi kun energiyaga bo‘lgan talabga javob beruvchi echimlardan biri. Kremniy quyosh batareyasining FIKi uchun maksimal nazariy chegara 29 foizni tashkil qiladi. Biroq bu ko‘rsatkichga hali hech kim erisha olmagan. Amaliyotda FIK 20 foizga yaqinni tashkil qiladi, rekord ko‘rsatkich esa 25,6 foizni tashkil qilgan. Yaponiyalik olimlar bu ko‘rsatkichni 26,3 foizga yetkazishga muvaffaq bo‘ldilar.

Energetika sohasi mamlakatning ijtimoiy, iqtisodiy va siyosiy holatiga ta’sir etuvchi asosiy faktorlardan hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan kelajakda yashil energetikaning rivojlantirish strategiyasini va maqsadlarini, shuningdek, rag‘batlantirishning tegishli mexanizmlarini ishlab

chiqish O‘zbekistonda iqtisodiyotning yangi tarmog‘i, avvalambor, qayta tiklanadigan energiya manbalarini umumiy salohiyatining qariyb 99 foizini tashkil etadigan quyosh energetikasini keng ko‘lamda rivojlantirish uchun, qolaversa, mamlakatimiz tabiatining mussafoligini ta’minlashga qulay asos yaratadi.

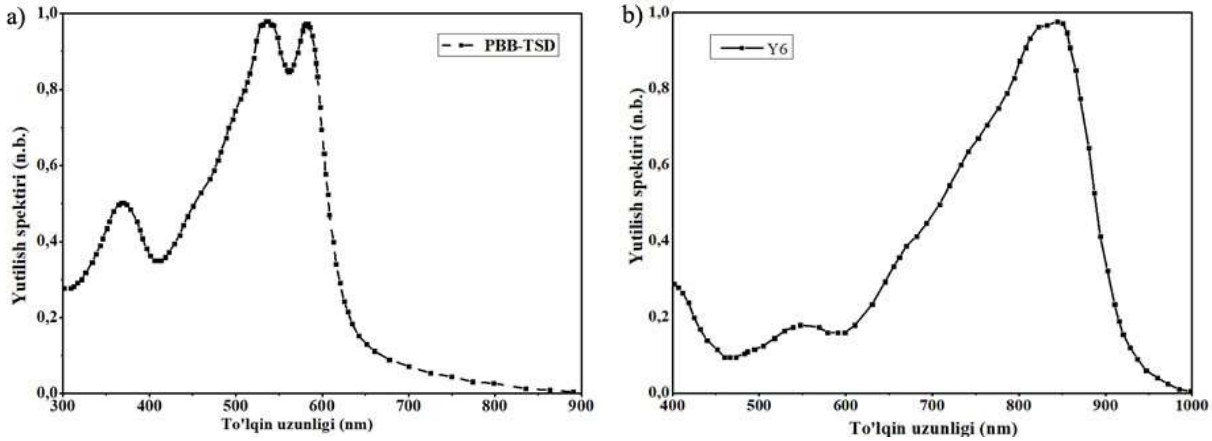
Adabiyotlar

1. R. Safarova “Quyosh energiyasi mo‘jizalari” “Ekologik xabarnoma” 2010 y. 4 son.
2. SH.O. Muradov, U.R. Panjiyev “EKOLOGIYA” (ma’ruzalar matni) Qarshi – 2007
3. А.П. Баскаков “Теплотехника”. М. Энерго. 2005.
4. Ў.Худойбердиев «Ўзбекистон МЭТ» АЖ Ахборот хизмати https://zarnews.uz/post/muqobil-energiya-kelajak-energiyasi-kafolati-boladimi
5. https://www.uzbekistonmet.uz/oz/lists/view/521
6. https://kun.uz/uz/news/2017/03/23/fojdali-is-koefficienti-rekord-kursatkicli-kues-batareasi-aratildi

TURLI USULDA “SPIN COATING” QILINGAN POLIMER FAOL QATLAMLARNING OPTIK XOSSALARI

F.M.Ro’ziyev[1], A.Y.Turg’unboyev[1], B.G‘.Xidirov [1], I.R.Boynazarov[1], A.A.Saparbaev[1,2]
[1]O‘zRFA A.U. Arifov nomidagi Ion-Plazma va lazer texnologiyalari instituti
[2]Mirzo Ulug’bek nomidagi O’zbekiston Milliy Universiteti

Hozirgi paytda polimer quyosh elementlari (PQE) yengil vaznlilik, moslashuvchanlik, tan narxi arzonligi, egiluvchanligi kabi afzalliklari bilan ko'pchilikning e'tiborini tortmoqda. Polimer quyosh elementlari muhandisligi polimer quyosh elementlarining fotovoltaik ish faoliyatini yaxshilashning samarali usullaridan biridir. Biz o’rganayotgan polimer asosli PQElari tashqi ta‘sirlar (atmosfera, issiqlik ta‘siri va hokazo)ga chidamli va EO’S yuqori hisoblanadi. Yangi avlod quyosh elementlarini yaratishda polimerlarning optik xossalari muhim ahamiyatga ega, chunki PQElar uchun ishlatiladigan polimer materiallari keng spektr sohasida yorug’lik yutishi, imkon qadar qizil nur sohasida ko’proq yutishi kabi optik paramaetrlar PQElarning fotovoltaik parametrlarini optimallashitirishga xizmat qiladi[1]. Shu sababli, ushbu ishda PBB-TSD polimer donor va Y6 polimer akseptorga asoslangan qatlamma-qatlam va an'anaviy hajmiy geterostruktura (HGS) usulida polimer quyosh elementlarining faol qatlamlari tayyorlanib yutilish spektrlari tadqiq qilindi.



1-rasm. (a) PBB-TSD va (b) Y6 ning yutilish spektrlari

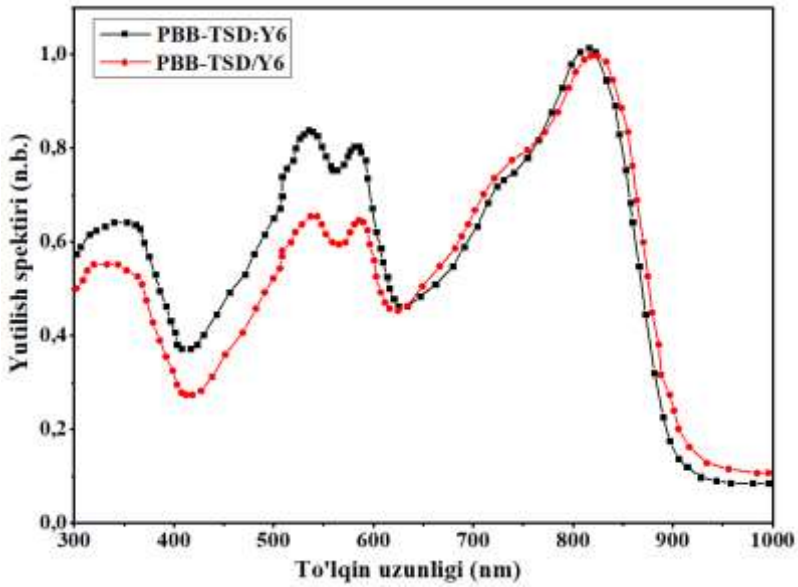
HGS va qatlamma-qatlam polimer faol qatlamlarini quyidagi usulda tayyorlanadi. Dastlab PBB-TSD va Y6 polimerlarga asoslangan ikki xil tartibda eritmalar tayyorlab olinadi. Birinchi eritma tayyorlanish jarayoni quyidagicha amalga oshirildi. PBB-TSD va Y6 10 mg/ml polimer donor konsentratsiyasi bilan bog’liq proporsiyada xlorobenzolga solinib, eritma bir necha soat davomida xona haroratida magnitli aralashtirgich yordamida donor-akseptor aralashmasidan iborat faol qatlam eritmasi hosil qilinadi. Ikkinchi usulda ya’ni qatlamma-qatlam spin coating qilish uchun PBB-TSD polimer donorni va Y6 polimer akseptorni xlorobenzolda alohida xona haroratida doimgidek bir necha soat davomida magnitli aralashtirgich yordamida tayyorlab olinadi. Keyin indiy qalay oksidi (ITO) shisha tagliklari ultratovushli vannada asetonda, deionizatsiya qilingan suvda va izopropil spirtida har biri 10 daqiqa davomida tozalanib, so’ngra esa toza azot gazi yordamida quritildi. Shundan so’ng, shisha/ITO sirt tayyor bo’lgach, spin qoplama usuli yordamida PEDOT:PSS ni 3000 ayl./min. (ayl./min.-bir daqiqadagi aylanishlar soni) tezlik bilan 30 sekund davomida aylantirilib 100 nm qalinlik atrofida yotqiziladi va tayyor PEDOT:PSS qatlamlaridagi suv molekulalarini yo’qotish uchun pechkada atmosfera sharoitida 10 daqiqa davomida 150 °C haroratda qizdiriladi. PEDOT:PSS qatlami tayyor bo’lgach spin qoplama usuli yordamida 15

soniya davomida 3000 ayl./min. tezlikda birinchi PBB-TSD:Y6 hajmiy geterostruktura olindi hamda, ikkinchi PBB-TSD/Y6 qatlamma-qatlam strukturali faol qatlami hosil qilindi.

Ikki xil usulda tayyorlab olingan faol qatlamlarning optik parametrlari spektroskopik usulda tadqiq qilishdan oldin, PBB-TSD va Y6 polimerlarni alohida “spin coating” usuli bilan qoplagan qatlamlarning yutilish spektrlari o’lchandi.

1a-rasmga e’tibor qaratadigan bo’lsak, PBB-TSD polimerni “spin coting” usuli bilan tayyorlab olingan yupqa qatlamni laboratoriyamizda mavjud bo’lgan UV-1280 spektrofotometr qurilmamiz yordamida yutilish spektirini o’lchaganimizda PBB-TSD qatlamning yutilish spektri 360 nm, 510 nm hamda 585 nm to’lqin uzunliklarida maksimum piklar hosil bo’ldi. Demak PBB-TSD qatlami mana shu maksimum piklarni hosil qiluvchi to’lqin uzunliklarda yorug’likni yaxshi yutishini ko’rishimiz mumkin. Yutilish spektri kengligi esa 350 nm dan 650 nm gacha ekanligi aniqlandi. 1b-rasmda esa Y6 polimerni yutilish spektri 550 nm hamda 850 nm to’lqin uzunlikda maksimum piklarni kuzatishimiz mumkin. Ularning yutilish spektrlarini tahlil qiladigan bo’lsak PBB-TSD 360-690 nm to’lqin diapazonida yaxshi yutadi hamda Y6 polimer esa 550-900 nm gacha bo’lgan to’lqin uzunligi diapazonida yaxshi yutganini kuzatishimiz mumkin. Bu ikkita polimerlarning yutilish spektridan shuni xulosa qilish mumkinki, bu ikkita donor va akseptor aralashmasidan hosil qilingan faol qatlamning yutilish spektri 350 nm dan 900 nm gacha bo’lishi kerak degan xulosaga kelish mumkin.

Shundan so’ng 2-rasmda berilganidek PBB-TSD va Y6 asosli faol qatlamlarning hajmiy va qatlamma-qatlam strukturalarining yutilish spektrlari o’rganildi.



2-rasm. Qatlamma-qatlam va hajmiy geterostrukturali faol qatlamlarning yutilish spektrlari.

1-rasmda alohida PBB-TSD ning yutilish spektri 360-690 nm to’lqin uzunligida, xuddi shuningdek Y6 ning yutilish spektri 550-900 nm to’lqin uzunligi diapazonida yorug’lik nurini yaxshi yutishini tahlil qilgan holda keltirilgan xulosamizni 2-rasmdagi PBB-TSD va Y6 polimerlarni qatlamma-qatlam va hajmiy geterostrukturali faol qatlamlarning yutilish spektrlari tasdiqlayotganini ko’rishimiz mumkin. Grafikdan ko’rinib turibdiki ikkala holda ham yutilish spektri intensivligi va yutilish diapazoni kengligi yaxshilangan. PBB-TSD:Y6 HGS ega faol qatlam yurilish spektriga qaraganda PBB-TSD/Y6 qatlamma-qatlam usulida tayyorlangan faol qatlam yutilish spektri 300-600 nm oralig’ida ko’proq ekanligini ko’rishimiz mumkin. Buni sababi shundaki, qatlamma-qatlam usulida tayyorlagan faol qatlam tarkibida ITO shisha ustiga birinchi donor polimeri spin coating qilingan, keyin polimer qatlam ustiga akseptor “spin coating” usulida yotqizilgan, shu sababli, qatlamma-qatlam

yotqizilgan faol qatlamning yutilish spektrida akseptorning yutilish koeffisenti ko’proq bo’lgan. Natijada PBB-TSD:Y6 faol qatlamning yutilish spektriga nisbatan akseptorning yutilish spektri intensivligi kuzatilgan, ammo ikkala faol qatlamda ham yutilish spektri shakli bir xil ekanligini ko’rishimiz mumkin. Umumiy xulosa qiladigan bo’lsak, PBB-TSD:Y6 va PBB-TSD/Y6 asosli polimer faol qatlamlarini ikkala usulda olganda ham bir-biri bilan yaxshi donor-akseptor struktura hosil qilishini ko’rishimiz mumkin. Hamda hajmiy geterostrukturali PBB-TSD:Y6 asosli faol qatlamning yutilish spektri qatlam-qatlam PBB-TSD/Y6 asosli faol qatlamga qaraganda qizil to’lqin tomonga biroz surilganini ko’rishimiz mumkin.

Adabiyotlar

1. W. Yang, W. Wang, Y. Wang, R. Sun, J. Guo, H. Li, M. Shi, J. Guo, Y. Wu, T. Wang, G. Lu, C.J. Brabec, Y. Li, J. Min, Balancing the efficiency, stability, and cost potential for organic solar cells via a new figure of merit, Joule 5 (2021) 1209–1230.

2. Komikado T. et al. Multi-layered mirrors fabricated by spin-coating organic polymers //Thin Solid Films. – 2007. – T. 515. – №. 7-8. – C. 3887-3892.

TO‘LQIN O‘TKAZUVCHAN KVANT O‘RALI YARIMO‘TKAZGICHLI LAZERLARNING EKSPERIMENTAL TADQIQOTLARI

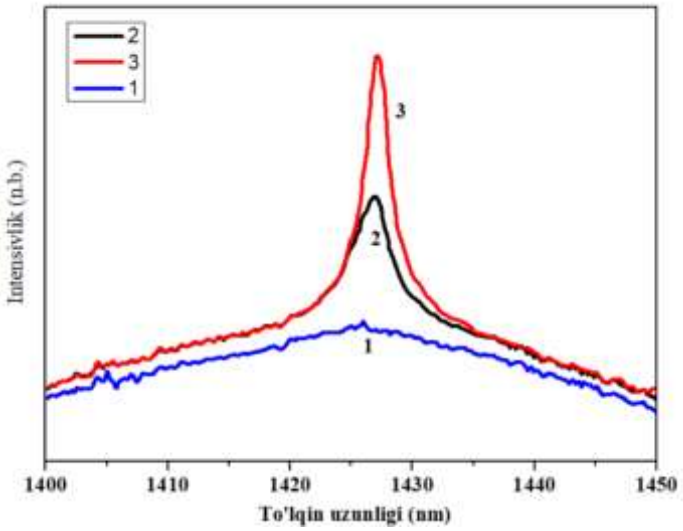
[1]D.F.Sayfilloyev, [2]F.M.Ro’ziyev,[1]A.U.Soatillayev
[1]Mirzo Ulug’bek nomidagi O’zbekiston Milliy Universiteti
sayfulloyevdoston9@gmail.com
[2]O‘zRFA A.U. Arifov nomidagi Ion-Plazma va lazer texnologiyalari instituti

№ 1 strukturadan stimullashgan nurlanish generatsiyasi chegarasiga xaydash quvvati zichligi 260 Vt/sm^2 bo‘lganida suyuq azot temperaturasida (77 K) uzluksiz Nd:YAG lazeri yordamida erishildi (1-rasm). Ushbu xolat fazoviy strukturada kvant o‘ralarning to‘lqin o‘tkazuvchan effekti mavjudligining isbotidir.[1]

Lazer struktura № 1 uchun qatlam parametrlari *1-jadval*

Taglikdan boshlab qatlam raqami	Qatlam nomi	O‘tkazuvchanlik turi va qatlam tarkibi	Qatlam qalinligi (nm)	Legirlash darajasi (sm^{-3})
1	Taglik	n^+-InP	-	10^{18}
2	To‘lqin o‘tkazgichli	n- InP	1862	10^{17}
3	Faol (KYA1)	i-$In_{0\,53}Ga_{0\,47}As$	9	Legirlanmagan
4	To‘lqin o‘tkazgichli	i- InP	49	Legirlanmagan
5	Faol (KO‘2)	i-$In_{0\,53}Ga_{0\,47}As$	9	Legirlanmagan
6	To‘lqin o‘tkazgichli	i- InP	49	Legirlanmagan
7	Faol (KYA3)	i-$In_{0\,53}Ga_{0\,47}As$	9	Legirlanmagan
8	To‘lqin o‘tkazgichli	i- InP	49	Legirlanmagan
9	To‘lqin o‘tkazgichli	i- InP	1274	10^{18}

Lazer nurlanishni faqat struktura parchasidan kuzatish mumkinligi qayd etilib, bu uning to‘lqin o‘tkazgichda sochilishi deyarli yo‘qligini bildiradi. Bu xolat taklif etilgan to‘lqin o‘tkazgichning to‘lqin olib o‘tuvchi xossalarini yaxshi ekanligini ko‘rsatadi.



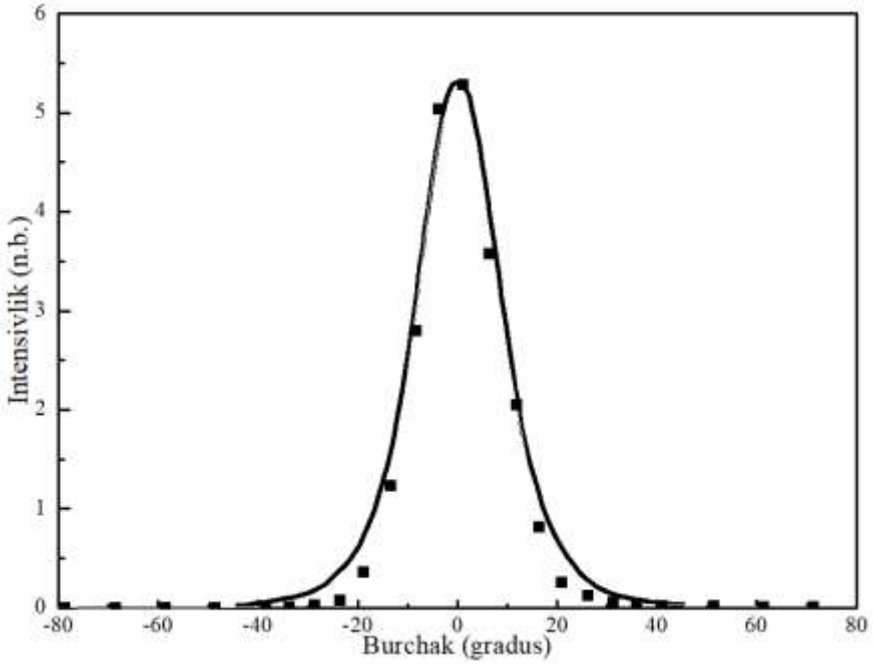
1-rasm. Uzluksiz damlash quvvati zichligi qiymati turlicha bo‘lganida 3 kvant o‘raga ega InP/In0.53Ga0.47As struktura nurlanish generatsiyasi spektri: 1 – 250 Vt/sm^2, 2 – 260 Vt/sm^2, 3 – 315 Vt/sm^2

Xona temperaturasida (293 K) generatsiya chegarasi ancha yuqori (yorug‘likning parametrik generatori MOPO-SL "Spectra-Physics" bilan xaydashda 5 kVt/sm^2). 77 K va 293 K temperaturalar uchun generatsiya chegaralaridagi bunday katta farq ishda ko‘rsatilganidek, InP li panjara doimiysi bo‘yicha mos keluvchi In0.53Ga0.47As kvan o‘ralar uchun temperaturaning oshirilishida Oje rekombinatsiyalari chastotasining katta oshishi bilan bog‘langan.[2]

Shu ishda kuchlangan kvant o‘ralarining qo‘llanilishi xona temperaturasida generatsiya chegarasini pasaytirishi mumkinligi ko‘rsatilgan. Shuning uchun № 2 struktura kuchlangan kvant o‘ralar In0.65Ga0.35As bilan o‘stirilgan, biroq ularning qalinligi (7 nm) katta va kristik qalinlikka yaqin bo‘lib, bu struktura sifatiga bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Lazer struktura № 2 uchun qatlam parametrlari ***2-jadval***

Taglikdan boshlab qatlam raqami	Qatlam nomi	O‘tkazuvchanlik turi va qatlam tarkibi	Qatlam qalinligi (nm)	Legirlash darajasi (sm^{-3})
1	Taglik	n^+-InP	-	10^{18}
2	To‘lqin o‘tkazgichli	n- InP	368	$3 \cdot 10^{17}$
3	Faol (KO‘1)	i-$In_{0\,65}Ga_{0\,35}As$	12	Legirlanmagan
4	To‘lqin o‘tkazgichli	i- InP	92	Legirlanmagan
5	Faol (KYA2)	i-$In_{0\,65}Ga_{0\,35}As$	12	Legirlanmagan
6	To‘lqin o‘tkazgichli	i- InP	92	Legirlanmagan
7	Faol (KO‘3)	i-$In_{0\,65}Ga_{0\,35}As$	12	Legirlanmagan
8	To‘lqin o‘tkazgichli	i- InP	92	Legirlanmagan
9	Faol (KYA4)	i-$In_{0\,65}Ga_{0\,35}As$	12	Legirlanmagan
10	To‘lqin o‘tkazgichli	i- InP	92	Legirlanmagan
11	To‘lqin o‘tkazgichli	p- InP	2208	10^{18}
12	Kontaktli	i-$In_{0\,65}Ga_{0\,35}As$	184	10^{19}



2-rasm. p-n-o‘tishga perpendikulyar bo‘lgan tekislikda InP/In0.65Ga0.35As lazeri yo‘naltirilganligi diagrammasi. To‘liq kvadratlar – eksperiment, qora egri chiziq –xisoblashlar

Bundan tashqari kontakt qatlam In0.53Ga0.47As yetarlicha qalin bo‘lib, bu lazerdagi yo‘qotishlarni kuchli oshirgan. Natijada tokli xaydashda lazer generatsiyasi chegarasi 77 K temperaturada (10±0.4) A gacha oshirilib, 77 K temperaturada to‘lqin uzunligining 1.55 mkm gacha qizil siljishi yuz berdi. InP/In0.65Ga0.35As lazeri nurlanishi yo‘naltirilganligi diagrammasi (№2 struktura) p-n-o‘tishga perpendikulyar bo‘lgan tekislikda 2-rasmda keltirilgan.[3] Xisoblashlarda yo‘naltirilganlik diagrammalarining yaxshi mosligi aniqlangan bo‘lib, bu yana bir marta kvant o‘ralar yaqinida lokallashgan modalarning bo‘lishi haqidagi nazariy xulosalarni tasdiqlaydi.

To‘lqin o‘tkazuvchan kvant o‘ralari bo‘lgan strukturalar asosidagi lazerlar keng to‘lqin o‘tkazgichli lazerlarga qaraganida afzalliklarga egadir: yo‘naltirilganlik diagrammasi torroq va modalari lokallanish sohasi keng bo‘lishi evaziga ko‘zguga beradigan yuklanishi kichik. Biroq keng to‘lqin o‘tkazgichli lazerlardan farqli tarzda ular modalarining a’lo selektivligiga ega. Xususan, lazer to‘lqin o‘tkazgichning muhokama qilinayotgan konstruksiyasida bittagina moda bo‘lib, shuning uchun yuqori tartibli modalarni uyg‘otish muammosi mavjud emas. Yana bunday to‘lqin o‘tkazgichlarda sochilgan lazer nurlanishlarining deyarli bo‘lmasligi va konstruksiyasining soddaligini ham qayd etish kerak. Kamchiligiga, ular modalari lokallanishi sohasining kengligi tufayli erkin tashuvchilarda yutilishning oshishini va bunday to‘lqin o‘tkazgichlarning faqat kvant o‘ralari sindirish ko‘rsatgichlari farqi yetarlicha katta bo‘lgan sistemalardagina va ularni o‘rab turgan sohalardagina qo‘llash mumiknligini kiritish mumkin.[4]

Adabiyotlar

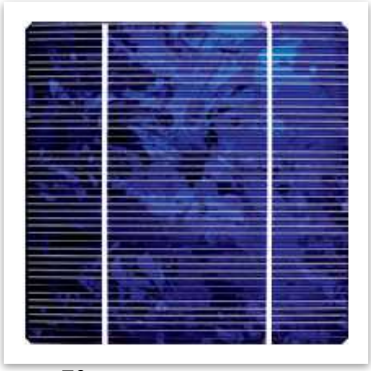
1. Huikari J. M. T. et al. High-energy picosecond pulse generation by gain switching in asymmetric waveguide structure multiple quantum well lasers //IEEE journal of Selected Topics in Quantum Electronics. – 2015. – T. 21. – №. 6. – C. 189-194.
2. Miller D., Weiner J., Chemla D. Electric-field dependence of linear optical properties in quantum well structures: Waveguide electroabsorption and sum rules //IEEE Journal of Quantum Electronics. – 1986. – T. 22. – №. 9. – C. 1816-1830.
3. Weber, Christoph, et al. "Picosecond pulse generation and pulse train stability of a monolithic passively mode-locked semiconductor quantum-well laser at 1070 nm." IEEE Journal of Quantum Electronics 54.3 (2018): 1-9.
4. Hu, S. Y., Young, D. B., Gossard, A. C., & Coldren, L. A. (1994). The effect of lateral leakage current on the experimental gain/current-density curve in quantum-well ridge-waveguide lasers. IEEE journal of quantum electronics, 30(10), 2245-2250.

РАЗВИТИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.К.Тургунов
Наманганский государственный университет

Все солнечные элементы имеют одинаковую структуру, которая была заложена Александром Бреккелем в 1839 году. В 1883 году Чарльз Фритт разработал фотоэлемент, основанный на золото-селеновом переходе эффективностью 1%. Александр Столетов создал фотоэлемент на основе внешнего фотоэлектрического эффекта в 1988 году.

Солнечные элементы, как правило, изготавливаются из полупроводниковых материалов соединенных между собой. Их работа основана на явлении p-n перехода, возникающего под воздействием солнечного света. Фотоны, попадая на солнечный элемент в зону полупроводника с большей шириной запрещенной зоны, «выбивает» электроны, которые начинают движение к зоне проводимости, а затем, пройдя через цепь (нагрузку) связываются с положительными зарядами (дырками). В результате движения электронов образуется разность потенциалов, или напряжение.



Кристаллический кремний

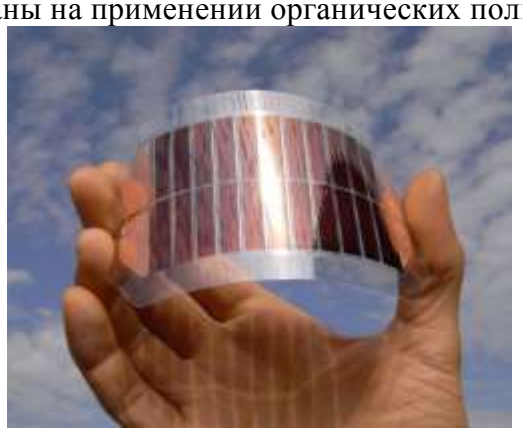
Первое поколение солнечных элементов это классические кремниевые элементы с традиционным p-n переходом. Обычно они состоят из пластин чистого монокристаллического или поликристаллического кремния, толщиной 200-300 мкм. Отличаются высоким КПД (17-22%) и высокой себестоимостью. В настоящее время доля рынка около 81,5%.

Аморфный кремний

Принцип работы второго поколения солнечных элементов также основана на использовании p-n перехода. Однако в качестве основного материала не используют кристаллический кремний. Обычно используются такие материалы, как теллурид кадмия (CdTe), селенид меди-индия-галлия (CIGS) и аморфный кремний (a-Si). Толщина слоя полупроводника, поглощающего свет, составляет от 1 до 3 мкм.

Процесс производства таких фотоэлементов более автоматизирован и имеет значительно меньшую себестоимость. Основным недостатком второго поколения элементов является меньшая эффективность, чем элементы первого поколения, которая колеблется в зависимости от технологии от 7-15%. В настоящее время доля рынка около 18%.

Третье поколение солнечных элементов тоже относятся к тонкопленочным технологиям, однако без использования p-n перехода, а значит, без полупроводников. В настоящее время это поколение включает в себя разнообразные технологии, такие как перовскитовые солнечные элементы и другие. Большинство технологий основаны на применении органических полимерных материалов.



Полимерный солнечный элемент

Преимуществами (+) полимерных солнечных батарей в сравнении с обычными кремниевыми являются: низкие производственные затраты; гибкость, прозрачность, простота использования; энергосберегающее производство. К недостаткам (-) относятся низкая эффективность, и требуемая за ним больших площадей (чтобы достичь требуемых мощностей) и недолговечность из-за разложения органических соединений на солнечном свете.

Солнечные элементы на основе перовскита являются относительно новой разработкой и основаны на соединениях перовскита (титанат кальция $CaTiO_3$). Эти солнечные элементы имеют эффективность около 31%. Они обладают потенциалом для значительной революции в автомобильной промышленности, но все еще существуют проблемы со стабильностью этих элементов. Титанат кальция состоит из трех химических элементов: кальция(Ca); титана(Ti); кислорода(O_2). В кристаллической решетке вещества они располагаются в определенном порядке. Они собирают свет и поглощают его внутри. Обходятся они недорого, легко «вписываются» в конструкцию солнечных панелей и не требуют установки дорогостоящего оборудования. Но когда эти структуры подвергаются сильному нагреву от Солнца, они становятся нестабильными. Это представляет собой серьезный недостаток, который нуждается в корректировке. Устранить данный недостаток можно было только одним путем – перестроить расположение молекул внутри слоя вещества. Этот процесс идет до сих пор.

Примерная динамика совершенствования фотоэлектрических ячеек на базе $CaTiO_3$ выглядит следующим образом:

Год	Срок службы (часы)	КПД, %
2000	4-6	1,5
2005	12-28	3,5
2010	150-200	7-8
2015	800-1200	13-14
2020	7500-9000 (более 1 года)	> 20

В связи с этим для них характерен ряд важных достоинств: неорганическая структура, возможность использовать в роли электродов углерод вместо золота, высокая скорость и доступность оборудования для изготовления и экологическая чистота.

Преимуществом фотоэлементов третьего поколения является низкая себестоимость и простота изготовления. Главным препятствием на пути популяризации является низкая эффективность, которая не превышает 14%. В настоящее время рыночная доля третьего поколения элементов не превышает 0,5%

Научные исследования и эксперименты продолжаются, и нет сомнений в том, что все проблемы, связанные с полимерными солнечными батареями, будут решены.

Солнечные батареи широко используются в качестве возобновляемого источника энергии в масштабах от самых маленьких портативных устройств до питания целых сообществ. Солнечная энергия, похоже, станет частью общей структуры возобновляемых источников энергии. Вместе с этим появятся инвестиции и технологические достижения, а также снизятся затраты на солнечные энергетические системы.

Литература

1. https://solarsoul.net/razvitie-fotoelementov
2. https://econet.ru/articles/evolyutsiya-solnechnoy-batarei-proshloe-nastoyaschee-buduschee
3. https://nova78.ru/chto-takoe-solnechnye-batarei/
4. https://mywatt.ru/poleznaya-informaciya/osobennosti-perovskitnyh-solnechnyh-elementov
5. https://mywatt.ru/poleznaya-informaciya/organicheskie-solnechnye-batarei-preimucshestva-materialy-i-perspektivy
6. https://solarb.ru/polimernye-solnechnye-batarei-i-ikh-preimushchestva

STATSIONAR BO’LMAGAN INSHOOTLARDA ISSIQLIK REJIMIDA ICHKI VA TASHQI IQLIMNING TA’SIRINI MODELLASHTIRISH.

Sh.U.Eshonqulov, A.L.Ne’matov
Jizzax Politexnika instituti

Maqolada avtomatizatsiya va kompyuter tizimlari va havoni konditsionerlik tizimlarini ishga tushirish muammolari ko‘rib chiqilgan. Ushbu masalalarni echish uchun fizik model taklif etilgan bo‘lib, unga ko‘ra xona turbulent oqimlarning faol zonasiga va ikkilamchi oqimlar zonasiga bulinadi.

Xozirgi vaqtda xonalarning statsionar bo‘lmagan issiqlik rejimi muammolarini xal qilishda ko‘pchilik tadqiqotchilar hisob-kitob sifatida xonalarni birma-bir modellashtirishdan foydalanadilar.

Isitish va ventelyatsiya texnologiyasini rivojlantirishning xozirgi bosqichi binolarning issiqlik rejimini avtomatik boshqarish tizimlarini keng joriy etish bilan tavsiflanadi. Avtomatlashtirilgan isitish va shamollatish tizimlari va konditsioner tizimlarini loyixalash ikkita asosiy vazifani hal qilishni talab qiladi.

Ulardan birinchisi, talab qilinadigan nazorat chegaralarini baholash, shuningdek tanlash uchun yilning xarakterli davrlarida (hisoblash kunlari, besh kunlik va boshqalar) binolarning issiqlik rejimi dinamikasini taxlil qilish zarurati bilan bog‘liq. Energiya iste’moli nuqtai nazaridan optimal bo‘lgan uskunalar va muxandislik tizimlari.

Ikkinchi muammo xonalarning issiqlik rejimini avtomatik boshqarish tizimlarini optimal loyixalash jarayonida paydo bo‘ladi (ularning ishlashining barqarorligini taxminlash, berilgan rejimga chiqish vaqtining minimal davomiyligi va boshqalar) dinamik xarakteristikalar xaqida ma’lumot. Binolarni avtomatik boshqarishning umumiy tizimida alohida bo‘g‘inlar sifatida.

Ushbu muammolarni hal qilish binolarning statsionar bo‘lmagan issiqlik rejimini o‘rganish bilan bog‘liq. Xona xarorati massasi teng bo‘lgan moddiy nuqta sifatida qaraladi. Xavoning issiqlik sig‘imi o‘rab turgan tuzilmalarning issiqlik sig‘imidan sezilarli darajada past ekanligini va shuning uchun undagi issiqlik jarayonlari ancha tezroq ketishini hisobga olsak, modeldan foydalanib, sekin statsionar bo‘lmagan issiqlik jarayonlarini etarli darajada aniqlik bilan hisoblash mumkin. Konditsioner tizimlari, binolarni davriy isitish tizimlari va boshqalarning issiqlik va sovutish yuklarini xisoblashda shunga o‘xshash muammolar paydo bo‘ladi. Bundan tashqari, ushbu model masalani matematik modellashtirishni sezilarli darajada osonlashtiradi, chunki *Navier-Stokes* tenglamalari tizimi birinchisi tartibli oddiy differentsial tenglamalar bilan almashtiriladi.

Biroq, ba’zi bir aniq muammolarni hal qilishda (avtomatik boshqaruv tizimlarini hisoblash bilan bog‘liq), dastlabki davrda statsionar bo‘lmagan issiqlik jarayonining xususiyatlarini bilish zarur bo‘lganda, konsentratlangan modellashtirish zaruriy aniqlikni taxminlamaydi. Shuning uchun xonaning statsionar bo‘lmagan issiqlik rejimini xisoblash uchun ikkinchi jismoniy model taklif qilindi, unga ko‘ra xona turbulent oqimlarning faol aylanishi zonasiga va ikkilamchi oqimlar zonasiga bo‘linadi. Biz, shuningdek, boshqa tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, dastlabki davrda xonaning turli nuqtalarida o‘tish jarayoni turli xil sur’atlarda rivojlanadi. Ushbu bo‘linish xavo oqimlarining xarakati fizikasiga mos keladi. Xonadagi xarorat maydonlarining shakllanishi isitish va shamollatish moslamalaridan keladigan turbulent oqimlarning ta’siri ostida davom etadi. Rivojlanayotgan turbulent jetlar atrofdagi kosmosdan havo chiqaradi va xonada sirkulyatsiya zonalarini yaratadi. Ushbu zonalarning joylashuvi va ularning

o‘lchamlari isitish va shamollatish tizimlarini loyixalashga bog‘liq. Zonalarning o‘lchamlarini aniqlash xonada rivojlanayotgan turbulent jetlarni xisoblash bilan chambarchas bog‘liq.

Tavsiya etilgan model asosida binolarning statsionar bo‘lmagan issiqlik rejimini xisoblashda xar bir zona mustaqil ravishda ko‘rib chiqiladi, ularning xar biri uchun massiv va radiatsiyaviy korpuslarning statsionar bo‘lmagan issiqlik o‘tkazuvchanligi tenglamalari va issiqlik balansi tenglamalari havo yig‘iladi. Ikkinchisini tuzishda faol aylanish zonasi va ikkilamchi oqimlar zonasi o‘rtasidagi konvektiv issiqlik almashinuvini hisobga olish kerak. Bu issiqlik oqimini taxminan ***F*.** Kontakt maydoniga ega bo‘lgan suyuqlik va qattiq sirt o‘rtasidagi α_k issiqlik almashinuvini hisobga olgan xolda ishlatiladigan formulaga o‘xshash formula bilan tavsiflanishi mumkin. Faol aylanish zonasida t_{ak} va resirkulyatsiya $t_{r.}$

$$Q \text{ q } \alpha_k F\,(t_{ak} - t_p)$$

Mintaqalar o‘rtasida issiqlik uzatish jarayonini tavsiflashning bu usuli yagona mumkin emas. Havo oqimlarining entalpiyasini xisoblash yo‘li bilan faol aylanish va resirkulyatsiya sohalari orasidagi konvektiv issiqlik almashinuvini hisobga olish mumkin.

Qabul qilingan fizik modeldan qat’i nazar, statsionar bo‘lmagan issiqlik uzatish muammolarini matematik tarzda amalga oshirish bir necha usullar bilan amalga oshirilishi mumkinligini aniqladik.

Dastlabki differentsial tenglamalarni chekli farqli yaqinlashish uchun ko‘p sonli farq sxemalaridan birini qo‘llash mumkin, uning batafsil taqdimoti maxsus adabiyotlarda mavjud. Cheklangan ayirma usuli differentsial tenglamalarni echishda ixtiyoriy chegara va boshlano‘ich shartlarni amalga oshirish imkonini beradi, bu uning so‘zsiz afzalligi hisoblanadi. Shu bilan birga, statsionar jarayonlarni hisoblashda chekli farqlar usuli tizimni dastlabki ixtiyoriy belgilangan xolatdan statsionar xolatga olib borishni talab qiladi. Buning uchun taxminan oldingi besh kun uchun statsionar bo‘lmagan rejimni hisoblash kerak va kompyuter dasturlash asosida u iqtisodiy bo‘lmagan bo‘lishi mumkin.

Binolarni statsionar bo‘lmagan issiqlik uzatishning chiziqli muammolarini mumkin bo‘lgan raqamli hal qilishning ikkinchi usuli - bu dastlabki funktsiyalarni Fure seriyasiga kengaytirish usulidan foydalanish. Bu usul trigonometrik funktsiyalar qonuniyatlari bo‘yicha operatsion buzilishlar o‘zgarganda eng qulay hisoblanadi. Boshqa turdagi bezovta qiluvchi xarakatlar bilan (davriy to‘rtburchaklar, chiziqli va boshqalar) asl funktsiyalarni aniq yaqinlashtirish uchun ketma-ketlikning ko‘p sonli xarmonikalaridan (30 ta xarmonikadan) foydalanish kerak.

Bir qator boshqa mualliflarning ishlarida statsionar bo‘lmagan issiqlik uzatishning turli muammolarini xal qilishda integral *Laplas* transformatsiyalari usuli qo‘llaniladi.

Olingan bog‘liqliklarga asoslanib, mualliflar binolarning issiqlik rejimini hisoblash uchun kompyuter dasturini ishlab chiqdilar. Dastur o‘zboshimchalik bilan o‘zgaruvchan bezovta qiluvchi ta’sirlar bilan xona ichidagi havo xaroratini hisoblash imkonini beradi.

Adabiyotlar

1. Toshmatov, N. U., &Saydullaev, S. R. (2016). О методах определения потери подсосов воздуха в вентелиационных сетях.
2. Takaboev, K. U., Musaev, Sh. M., &Xojimatova, M. M. (2019). - Загружение атмосферу вредному веществами мероприятие их сокращение. Экология: *вчера, сегодня, завтра*.
3. Tursunov, M. K., &Ulugbekov, B. B. (2020). - Оптимизация размешения солнечьных коллекторов на ограниченной площади. Me′morchilik va qurilish muammolari, 56.
4. Mamasoliev, K. M., &Mamarazhabovich, M. S. (2020). - The essence of the theory of gasliquid flow and its use in solving technical problems. *Academicia: an international multidisciplinary research journal*, *10*(12), 1318-1322.
5. Alibekova, N. N. (2020). - Зонирование водо-проводных сетей. Science and Education, 1(9), 228-233.

6. Xajimatova, M. M. (2021). - Некоторые гидро-динамические эффекты, проявляемые при пузырковом и снярадном режимах течения газожидкостной смеси. Science and Education, 2(4), 257-264.
7. Karimovich, T. M., &Obidovich, S. A. (2021). To increase the effectiveness of the use of Information Systems in the use of water. Development issues of innovative economy in the agricultural sector, 222-225.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ФОТОВОЛЬТАИКИ

Р.Алиев
Андижанский государственный университет

В развитии полупроводниковой фотовольтаики характерны новые направления прикладного научного исследования. Полупроводниковые фотоэлектрические преобразователи (ФП) разделены на три поколения: ФП первого поколения; ФП второго поколения и ФП третьего поколения. Активные исследования проводятся по развитию ФП второго и третьего поколений. Появление и интенсивное развитие методов цифрового моделирования позволяли поднять качество исследований на существенно высокий уровень. Возможность комплексной реализации теории классической и квантовой физики твердого тела, формирования информационных баз множества экспериментальных данных позволяли выполнят научные исследования более качественными, интенсивными и результативными.

В этом отношении можно отметить следующие наиболее важные направления в фундаментальном научном и прикладном отношении.

1. Заслуживает особое внимание, что на основе ФП первого поколения могут быть созданы многосторонне-освещаемые элементы. Выполненные в этом направлении теоретические и экспериментальные исследования свидетельствовали о хорошем перспективе создания матричных ФП с вертикальными *p*-*n*-переходами. Такие ФП преобладают не оспоримые преимущества в задачах генерации высоких выходных напряжений и преобразования концентрированного солнечного излучения. Кроме этого, выполнение таких ФП в многосторонне чувствительной конструкции позволяет до трех-четырех раз сократит расход полупроводникового кремния.

2. В последнее время возобновились исследования по усовершенствованию тонкопленочных ФП (второго поколения) на основе аморфного кремния. При этом большой интерес проявляют новые гетеро-переходные конструкции ФП, созданные по “HIT-технологии“. Такой подход позволяет преодолеть ряд проблем, связанных с нестабильностью свойств тонких слоев аморфного кремния. Сочетается достижения современных методов текстурирования и нанотекстурирования поверхности с формированием внутренних многослойных структур аморфного кремния, в результате достигается созданию ФП с конкурентоспособными по эффективности и стабильностью параметров.

3. Формирование поверхностных и объемных оптических уловителей фотонов за счет использования методов нанотехнологии способствуют управлять процессами фотогенерации неравновесных носителей заряда в тонких слоях полупроводников. Поэтому в тенденциях развития полупроводниковой фотовольтаики характерно разработка инновационных разнообразных конструкций ФП.

4. В развитии ФП третьего поколения особое внимание заслуживает использование гетеро-переходных структур. Для этой цели начали использовать новые широко-зонные, перовскитные, полимерные и ряд других органических материалов. Благодаря широкому диапазону оптических и диэлектрических параметров таких новых материалов показаны возможности существенного повышения эффективности фотоэлектрического преобразования. Однако, такие положительные результаты получены преимущественно методами теоретического расчета и моделирования. В настоящее время такие методы исследования опережают реальные эксперименты.

Достижение реальных результатов в создании высокоэффективных ФП на основе новых материалов часто сдерживается неустойчивостью физических

параметров, связанных с нестабильностью межатомных и межмолекулярных химических связей, особенно при освещении.

Таким образом, анализ ситуации исследований по данным открытых публикаций за последние десятилетие способствует концептуального определения актуальных и приоритетных направлений фотовольтаики как по материаловедческой, так и приборостроительной точек зрения.

5. Представляет большой интерес научно-прикладные исследования, связанные с эксплуатацией ФП в условиях сухого, жаркого, континентального и пыльного климата, например в республиках Средней Азии. Поэтому остаются актуальными задачи по созданию солнечных фотоэлектрических устройств, приспособленных континентальному изменению климата. В этом отношении перспективно разработать и внедрит солнечные фотоэлектрические энергетические установки 3D формата, в которых впервые исключается использование плоских панелей. Необходимо отметить, что такие энергетические установки конкурентоспособны для преобразования концентрированного солнечного излучения.

Природная нестабильность первичных потенциалов возобновляемых источников остаётся нерешенной проблемой во всем мире. Поэтому с целью получения непрерывной энергии из возобновляемых источников необходимо создавать гибридные энергетические установки. Весьма актуально разработать такие гибридные энергетические установки, как: «Солнечные-ветровые», «Солнечные-фотоэлектрические», «Солнечные-фотоэлектрические-тепловые», «Солнечные-гидравлические», «Ветровые-гидравлические» и «Солнечные-ветровые-гидравлические».

Будут презентованы результаты расчетных и экспериментальных исследований лаборатории «Возобновляемые источники энергии» при АГУ по вышеуказанным пяти актуальным направлениям. По всем указанным приоритетным направлениям опубликованы [1-8] в журналах, индексируемы в базах Scopus, WoS и получены официальные патенты [9-17] в 2022 г.

Литература

1. A.Mirzaalimov, J.Gulomov, R.Aliev, N.Mirzaalimov, S.Aliev. A study of silicon p-n structures with mono and multifacial photosensitive surfaces. //Information technologies mechanics and optics, 2022, Volume 22, Issue 1, (25-32 pp.) (Scopus)

2. J.Gulomov, O.Accouche, R.Aliev, B.Neji, R.Ghandour, I.Gulomova, M.Azab. Geometric Optimization of Perovskite Solar Cells with MetalOxide Charge Transport Layers. //Nanomaterials, 2022, Issue 12(15), 2692(1-15 pp.), DOI: 10.3390/nano12152692 (Scopus,Web of Science)

3. N.M.Yuldasheva, M.Z.Nasirov, S.D.Matboboyeva, J.J.G'ulomov. Semi-Empirical Plasmon Coefficients of Metals for Nanoplasmonics. //Journal of Nano- and Electronic Physics, 2022, Volume 14, Issue 4, 04024(1-3 pp.), DOI: doi.org/10.21272/jnep.14(4).04024 (Scopus)

4. J.Gulomov, O.Accouche, R.Aliev, M.Azab, I.Gulomova. Analyzing the ZnO and CH3NH3PbI3 as Emitter Layer for Silicon Based Heterojunction Solar Cells. //Computers, Materials & Continua, 2022, Volume 74, Issue 1, (575-590 pp.), DOI: 10.32604/cmc.2023.031289 (Scopus)

5. J.J.G'ulomov, R.Aliev, N.A.Mirzaalimov, B.D.Rashidov, J.Aliyeva. Study of Mono- and Polycrystalline Silicon Solar Cells with Various Shapes for Photovoltaic Devices in 3D Format: Experiment and Simulation. //Journal of Nano- and Electronic Physics, 2022, Volume 14, Issue 5, 05012(1-8 pp.), DOI: doi.org/10.21272/jnep.14(5).05012 (Scopus)

6. J.J.G'ulomov, J.N.Ziyoitdinov, I.M.G‘ulomova. The Effect of Temperature and Base Thickness on Photoelectric Parameters of Amorphous Silicon Solar Cells. //Journal of Nano-

and Electronic Physics, 2022, Volume 14, Issue 5, 05010(1-6 pp.), DOI: doi.org/10.21272/jnep.14(5).05010 (Scopus)
7. J.J.G'ulomov, O.Accouche. Gold Nanoparticles Introduced ZnO/Perovskite/ Silicon Heterojunction Solar Cell. //IEEE Access, 2022, Volume 19, (119558-119565 pp.), DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3221875 (Scopus,Web of Science)
8. J.J.G'ulomov, O.Accouche, Z.Al Barakeh, R.Aliev, I.M.G‘ulomova, B.Neji. Atom-to-Device Simulation of MoO3/Si Heterojunction Solar Cell. //Nanomaterials, 2022, Volume 12, Issue 23, 4240(1-16 pp.), DOI: doi.org/10.3390/nano12234240 (Scopus,Web of Science)
9. Алиев Р.,Урмонов Б.К.,Ғуломов Ж.Ж.,Хайдаров Д.М.,Темиров С.И.. Осветительное устройство. ЎзР, Патент № FAP 02036, 29.07.2022
10. Aliev R.,Mirzaalimov N.A.,Ziyoitdinov J.N.,Aliev S.R.,Rashidov B.D.,Komilov M,O'ktamov R.X.. Quyosh suv ko'tarish qurilmasi. ЎзР, Патент № FAP 01973, 10.05.2022
11. Aliev R.,Xaydarov D.M.,Eraliyev A.,Akbarova G.O.,Nasrddinov S.,Kaxramonova Sh.Sh.,Aliyeva G.A.. Quyosh kollektori. ЎзР, Патент № FAP 01931, 18.04.2022
12. Aliev R.,G'ulomov J.J.,Temirov S.I.,Foziljonov M.B.,Mamatova G.J.,Aliyeva J.,Qahhorov J.I.. Gibrid quyosh fotoelektrik - issiqlik energetik qurilma. ЎзР, Патент № FAP 01932, 18.04.2022
13. Aliyev R.,Urmanov B.,Ziyaitdinov J.,Kaxxorov J.,Aliyeva J.. Kremniyli fotoelektrik o'zgartirgichni tayyorlash usuli. ЎзР, Патент № FAP 01840, 28.02.2022
14. Aliyev R.,Mirzaalimov N.A.,Ziyaitdinov J.,Aliyev S.R.. Fotoelektrik modul. ЎзР, Патент № FAP 01804, 24.01.2022
15. Aliyev R.,Gulomov J.J.,Abduvoxidov M.K.. Ultrabinafsha nurlanish detektori. ЎзР, Патент № FAP 01802, 24.01.2022
16. Aliev R.,G'ulomov J.J.,Mirzaalimov N.A.,Abduvoxidov M.K.,Urmonov B.K.,Mirzaalimov A.A.,Matboboyeva S.,Abduazimov V.. Yarimo'tkazgichli fotoelektrik o'zgartirgich. ЎзР, Патент № FAP 01806, 24.01.2022
17. Aliyev R.,Gulomov J.J.,Urmanov B.,Rashidov B.D.,Aliyev S.R.,Mirzaalimov N.A.. Fotoelektrik o'zgartirgich. ЎзР, Патент № FAP 01801, 19.01.2022

KREMNIYLI QUYOSH PANELLERINING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

S.I.Jiyanova, X.X.To’raev, X.E.Eshmurodov
Termiz davlat universiteti.
E-mail: jiyanovasayyora2021@gmail.com

Elektr energiyasi iste’molining ortishi, an’anaviy energiya manbalari – ko‘mir va neftning cheklangan zahiralari tufayli muqobil energiya manbalarini ishlab chiqish va ulardan foydalanish zaruriyatini vujudga keltiradi [1]. Yoqilg‘i energetika resurslarining bunday cheklangan zahiralari va energetikani rivojlantirish bilan bog‘liq ekologik muammolarni hal qilishda ko‘payib borayotgan qiyinchiliklar energiya ishlab chiqarishning yangi, noan’anaviy usullarini izlash zaruriyatiga olib keladi. Quyosh energiyasini fotoelektrik usulda elektr energiyasiga aylantirish ekologik tozaligi bilan boshqa usullardan ajralib turadi [2]. Ekologik toza energiya manbalarining turlari orasida quyosh nurlanishini elektr energiyasiga aylantirish kelajak energiyasining eng istiqbollisi hisoblanadi [3]. Hafta davomida Yer yuzasiga tushadigan quyosh energiyasining umumiy miqdori dunyodagi barcha neft, gaz, ko‘mir va uran zahiralarining energiyasidan yuqori ekanligi o‘rganilgan [4].

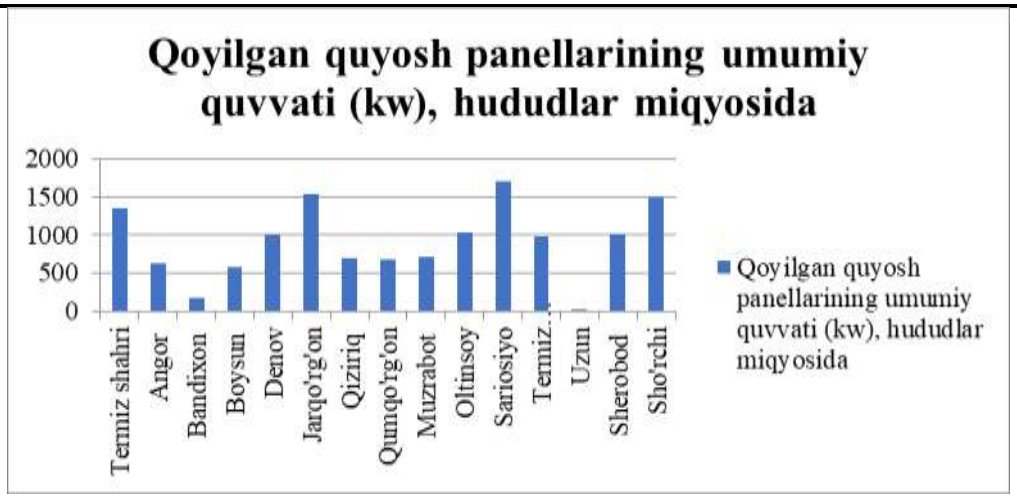
Bugungi kunda, butun dunyoda bo‘lgani kabi, O‘zbekistonda ham tabiiy boyliklarni tejash va ishlab chiqarish tarmoqlariga ekologik sof texnologiyalarni joriy etish masalasiga alohida e’tibor qaratilmoqda. Chunki, bu ham iqtisodiy barqarorlikka erishish, ham atrof-muhitga salbiy ta’sirlarni kamaytirishda juda muhim omil hisoblanadi. Ya’ni bu masalalar yurtboshimizning “2023 yildan qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora - tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-57-son qarorida nazarda tutilgan. Bu qarorga ko‘ra, 2023 yil 1 maydan boshlab foydalanishga topshiriladigan ko‘p qavatli uylar tomlari bo‘sh qismining kamida 50 foizida quyosh panellarini o‘rnatish talabi joriy qilinadi.

Mamlakatimiz muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalari bo‘yicha ham ulkan salohiyatga ega. Jumladan, yurtimiz hududiga tushadigan quyosh energiyasi hamda hosil bo‘ladigan nazariy quvvat miqdori 6 milliard 750 million tonna shartli yoqilg‘iga teng. Bu mavjud qayta tiklanmaydigan resurslar zahirasiga nisbatan uch barobar ko‘pdir [5]. Biz tadqiqot ishimiz davomida Surxondaryo viloyatidagi o‘rnatilgan quyosh panellari quvvatlarini o‘rganib chiqdik (yillar va tumanlar miqiyosida).

Surxondaryo viloyati statistika qo‘mitasidan olingan ma’lumotiga ko‘ra, shu vaqtgacha viloyatda 2010-2022 yillar davomida o‘rnatilgan quyosh panellari umumiy quvvati haqida ma’lumotlar diagrammasi (1-rasm).

1-rasm. Surxondaryo viloyatida o‘rnatilgan quyosh panellari quvvatlari

Surxondaryo viloyati tumanlarida o‘rnatilgan quyosh panellarining umumiy quvvati (2-rasm).



2-rasm. Surxondaryo viloyati tumanlarida o‘rnatilgan quyosh panellarining umumiy quvvati (tumanlar kesimida)

Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, o‘rnatilayotgan quyosh panellarining quvvati yillar davomida tumanlarda ham ortishi fotoelementlarga bo‘lgan talabning keskin ortishiga sabab bo‘ladi. Fotoelement yacheykalarida yorug‘lik nurlanish energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi. Fotoelektr yacheykalarini tayyorlashda birinchi bo‘lib, mono- yoki polikristall kremniydan foydalanilgan. Hozirgi kunda bu elementdan tayyorlanadigan yacheykalar, butun dunyoda o‘rnatilgan tizimlarning 80 % ni tashkil etadi. Ularning foydali ish koeffitsenti 11 - 16% ni tashkil etadi [6].

O‘zbekistonda kvars qumining konlari mavjud bo‘lib, ular kelajakda yarimo‘tkazgich sanoati uchun xomashyo bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Chunki, kremniy (IV) oksidi (SiO_2) mahalliy kvars qumlaridan tarkibida yuqori foizlarda bo‘ladi. Yuqori texnologiyali sanoat va yarimo‘tkazgich tizimining rivojlanishi bilan toza kvars qumiga talab ortib bormoqda. Mahalliy kvarts qumining kristall tuzilishida (Na, K, Al, Mg, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu va boshqalar) aralashmalarning mavjudligi uni tozalash uchun ilmiy ishlanmalarni talab qiladi [7]. Bu borada xorijiy va yurtimiz olimlari ko‘plab tadqiqot ishlarini olib borishgan. Ukrainalik olimlar O.V.Solovyev, B.P.Masenko, I.A.Xlopenova quyidagi reaksiya asosida texnik kremniy ajratib olish ustida ish olib borganlar:

$$2Zn+SiO_2 \rightarrow Si+2ZnO.$$

Reaksiya natijasida kremniy (IV) oksidi rux yordamida qaytarilganda va kimyoviy ishlov berilgandan so‘ng olingan material 99,993% tozalikka ega bo’lgan [8]. O‘zbekistonlik olimlar Qodirov M.Sh., Abduraxmanov K.P., Abduraxmanov B.M. va Kostetskiy M.A. tomonidan mahalliy xomashyodan foydalanib, texnik kremniy olish imkoniyatlari elektr yoyli pechda olib borilgan tajribalar asosida o‘rganilgan va Kr1 markali texnik kremniy olish mumkinligi aniqlangan.

Bizning tadqiqot ishimizda Surxondaryo viloyatining Sherobod tumanidan olib kelingan qum tarkibi rentgen fazaviy usulda analiz qilinganda undagi moddalar tarkibi quydagicha ekanligi aniqlandi.

1-jadval

Boyitilmagan Sherobod kvars qumlaridagi moddalar miqdori (%)

Temir uch oksidi	Fe_2O_3	0,4
Kremniy	Si	1,1
Kremniy (IV) oksidi	SiO_2	96
Alyuminiy (III) oksidi	Al_2O_3	2,5

Bu qum quyidagi usullarda boyitildi: 1) Olingan qum namunasi turli o‘lchamli elaklar yordamida elandi. 2) 10-15 min davomida yuvildi. 3)100℃-110℃ li pechda quritildi. 4) Boyitilgan qum magniy bilan aralashtirilib, 600℃ li mufel pechida qaytarildi:

$$SiO_2+2Mg=Si+2MgO$$

Demak, ushbu tadqiqot natijasida olingan krenmiy texnik kremniy hisoblanib, metallurgiyada mustahkamlikni oshirish maqsadida foydalanish mumkin. Magniy bilan qaytarilgan SiO_2 distillangan suvda 4-5 marta yuvilib, xlorid kislota yordamida ortiqcha elementlardan tozalandi. Bunda olingan natija rentgen fazaviy usulda qayta tekshirildi va uning unumi 75% ekanligi o‘rganildi. Unumni oshirish uchun bidistillangan suvda va sulfat kislotada bir necha marta qayta yuvish lozim bo‘ladi.

Adaboyotlar

1. Н.Н. Баранов. Прямое преобразование энергии для автономной энергетики.//Энергия:экономика, техника, экология.-2000.-№8.-с.23-34.
2. Стребков Д.С. Роль солнечней энергии в энергетике будущего [Текст]/ Д.С Стребков // Энергетическая политика, 2005.-№2.-С.27-36.
3. Энергия будущего возобновляемая энергия. Стратегия Европейского Союза в области возобновляемых источников энергии.// Возобновляемая энергия.-2000.-№10.-С. 14.
4. Новая энергетическая политика России./Под ред. Ю.К. Шафранника. М:Энергоиздат, 1995.- с.512.
5. Боходирханов М.К., Зикриллаев Н.Ф., Абдурахмонов Б.А., Саитов Э.Б. International Theoretical and Practical Conference Education and science for sustainable development April 6-8, 2016 Tashkent, Uzbekistan. Қуёш элементларини ишлаб чиқаришда нанотехнологиянинг ўрни. pp. 59-60.
6. Саитов Э.Б. Возможность создания высокоэффективных солнечных фотоэлементов на основе кремнии. “Физика фанининг ривожида истедодли ёшларнинг ўрни” “Илмий амалий конференция мақолалар тўплами” 2015 й. б. 381-385.
7. Атаев Э.К., Матьякубов А.А., Батманов Б.Х. Обогащение каракумского кварцевого песка. Мары, Туркменистан.2022г
8. Aulich H. A., Grabmaier J. G. Solar-grade silicon prepared by advanced carbothermic reduction of silica // Siemens Forschungs und Entwicklungs.- 1986.- Bd 15, N. 4.- S. 157-210.

ERUVCHANLIK VA GERMANIY TAGLIKDA $(Ge_2)_{1-x}(GaAs)_x$ QATTIQ ERITMALARNI OLISH TEXNALOGIYASINI O’RGANISH

Q.A. Yo’ldashev[1], A.A. Abdullayev[1]
[1]Namangan Muhandislik Qurulish Instituti
yoldashevqodirjon11@gmail.com

Hozirgi vaqtda A^3B^5 иA^4B^4, A^2B^6 asosidagi yarim o'tkazgichli qattiq eritmalar o'zining noyob xususiyatlari tufayli mikroelektronikaning turli sohalarida keng qo'llaniladi va ba'zi qurilmalar uchun ular o’zgartirib bo’lmas materiallarga aylanadi.

Shu munosabat bilan Ge,GaAs ning past haroratlarda Pb dagi eruvchanligini va ularni o‘stirish usullarini takomillashtirish, yangi yarimo‘tkazgichli konstruksiyalarni ishlab chiqarish maqsadida allaqachon ma’lum bo‘lgan yarimo‘tkazgichli qattiq eritmalarni olish shartlarini o‘rganish juda muhim yo‘nalish hisoblanadi.

A^3B^5, A^4B^4 qatlamlarini o'stirishning eng keng tarqalgan usullaridan biri suyuq fazali epitaksiya usuli hisoblanadi.

Suyuq fazada kristallanish jarayonini nazorat qilish va tarkibiy qismlar va aralashmalarning kerakli taqsimoti bilan qattiq eritmalarni olish uchun fazalar muvozanati va suyuqlik fazasidagi komponentlar va aralashmalarning o'zaro ta'siri to'g'risidagi ma'lumotlar talab qilinadi.

Ushbu maqolada Pb-Ge-GaAS tizimlarida fazalar muvozanatini o'rganish bo'yicha eksperimental va hisoblash ma'lumotlari, germaniy substratlari bo'yicha ushbu tadqiqotlar natijalari asosida qattiq eritmalar $(Ge_2)_{1-x}(GaAs)_x$ olinadi.

Ge va GaAs larning qo‘rg‘oshindagi eruvchanligini o‘rganish bo‘yicha tajribalar biz tomonidan shudring nuqtasi t = 60÷65°C bo‘lgan tozalangan vodorod atmosferasida o‘tkazildi. Vodorodning tozaligi har safar tajribadan oldin va keyin o'lchangan.

Shunday qilib, biz Ge va GaA larning qo'rg'oshindagi eruvchanligiga eruvchanligi va o'zaro ta'sirini o'rgandik.

Ge va GaAs ning suyuq metall erituvchilarda eruvchanligi, shuningdek ularning o'zaro ta'siri bo'yicha olingan ma'lumotlarning tahlili shuni ko'rsatdiki, qo'rg'oshinni erituvchi sifatida ishlatish "maxsus" sharoitlarni ta'minlaydi [1]. haqiqiy qattiq eritmalar $(Ge_2)_{1-x}(GaAs)_x$. Eruvchanlikni o'rganish vazn yo'qotish usuli bilan amalga oshirildi va jarayon davomida eritma-eritma doimiy ravishda aralashtiriladi.

Birinchi marta pirolitik sintez yo'li bilan Ge - GaAs tizimi asosida metastabil uzluksiz qattiq eritmalar tayyorlash haqida [2] xabar berilgan, unda bunday bog'liqliklar panjara parametri va olingan qattiq eritmalarning tarmoqli oralig'iga bog'liq $(Ge_2)_{1-x}(GaAs)_x$. Ish [3] ushbu qattiq eritmalarning elektrofizik xususiyatlarini keyingi tekshirishga bag'ishlangan.

Qattiq eritmalarni olishning nazariy sharti $(C_2^4)_x$ $A^3B^3{}_{1-x}$ umumlashtirilgan momentlar nuqtai nazaridan ularning hosil bo'lish imkoniyatlarini tahlil qilish edi. , suyuq metall erituvchilarda Ge va GaAs eruvchanligi bo'yicha tajriba ma'lumotlarining yuqoridagi natijalari. Qo'rg'oshinni erituvchi sifatida ishlatish haqiqiy qattiq eritmalar hosil bo'lishi uchun zarur shart-sharoitlarni ta'minlaydi $(Ge_2)_{1-x}(GaAs)_x$ [2]. Bunday holda, kristallanish jabhasida qattiq eritmaning ikkala komponentiga nisbatan etarlicha yuqori supersaturatsiyaga erishiladi. Bundan tashqari, ishlatiladigan nisbatan past o'sish harorati (650÷700°C) hosil bo'lgan qattiq eritmalarning o'z-o'zidan parchalanishini oldini oladi.

Birinchi marta $(Ge_2)_{1-x}(GaAs)_x$ qattiq eritmalarning germaniy substratlarida past haroratli epitaksiya qilish sharoitlari tegishli eritma eritmasini tanlash yo‘li bilan tajriba yo‘li bilan aniqlanadi.

Aniqlanishicha, epitaksiyaning boshlanishi haroratining pasayishi bilan epitaksial qatlamlarning strukturaviy mukammalligi yaxshilanadi, pastki substratlarda eng strukturaviy mukammal qatlamlar olinadi. Substratlar orasidagi bo'shliq oshgani sayin, yuqori va pastki qatlamlarning strukturaviy mukammalligi o'rtasidagi farq sezilarli bo'ladi.

Olingan qattiq eritmalar $(Ge_2)_X(GaAs)_{1-X}$mikroelektronika uchun yangi yarim o‘tkazgich material sifatida amaliy qiziqish uyg‘otadi.

Olingan plyonkalarning qalinligi $(Ge_2)_X(GaAs)_{1-X}$sovutish davomiyligiga bog'liq va 25-40 mkm oralig'ida edi. Filmning yuzasi maxsus qurilma bilan o'sish oxirida eritma-eritma qoldiqlaridan tozalangan.

Olingan plyonkalar oynadek silliq sirtga ega, p-tipli o'tkazuvchanlik tashuvchisi konsentratsiyasi $1.4 \cdot 10^{18}\text{см}^{-3}$va harakatchanligi $155\,\text{см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$edi. , 300 K da. Komponentlarning qalinligi bo'yicha taqsimlanishi haqidagi ma'lumotlarga ko'ra, Camesa tipidagi mikroanalizator yordamida o'rganilgan, epitaksial qatlamdagi GaAs tarkibi $(Ge_2)_X(GaAs)_{1-X}$o'sish o'qi bo'ylab ortib, qatlamlar yuzasida 80÷ 90% ga etadi. GaAs substratlari Ge bilan almashtirilganda komponent taqsimotining tabiati biroz o'zgaradi. Aniqlanishicha, $(Ge_2)_X(GaAs)_{1-X}$ qattiq eritmalar Ge substratida tuzilishi jihatidan mukammalroqdir. Bu plyonkalarning dislokatsiya tuzilishining morfologik tadqiqotlari bilan tasdiqlanadi. Bunday holda, Ge substratida o'stirilgan plyonkalarda dislokatsiya zichligi $3 \cdot 10^4\text{см}^{-2}$ va GaAs substratlarida 10^5см^{-2}ni tashkil etdi.

As(Ka), Ga(Ka), Ge(Ka) xarakterli rentgen nurlanishida olingan rastr naqshlariga ko'ra, qatlamlar strukturaviy jihatdan mukammal bo'lib, tarkibiy qismlarning qalinligi bo'ylab ham, interfeys bo'ylab ham taqsimlanishi ancha monotondir. (1-rasm).

Shunday qilib, suyuq fazali epitaksiya usuli konstruktiv jihatdan mukammal darajali bo'shliqli qatlamlarni olish imkonini beradi, bu ularni yarim o'tkazgich mikroelektronikada, shuningdek, yarimo'tkazgich qurilmalarini ishlab chiqarish uchun ishlatish imkonini beradi.

Xarakterli nurlanishlar bo'yicha qatlamlarning rasmlari

Ga(Kα)

As(Kα)

Ge(Kα)

Adabiyotlar

1. Жидкостная эпитаксия метастабильных твердых растворов / Саидов А.С., Кошчанов Э.А., Сапаев Б., Ковардакова Г.Н. // ДАН УзССР,1988, №2. - С.26-27.
2. Алферов Ж.И., Жингарев М.З. и др. // ФТП, 1982. - т.16, в.5. - С.831-839.
3. Алферов Ж.И., Вартанян Р.С. и др. // ФТП, 1982. - т.16, в.5. - С.887-890.

O’ZARO HAR XIL NISBATLI DONOR-AKSEPTOR EGA FAOL QATLAMLARNING YUTILISH HAMDA FOTOLYUMINESSENSIYA SPEKTRLARI

[1,2]Saparbaev A.A. [1]Turg’unboyev A.Y. [1]Ro’ziyev F.M. [1]Quvondikov V.O.
[1]O‘zRFA A.U. Arifov nomidagi Ion-Plazma va lazer texnologiyalari instituti
[2]Mirzo Ulug’bek nomidagi O’zbekiston Milliy Universiteti
turgunovabro9606@gmail.com

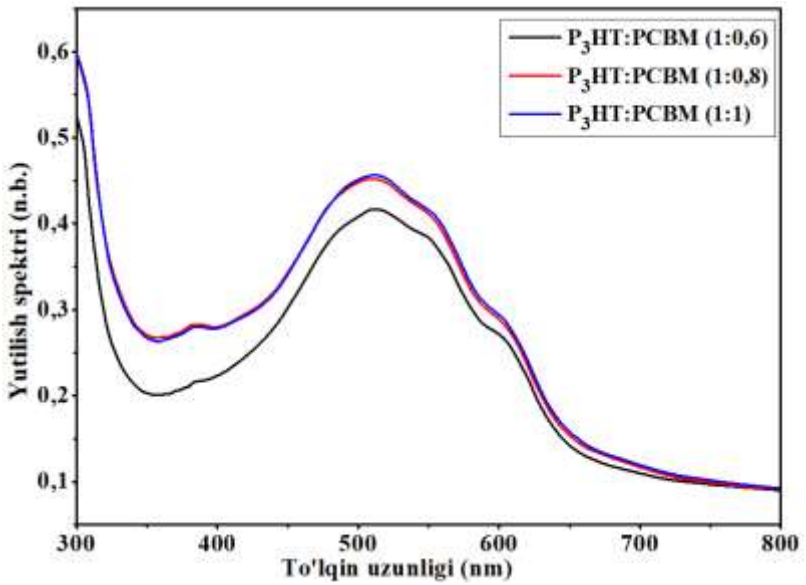
So’nggi yillarda an’anaviy energiya zaxiralarining kamayishi hamda ularni yoqishda hosil bo’ladigan chiqindi gazlarning ekologiyamizga bo’lgan salbiy ta’siri muqobil energiya manbalariga bo’lgan talabning oshishiga olib kelmoqda. Ayniqsa yorug’lik nuri energiyasidan foydalanib elektr energiya beruvchi qurilmalarga qiziqish ortmoqda. Yorug’lik nuri energiyasini biz quyosh element (quyosh batareyasi bir bo’lagi) lari orqali olamiz. Shuningdek quyosh elementlarining noorganik, organik va organik-noorganik turlari mavjud. Ular ichida organik quyosh element (OQE)lari alohida ahamiyatga ega. Bunda hajmiy geterostrukturaga ega OQE lari arzon narxlarda ishlab chiqarish imkoniyati, yengil vazni, egiluvchanligi va oson ishlab chiqarishning asosiy afzalliklari bilan katta e’tiborni tortdi [1]. Hajmiy geterostrukturaga ega OQE larida faol qatlam har doim konjugatsiyalangan polimerlarni va fulleren hosilasini (masalan, [6,6]-fenil C_{61}-butirik kislota metil esteri ($PC_{61}BM$) yoki [6,6]-fenil C_{71}-butirik kislota metil esteri, ($PC_{71}BM$)) o‘z ichiga oladi [2]. Konjugatsiyalangan polimerlar bu organik makromolekulalar bo‘lib, ular o‘zgaruvchan ikki yoki bitta bog‘larning tarmoqlangan magistral zanjiri bilan tavsiflanadi. Ularning bir-biriga o‘xshash p- orbitallari delokalizatsiyalangan p -elektronlar tizimini yaratadi, bu esa samarali optik va fotovoltaik xususiyatlarni keltirib chiqarishga imkon beradi. Yangi konjugatsiyalangan polimerlarga asoslangan OQElarni yasash nuqtai nazaridan eng muvaffaqiyatli strategiya donor-akseptor (D-A) aralashmasini qo‘llashdir. D-A aralashmali konjugatsiyalangan polimerlar katta afzalliklarga ega, masalan: 1) quyosh fotonlarini ko‘proq yig‘ish uchun yuqori yutilish koeffitsienti bilan birga keng yutilish spektriga ega; 2) optimal va osongina sozlanishi mumkin bo‘lgan molekulyar energiya sathga egaligi, natijada akseptorlarga mos keladigan ko‘proq donor polimerlarni olishni ta’minlaydi; 3) va eng asosiysi zaryadni ajratish va tashishni osonlashtiradigan yaxshilangan zaryad harakatchanligiga ega [3].

Hozirgi kunda OQElari sohasida energiya o’zgartirish samarasi (EO’S) bo‘yicha 19,2 % li natijaga erishildi [4].

Bu ishda OQE larining faol qatlami D-A materiallarini o’zaro turli xil nisbatda bo’lganda uning optik parametrlariga ta’siri o’rganildi. Buning uchun P_3HT (poli-3 geksiltiofen) va PCBM ([6,6]-fenil C_{61}-butirik kislota metil esteri) asosli D-A materiallaridan foydalanildi. Faol qatlamlarni yasash texnologiyasi quyidagicha ketma-ketlik bilan bajariladi. Dastlab qatlam qarshiligi 15 Om/sm^2 bo‘lgan ITO (indiy qalay oksidi) qoplangan shisha tagliklar ultratovush vannada ultra toza suv, aseton va izopropil spirti bilan tozalanadi. Tozalangan ITO ning ustiga PEDOT:PSS(poli(3,4-etilendioksitiofen) polistirol sulfonat) polimer moddasining xlorobenzoldagi eritmasi “spin coating” usulida (4000 ayl/daq., 20 sek.) qoplandi. Keyin 20 daqiqa davomida 160 °C haroratli pechkada quritildi. P_3HT va PCBM D-A materiallari massa ulushi bo’yicha o’zaro turli nisbat (1:0.6, 1:0.8, 1:1) larda olinib xlorobenzolda eritildi. Eritma bir necha soat davomida xona haroratida aralashtirildi va PEDOT:PSS qatlam ustiga “spin coating” usuli (3000 ayl/daq., 20 sek.) bilan qoplanadi. Bunda faol qatlam tarkibidagi P_3HT va PCBM D-A materillari massa ulushi

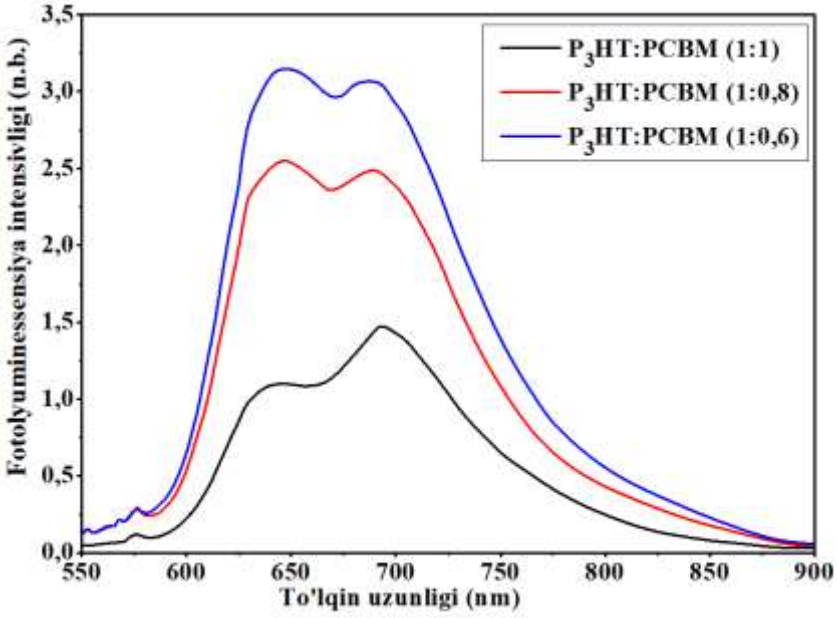
bo’yicha 1:0.6, 1:0.8, va 1:1 nisbatda olindi. Hosil bo’lgan faol qatlamlarning yutilish spektri UV-1280 spektrofotometri yordamida o’lchandi. Olingan natijalar 1-rasmda ko’rsatilgan.

1-rasmda o’zaro turli-xil nisbatda olingan P_3HT:PCBM faol qatlamlarining yutilish spektrining to’lqin uzunligigga bog’liqligi ko’rsatilgan. Grafikdan ko’rinib turibdiki konjugatsiyalangan P_3HT:PCBM asosli faol qatlamlarning maksimal yorug’likni yutilish spektri 512 nm to’lqin uzunligiga mos ekan. Va yana yutilish spektrlaridan shu ma’lum bo’ldiki PCBM ning massa ulushi ortishi bilan faol qatlamning yutilish spektri intensivligi ham oshishi kuzatildi. Bundan tashqari faol qatlamning fotolyuminessensiya spektri ham olindi.



1-rasm. Massa ulushi bo’yicha turli-xil nisbatlarda olingan P_3HT:PCBM asosli faol qatlamlarining yutilish spektrlari.

2-rasmda o’zaro turli-xil nisbatda olingan P_3HT:PCBM faol qatlamlarining fotolyuminessensiya spektri ko’rsatilgan.



2-rasm. Massa ulushi bo’yicha turli-xil nisbatlarda olingan P_3HT:PCBM asosli faol qatlamlarining fotolyuminessensiya spektrlari.

Fotolyuminessensiya spektri eksitonlar dissotsiatsiyasining samaradorligini nazorat qilish uchun olinadi. Chunki faol qatlamning fotolyuminessensiya intensivligi qancha kam bo’lsa faol qatlamga tushayotgan yorug’lik energiyasi asosan zaryadlarni hosil bo’lishiga sarf bo’ladi [5]. Bu yerda P_3HT:PCBM ning turli nisbatlarda olingan faol qatlamalari fotolyuminessensiya spektri 550 nm - 900 nm to’lqin uzunligi diapazonida olingan. Grafikdan ko’rinib turibdiki PCBM ning ulushi oshishi bilan faol qatlamning fotolyuminessensiya intensivligi kamayar ekan. Demak yorug’lik energiyasi ta’sirida fotoinduksiyalangan elektronlarning P_3HT dan PCBM ga o’tishi PCBM miqdorining oshishi natijasida sezilarli darajada oshar ekan.

Umumiy xulosa qilib aytadigan bo’lsak P_3HT:PCBM asosli OQE larida D-A nisbatining ulushini biroz o’zgartirsak faol qatlamning yutilish spektri biroz o’zgarib, fotolyuminessensiya spektrlari intensivligi esa keskin o’zgarishi mumkin ekan. Shuningdek 1:0.6, 1:0.8 hamda 1:1 nisbatdagi P_3HT:PCBM asosli faol qatlamlari o’rganildi. Va ular ichida eng optimali 1:1 nisbatda bolgan P_3HT:PCBM asosli faol qatlam ekan. Ya’ni 1:1 nisbatda bo’lgan P_3HT:PCBM asosli faol qatlami samarali OQE lariga xos maksimal yutilish spektri hamda past intensivlik fotolyuminessensiya spektriga ega.

Adabiyotlar

1. Yao H., Hou J. Recent Advances in Single-Junction Organic Solar Cells //Angewandte Chemie. – 2022. – T. 134. – №. 37. – C. e202209021.

2. Pivrikas, Almantas, Niyazi Serdar Sariciftci, Gytis Juška, and Ronald Österbacka. "A review of charge transport and recombination in polymer/fullerene organic solar cells."Progress in Photovoltaics: Research and Applications 15, no. 8 (2007): 677-696.

3. Foertig, Alexander, Juliane Kniepert, Markus Gluecker, Thomas Brenner, Vladimir Dyakonov, Dieter Neher, and Carsten Deibel. "Nongeminate and geminate recombination in PTB7:PCBM solar cells."Advanced Functional Materials 24, no. 9 (2014): 1306-1311.

4. Gao Jinhua, Na Yu, Zhihao Chen, Yanan Wei, Congqi Li, Tianhua Liu, Xiaobin Gu et al. "Over 19.2% Efficiency of Organic Solar Cells Enabled by Precisely Tuning the Charge Transfer State Via Donor Alloy Strategy."Advanced Science 9, no. 30 (2022): 2203606.

5. Y.F. Li, “Over 10% efficiencies achieved for the PSCs with thick active layer based on D-A copolymer donors and various fullerene acceptors” Sci China Chem. 58(2), 188 (2015).

$CsPbI_2Br$ FAOL QATLAMGA EGA SAMARALI PEROVSKIT QUYOSH ELEMENTLARNI PAST HARORATLARDA YASASH

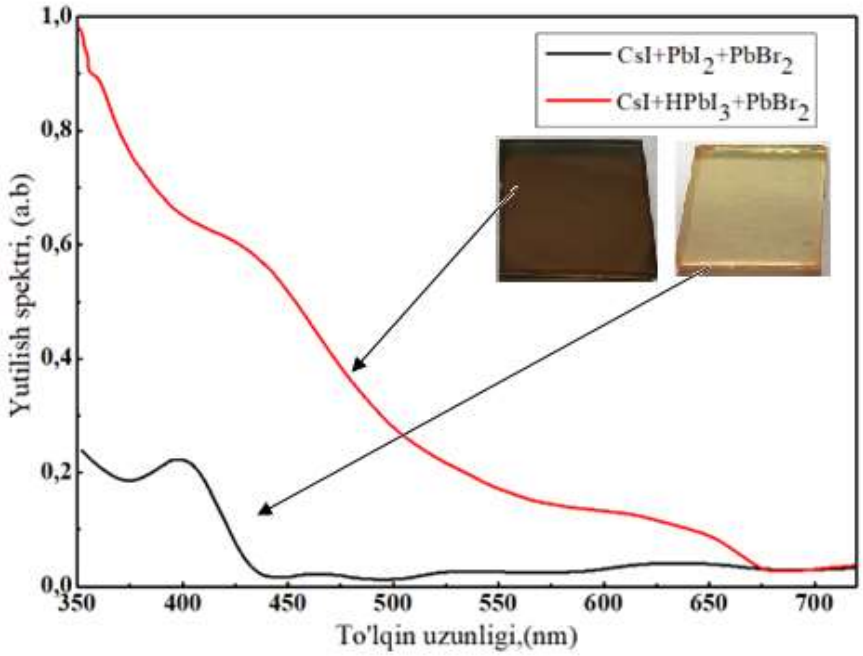
A.X.Tursunova[1], A.A.Saparbayev[1,2]
[1]Mirzo Ulug’bek nomidagi O’zbekiston Milliy Universiteti
[2]U.A. Arifov nomidagi Ion plazma va lazer texnologiyalari institute

Noorganik $CsPbI_2Br$ perovskitlar yuqori termal barqarorlikka egaligi va faza barqarorligi bilan optoelektronik tadqiqot uchun istiqbolli hisoblanadi. Biroq, $CsPbI_2Br$ ning kerakli fotovoltaik faol perovskit fazasini olish uchun >250 ^oC yuqori haroratli qizdirish talab qilinadi, biroq bu moslashuvchan polimer taglik asosida tadqiq qilish va yasashni qiyinlashtiradi. Bu ishda, yuqori samarali to'liq noorganik $CsPbI_2Br$ perovskit quyosh elementi (PQE) ni bir bosqichli 100-130 ^oC past haroratli qizdirish jarayoni orqali oson yasalish usulida oson yotqizilgan $CsPbI_2Br$ faol qatlamlari olindi.

Yuqori tuzilish energiyasi yoki kristallanish energiya $CsPbX_3$ perovskitlarning termal barqarorligini oshirishga yordam beradi, ammo ishlab chiqarishda qiyinchilik tug’diradi. $CsPbX_3$ perovskitlar past harotratlarda PQE uchun mos bo'lmagan sariq yoki boshqacha nomi ortorombik faza tuzilishga ega bo’ladi. Yuqori haroratli qizdirishdan so’ng, bu sariq fazalar qora rangli kubik perovskit fazasini hosil qilishi mumkin. Umuman olganda, sariqdan qora rangli fazaga o'zgarishi 300 ^oC dan yuqori haroratlarda sodir bo'ladi[1]. Yaqinda o'tkazilgan tadqiqotda bir bosqichli usulda tayyorlangan $CsPbI_{3-x}Br_x$ kristalining tuzilishi sof fazali $CsPbI_2Br$ perovskitni faqat 260 ^oC dan yuqori haroratda qizdirish orqali olish mumkinligi aniqlandi[2]. Xuddi shunday, butunlay noorganik perovskitni ishlab chiqarishning 2 bosqichli usuli orqali plyonkani 250 ^oC da 10 daqiqa qizdirilganda va keyin 350 ^oC da qo'shimcha 3 daqiqa qizdirilganda, sof fazali butunlay organik perovskitni olish mumkin. Bundan tashqari, gaz bilan ishlaydigan va to'liq vakuumli to'liq noorganik $CsPbI_2Br$ perovskitga ham >320^oC yuqori qizdirish jarayoni kerak[3]. Bu ma’lumotlarning barchasida yuqori samarali butunlay noorganik $CsPbX_3$ perovskit ishlab chiqarish uchun 260 ^oC gacha yoki undan ham yuqori haroratni zarurligi aytilgan. Biroq, bunday yuqori qizdirish harorat butunlay noorganiklar perovskitlarni ishlab chiqarishga ta'sir qiladi va ularning qo'llanilishini cheklab, ko'plab qurilma arxitekturalari va substratlarini haroratga sezgir polimer taglikka ega PQElarni ikkilamchi yaroqsiz holga keltiradi[4]. Ushbu ishda, samarali va barqaror quyosh batareyasi materiallari sifatida ta'kidlangan yuqori samarali noorganik $CsPbI_2Br$ perovskitni yasash uchun qulay past haroratli bir bosqichli usul ishlatilgan.

$CsPbI_2Br$ perovskit odatda $2CsI+PbI_2+PbBr_2$ ning prekursor eritmasiga qarshi-erituvchi usuli orqali tayyorlanadi, chunki uni 100 ^oC da qizdirish orqali kristallanishi qiyin. 1-rasmda $CsPbI_2Br$ faol qatlamlarni qarshi-erituvchi usuli orqali $CsI+PbI_2+PbBr_2$ prekursorlaridan foydalangan holda 10 daqiqa davomida 100 ^oC qizdirish yo’li bilan yasalgan faolm qatlamning yuytilish spektri ko’rsatilgan. Olingan bu $CsPbI_2Br$ faol qatlam sariq och jigarrang va sariq faza xususiyatlarini ko'rsatadi. Yutilish spektri intensivliklaridan ko’rish mumkinki, intensivlik piki 400 nm atrofida bo’lib, qo’lgan 400 nmdan katta to’lqin uzunliklar sohasida yutilish koeffisenti dayerli nolga teng.a Bu natija faol perovskit $CsPbI_2Br$ fazasini kristallanishi 100 ^oC dan past haroratda $CsI+PbI_2+PbBr_2$ prekrsorlarini an'anaviy anti-erituvchi usulida qizdirganda fotovoltaik natijalarga erishish qiyin ekanligini ko'rsatadi. Bu ishda biz PbI_2 o'rnini bosish va $CsI+HPbI_{3+x}+PbBr_2$ ning yangi prekursorini hosil qilish uchun $HPbI_3$ sintezlangan I-ortiqcha prekursorlaridan foydalanamiz. Ushbu prekursordan foydalanib, oddiy bir bosqichli spin qoplama jarayoni yordamida tekis va ixcham faol qatlamni olishimiz mumkin. Eng muhimi, to'q jigarrang faol qatlam 1-rasmda ko'rsatilganidek 100 ^oC qizdirish usuli natijasida olingan. 1-rasmda past haroratda qizdirilgan butunlay

noorganik $CsPbI_2Br$ faol qatlamning yutilish spektrlari an'anaviy usulda tayyorlangan plyonka bilan solishtirilsak, shubhasiz, $CsI+HPbI_3+PbBr_2$ prekursoridan foydalangan holda tayyorlangan past haroratli $CsPbI_2Br$ faol qatlamning yutilish chegarasi taxminan 679nm ni tashkil qiladi, bu esa $CsPbI_2Br$ uchun avvalgi natijhalarda aniqgan yutilish qiymatiga teng[5]. Odatiy usulda anti-eritma usuli tayyorlangan $CsPbI_2Br$ faol qatlam yutilish chegarasi 450 nm ni ko'rsatayotganligini berilgan grafikdan ko’rishimiz mumkin. Hulosa o’rnida aytish mumkinki, PQElarning past haroratlarda va ososn usullarda tayyorlashga erishish uchun uchun perovskit materiallarni tanlovi hgam muhim ahamaiyatga ega ekan. Bu tanlovni tog’ri tanlagan holda samarali va barqaror PQE yasash uchun qulay past haroratli bir bosqichli usul ishlatildi. Bu past haroratli qizdirish natijasida olingan $CsPbI_2Br$ faol qatlamga asoslangan PQElarning energiya o’zgartirish samaradorligi 10,56% samaradorlikni ko’rsatdi.



1-rasm. $CsI+PbI_2+PbBr_2$ eritmasidan foydalangan holda faol qatlam yuzasini antieritma bilan yuvish usulida ishlab chiqarilgan $CsPbI_2Br$ ning va $CsI+HPbI_3+PbBr_2$ eritmasidan foydalangan holda lda oson bir bosqichli spinli qoplama usuli va 100^oC da qizdirilgan α-$CsPbI_2Br$ perovskit faol qatlamarlning yutilish spektrlari

Adabiyotlar

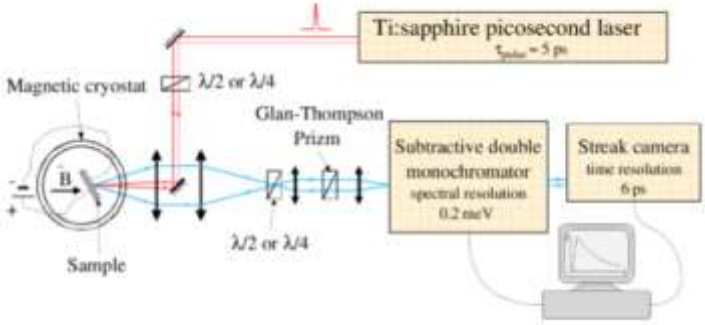
1. Y. Zhao, K. Zhu, *Chem. Soc. Rev*. 2016, *47*, 655.
2. G. Xing, N. Mathews, S. Sun, S. S. Lim, Y. M. Lam, M. Grätzel, S. Mhaisalkar, T. C. Sum, *Science* 2013, *342*, 344.
3. M. Liu, M. B. Johnston, H. J. Snaith, *Nature* 2013, *501*, 395.
4. H. Chen, F. Ye, W. Tang, J. He, M. Yin, Y. Wang, F. Xie, E. Bi, X. Yang, M. Grätzel, *Nature* 2017, *550*, 92.
5. W. S. Yang, B. W. Park, E. H. Jung, N. J. Jeon, Y. C. Kim, D. U. Lee, S. S. Shin, J. Seo, E. K. Kim, J. H. Noh, *Science* 2017, *356*, 1376.

EKSPERIMENTAL QURILMALAR VA TADQIQOT USULLARI YORDAMIDA POLARIZATSIYALANGAN FOTOLUMINESANSNI O'LCHASH.

B.X.Qo’chqarov, A.I.Xolmatov, M.A.Ergashev
Namangan muxandislik-texnologiya instituti.

Asosiy tadqiqot usullaridan biri kvant nuqtalarining qo'zg'alish chizig'iga (kvazirezonans qo'zg'alish) to'g'ridan-to'g'ri qo'zg'atilganda qutblangan fotoluminesansning (PL) spektrlari va kinetikasini o'rganish edi. O'rnatishning blok diagrammasi rasmda ko'rsatilgan. Luminescence 82 MGts impulsning takrorlanish tezligi bilan Ti: safir lazeridan sozlanishi mumkin bo'lgan nurlanish bilan hayajonlandi. 690-720 nm lazerni sozlash diapazoni qat'iy rezonansli va kvazrezonansli qo'zg'alishni boshqariladigan energiyani sozlash bilan ta'minladi (masalan, LO fonon energiyasi bilan odatiy detuning ~ 45 meV). Impulsning davomiyligi temporal va spektral ruxsatning optimal kombinatsiyasini ta'minlash uchun tanlangan. O'rnatishning boshqa elementlari < 5 ps vaqt o'lchamlarini olishga imkon bermadi; boshqa tomondan, spektrlardagi ba'zi xususiyatlar (LO rezonansi) bir necha meV tartibida yarim kenglikka ega edi; shuning uchun lazer puls spektral jihatdan ancha tor bo'lib, yarim kengligi 1 meV dan oshmaydigan va spektral barqaror davomiyligi taxminan 5 ps bo'lgan holda tanlangan. Yuqori takrorlash tezligi signalni tezda to'plash imkonini berdi, bu esa sozlashning sezgirligini oshirdi.

Haqiqiy vaqtda lyuminesansni qayd qilish uchun maksimal vaqt o'lchamlari ~2 ps bo'lgan Hamamatsu matritsali chiziqli kamera ishlatilgan. Ushbu kameraga mikrokanal plitasi ko'rinishida o'rnatilgan yorqinlik kuchaytirgichi alohida fotonlarni ro'yxatga olish imkonini berdi. Chiziqli kamerani tozalash lazer impulslari bilan bosqichma-bosqich bloklangan edi, bu o'lchovlarning yuqori vaqtinchalik barqarorligini ta'minladi.



1-rasm. Lyuminesansni o'lchash uchun eksperimental o'rnatish.

Kichik Stokes siljishi bilan PL kinetikasini qayd etishda jiddiy eksperimental muammo faqat spektral asbob yordamida amalga oshirilishi mumkin bo'lgan tarqoq lazer nurlanishi fonida luminesansni izolyatsiya qilish edi. Shu bilan birga, an'anaviy monoxromatorda qurilmaning diafragma ichidagi nurlar yo'lidagi farq bir necha millimetrni tashkil qiladi, bu 10 ps va undan ortiq vaqt oralig'iga to'g'ri keladi. Shuning uchun, yakuniy vaqtinchalik ruxsatni olish uchun dispersiyani olib tashlash bilan maxsus qo'sh monoxromator ishlatilgan. Bunday monoxromatorda optik yo'l uzunliklarining tarqalishi avtomatik ravishda kompensatsiya qilinadi va radiatsiya pulsi o'z vaqtida tarqalmaydi. Bunga birinchi monoxromatorda yorug'lik spektrga parchalanishi, natijada turli yo'llarning uzunliklari har xil bo'lishi, ikkinchi monoxromatorda spektr yana bir nuqtada to'planishi, bu esa to'liq kompensatsiyaga olib kelishi bilan erishiladi. birinchi monoxromatorda olingan nurlar yo'lidagi farq. Bunday monoxromatorning uzatish spektrining kengligi oraliq tirqishning

kengligi bilan belgilanadi. Chiziqli dispersiyasi 2 nm/mm bo‘lgan monoxromator ishlatilgan bo‘lib, u ~ 0,5 mm tirqish kengligi bilan ~1 nm yoki o‘rganilayotgan spektr mintaqasida 2,5 meV spektral ruxsat bergan.

Tashqi magnit maydonda tadqiqot o'tkazish uchun biz magnit maydonning 10 T gacha o'zgarishini ta'minlaydigan o'ta o'tkazuvchan magnitli Oksford magnit kriostatidan foydalandik. Solenoidning dizayni magnit maydon bo'ylab ham, ko'ndalang yo'nalishda ham luminesansni kuzatish imkonini berdi. Ushbu kriostatga o'rnatilgan antikriostat magnit maydonda luminesansning haroratni o'lchash imkonini berdi. Asosiy o'lchovlar T=5K da amalga oshirildi. Bundan tashqari, polarizatsiyalangan PLni o'lchash uchun sozlashda ko'plab polarizatsiya elementlari ishlatilgan. Chiziqli qutblangan nurlanishni yaratish uchun Glan-Tompson prizmalaridan, qutblanish tekisligini berilgan spektral hududga aylantirish uchun esa yarim to‘lqinli plitalardan foydalanilgan. Yorug'likning dumaloq polarizatsiyasini yaratish uchun Glan-Tompson prizmalari bilan birgalikda chorak to'lqinli plitalar ishlatilgan. Statsionar luminesans spektrlarini o'rganish uchun biz CCD kamerasi yordamida radiatsiya ro'yxatiga ega uch monoxromatordan foydalandik. Murakkab o'rnatish maxsus dasturiy ta'minotga ega bo'lgan bir nechta kompyuterlar tomonidan boshqarildi.

Adabiyotlar.

1. Vlasov S.I., Saparov F.A., Ismailov K.A. Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. 2010. Vol. 13. No. 4. P.363.
2. B Kuchkarov, O Mamatkarimov, and A Abdulkhayev. «Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor». ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012027 Conference Series:
3. B.X. Qo’chqarov, A. nishonov, X.O.Qochqarov “The effect of tunneling gurrent on the spedd surface generation of charge garries” Scientific bulletin of Namangan State University 1(7), 3-6.
4. S.I.Vlasov, D.N.Nazirov. B.K.Kuchkarov, K.U.Bobokhujayev. “Influence of all-round compression on formation of the mobile charg in Iead-borosilicate qlass structure” Uzbekiston Fizika Zhurnali №16/3 str 231-233.
5. B.Kh.Kuchkarov, O.O.Mamatkarimov “Influence of ultrasonic action on the rate of charge formation of the inversion layer in metal-glass-semiconductor structures” Vestnik KRAUNC. Fiziko-Matematicheskie Nauki. Tom-29. №4 str.125-134.
6. БХ Кучкаров. Влияние ультразвукового воздействия на скорость формирования заряда инверсионного слоя в структурах метал-стекло-полупроводник. Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. 2019. 29/4. стр.125-134.
7. Kuchkarov, B.H., Mamatkarimov, O.O., Abdukarimov, A.A., Khalmirzayev, A., Mirtojiyeva, D.M. Influence of All-Round Compression on Formation of the Mobile Charge in Lead-Borosilicate Glass Structure. AIP Conference Proceedings, 2022, 2432, 030039
8. Fazliddinov, S., Kuchkarov, B., Sharibaev, N., Abdulkhaev, A., Tulkinov, M.-A. Analysis of modern methods of determination of mechanical status and diagnostic models of power transformers. Journal of Physics: Conference Series, 2022, 2388(1), 012173.
9. Kuchkarov, B., Mamatkarimov, O., Abdulkhayev, A. Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 614(1), 012027.

YARIM O‘TKAZGICHLI QUYOSH ELEMENTLARNING ISTIQBOLLARI

S.E.Karimova
Qarshi davlat universiteti

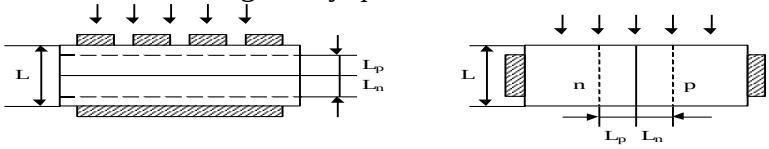
Quyosh nurining energiyasi, insoniyat foydalanishi mumkin bo‘lgan eng katta manba. Quyosh energiyasining yer yuziga yo‘naltirilgan oqimi $1{,}2\cdot10^{14}$ tonna shartli yoqilg‘iga teng. Boshqa yulduzlar kabi quyosh ham o‘ta qizigan gaz hisoblanadi. Uning tarkibi 82% vodorod, 17% geliy va 1% boshqa unsurlardan tashkil topgan. Quyoshning markazida shunday yuqori bosimli soha mavjudki, u yerda harorat 15-20 mln.°C ni tashkil etadi.

Ma’lumki, koinotda quyosh tizimi mavjud bo‘lganidan beri quyosh energiyasining shu kungacha bor yo‘g‘i 2% sarf bo‘lgan xolos. Faqat undan unumli foydalanish zarur. O‘zbekiston Respublikasi Mustaqilligining 30 yillik bayrami arafasida Navoiy viloyatida quvvati 100 MVt quvvatga ega quyosh fotoelektrik stansiyasining ishga tushirilishi hamda Samarqand viloyatida 100 MVt quvvatga ega quyosh fotoelektrik stansiyasining ishga tushganligi albatta mamlakatimiz iqtisodiyotining barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi .

Quyosh nurlanishini to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘zgartirish uchun yarim o‘tkazgichli materiallardan foydalaniladi. Quyosh batareyalari barcha radio elektron apparaturalarda keng qo‘llaniladi. Atrof-muhit ta’siriga barqarorligi uchun ular ochiq koinotda harorat 80 ^{0}C dan -150 ^{0}C gacha bo‘lgan sharoitlarda ishlashi mumkin. Yarim o‘tkazgichli quyosh elementlarining tashqi sirti radiatsiya ta’siridan va issiqlikdan himoyalovchi optik qatlam bilan qoplanadi.

Quyosh elementlari tayyorlanadigan yarim o‘tkazgichli elementlar $10^{-2}.10^{2}$ om/sm solishtirma qarshilikka ega. Yarim utkazgichlar p-turli va n-turli bo‘ladi. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga o‘zgartirish jarayoni fotoelektrik effekt orqali amalga oshiriladi. U yarim o‘tkazgich sirt qatlamlarida 2-3 mkm qalinlikdagi erkin elektronlar ko‘rinishida vujudga keladi. Yarim o‘tkazgich sirtida erkin elektronlarning paydo bo‘lishi va elektr potensiallar farqi yuzaga kelganida unda elektr toki vujudga keladi. Potensiallar farqi yarim o‘tkazgichning nurlanadigan sirti va soya tomoni orasida uning sirt qatlamlariga maxsus qo‘shimchalarni kiritish hisobiga yuzaga keladi. Qo‘shimchalardan biri (n-turli) qo‘shimcha elektronlarni va sirtning manfiy zaryadini hosil qiladi, ikkinchisi esa (p-turli) elektronlarning yetishmasligini, ya’ni musbat zaryadni hosil qiladi. Chegarada elektronlarning diffuziyasi tufayli kontakt potensiallar farqi vujudga keladi. Agar teshikli o‘tishli (p-turli) yarim o‘tkazgich yoritilsa, u holda uning elektronlari yorug‘lik kvantlarini yutib elektron o‘tishli (n-turli) yarim o‘tkazgichga o‘tadi. Bunda yopiq zanjirda elektr toki hosil bo‘ladi.

Ko‘pincha kremniyli quyosh elementlaridan foydalaniladi. Kremniy yerda eng ko‘p tarqalgan elementdir. Elementlar kremniyni eritish va keyin 5-10 sm diametrli sterjen shaklidagi kristalli kremniyni o‘stirish yo‘li bilan olinadi. Bevosita yarim o‘tkazgichlarni olish uchun bu sterjenlar 300 mkm atrofidagi qalinlikdagi yupqa plastinkalarga bo‘linadi. Ular fotoelektrik elementlarning asosiy qismi hisoblanadi.



p–n o‘tishning sxemasi.

Fotoelement yoritilganda 0,5 V qiymatli kuchlanishni hosil qiladi. Chiqish toki esa yorug‘lik intensivliligiga va elementning ishchi sirtiga bog‘liq. Shuningdek tok kuchi yorug‘likning to‘lqin uzunligiga va uning intensivliligiga bog‘liq bo‘lib, yorug‘likning nurlanish intensivliligiga to‘g‘ri proporsionaldir. Yorug‘lik qanchalik yorqin bo‘lsa,

shunchalik katta tok hosil bo‘ladi. Yorug‘lik intensivligi 1 kVt/m^2 li yer sharoitlarida bu elementlarning foydali ish koyeffitsiyenti 22-26 foizga, ishlab chiqarish namunalarida esa 10-14 foizga yetishi mumkin.

Istiqbolli quyosh elementlariga foydali ish koyeffitsiyenti 10 foizdan yuqori bo‘lgan sulfid-kadmiy asosidagi geterostrukturani kiritish mumkin. Yana bir istiqbolli yarim o‘tkazgichli material arsenid galliy hisoblanadi. U nur energiyasini elektr energiyasiga o‘zgartirishda yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, foydali ish koyeffitsiyenti 27 foizgacha yetishi mumkin. Bu quyosh fotoelektrik o‘zgartirgichlarining eng yuqori foydali ish koyeffitsiyentidir. Bundan tashqari 100^0C dan yuqori haroratlarda barqarorlikka ega. Turli materiallardan yasalgan quyosh elementlarining foydali ish koyeffitsiyentlari jadvalda keltirilgan.

Yarim o‘tkazgichlar va ular asosida turli energetik qurilmalar yaratilishining rivojlanishi natijasida yigirmanchi asrning oxiriga kelib quyosh energiyasidan elektr energiya olishga asos solindi. Quyosh nurlarining ta’siri natijasida ba’zi bir yarim o‘tkazgichlarda elektronlar harakatining yuzaga kelishi hodisasi asosida ishlaydigan kichik quvvatli elektr energiya manbalari yaratildi . [1].

Zamonaviy quyosh elementlarining energetik tavsiflari

№	Quyosh elementi	Maksimal FIK	Tajribada olingan FIK
1.	Kremniy (Si)	25	23.2
2.	Arsenid galliy (GaAs)	35	29*
3.	Misning uch komponentli birikmasi (CdS- CuInSi)		
4.	Kadmiy-tellur (Cd - Te)	17	10.5
5.	Amorfli kremniy (L - Si)	-	15.7
6.	Kaskadli element (GaAsQGa Sb)	-	37*

Yarim o‘tkazgichlar va ular asosida turli energetik qurilmalar yaratilishining rivojlanishi natijasida yigirmanchi asrning oxiriga kelib quyosh energiyasidan elektr energiya olishga asos solindi. Quyosh nurlarining ta’siri natijasida ba’zi bir yarim o‘tkazgichlarda elektronlar harakatining yuzaga kelishi hodisasi asosida ishlaydigan kichik quvvatli elektr energiya manbalari yaratildi . [2].

Bunday elektr energiya manbalari fazoni va boshqa galaktika tizimlarini tadqiqot qilishda qo‘llaniladigan sun’iy yo‘ldosh, raketa va boshqa uchuvchi qurilmalarning murakkab asbob va uskunalarini uzoq muddat normal ishlashi uchun asosiy va yagona elektr energiya manbai bo‘lib xizmat qilib kelmoqda. Hozirda avtomobilsozlik sanoati rivojlangan Amerika Qo‘shma Shtatlari, Buyuk Britaniya, Germaniya, Fransiya va Yaponiya kabi davlatlarda elektromobillarni keng ko‘lamda ishlab chiqarish va yangi istiqbolli transport turi sifatida qo‘llash uchun katta sa’yi – harakatlar qilinmoqda. Kelajakda qayta tiklanadigan energetikani rivojlantirish strategiyasi va maqsadlarini, shuningdek, rag‘batlantirishning tegishli mexanizmlarini ishlab chiqish O‘zbekistonda iqtisodiyotning yangi tarmog‘i qayta tiklanadigan energiya manbalari umumiy salohiyatining qariyb 99 foizini tashkil etadigan quyosh energetikasini keng ko‘lamda rivojlantirish uchun qulay asos yaratishi mumkin. 2030-yilga borib elektr energiyasi ishlab chiqarish tarkibiga qayta tiklanuvchi manbalar ulushi 30 foizdan ortadi. Rivojlangan davlatlardagi nufuzli tashkilotlarning asosli xulosalariga ko‘ra, 2100 yilga borib, quyosh energiyasi sayyoramiz uchun energiyaning dominant manbaiga

aylanadi. Mutaxassislarning e’tirof etishicha, quyosh energiyasi — bu foydalanishga qulay va oddiy, amalda istiqbolli bo‘lgan tiklanuvchi energiya manbaidir.

Adabiyotlar

1. «O‘zbekistonda qayta tiklanuvchan energiya resurslarni rivojlantirish istiqbollari». Toshkent. 2007 yil. .
2. Po‘latov A.A. So‘pijonov Q.B, Ikromov A.A, Nazarov A.A, “Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish davr talabi” Namangan, 2013 yil
3. Majidov T.SH. Noan’anaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari.
4. Muxammadiyev M.M., Xidirov A.A., Djurayev K.S. «Noan’anaviy va qayta tiklanuvchan energiya manbalari» –Toshkent, 2007

YARIMO’TKAZGICH MATERIALLARNING SINTEZI, TUZILISHI VA ELEKTROFIZIK XUSUSIYATLARI QO’RG’OSHIN SELEN ASOSIDAGI.

O.O.Mamatkarimov[1], B.X.Quchqarov [1], A.B.Nabiyev[2], A.A.Yusufjonov[2]
[1]Namangan muxandislik-texnologiya instituti.
[2]Namangan davlat universiteti fizika fa’kulteti.

Fan-texnika taraqqiyotining hozirgi bosqichida yupqa plyonkali texnologiyalarning turli qurilmalar va qurilmalar yaratish imkoniyatlarini o‘rganishga alohida e’tibor berilmoqda. Yupqa plyonkalar elektronika sanoatida yarimo'tkazgichli qurilmalar, mikrosxemalar va boshqa nozik plyonkali elementlarni yaratish uchun keng qo'llaniladi. Bugungi kunga qadar yupqa plyonkalar fizikasi ularning hosil bo'lish jarayonlari va xususiyatlarini tushunishda sezilarli yutuqlarga erishdi. Biroq, bu sohada tadqiqotchilarni qiziqtiradigan ko'plab muammolar mavjud. Bularga, masalan, plyonka sintezi masalalari, parametrlarni o'lchash usullari va turli fizik jarayonlarni hisoblash modellari va, albatta, plyonkalardagi ommaviy namunalarda mavjud bo'lmagan yangi fizik hodisalar kiradi. Yupqa plyonkalarning xususiyatlari asosan sintez texnologiyasi, shuningdek, substrat yuzasining materiali va sifati, purkalgan moddaning tarkibi, kimyoviy reagentlar bilan belgilanadi. Shuning uchun plyonkalarni sintez qilish usullarini ishlab chiqish, ularning optik, magnit, elektr va strukturaviy xususiyatlarini o'rganish, turli sirt hodisalarini o'rganish, o'rganilayotgan xususiyatlar va ishlash ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlikni o'rnatish muhim ahamiyatga ega.

Keng qo'llaniladigan materiallar orasida qo'rg'oshin selenidlari optik, elektr va boshqa xususiyatlarning xilma-xilligi tufayli eng muhim o'rinlardan birini egallaydi. Xususan, qo'rg'oshin selenidining fotosensitiv xususiyatlarga ega ekanligi aniqlandi [1-3], bu fotosensitiv plyonkalar va ular asosida ishlab chiqarish qurilmalarini olish uchun texnologik jarayonlarni takomillashtirish zarur. Ushbu ishda qattiq fazali sintez-qo'rg'oshin va selenning termorezist bug'lanishi, so'ngra azotli atmosferada tablanish yo'li bilan olingan qo'rg'oshin selenidiga asoslangan yupqa plyonkalarning tuzilishini, optik va elektr xususiyatlarini o'rganishga bag'ishlangan. *PbSe* plyonkalarini amaliy qo'llashda muammo oksidlanish bilan bog'liq xususiyatlarning beqarorligi bo'lib, vaqt o'tishi bilan to'liq yo'q qilinishiga olib keladi.

1. Yarimo'tkazgich elementlarini yaratish uchun mos bo'lgan yupqa *PbSe* plyonkalarini hosil qilish uchun past haroratli texnologiyani ishlab chiqish.

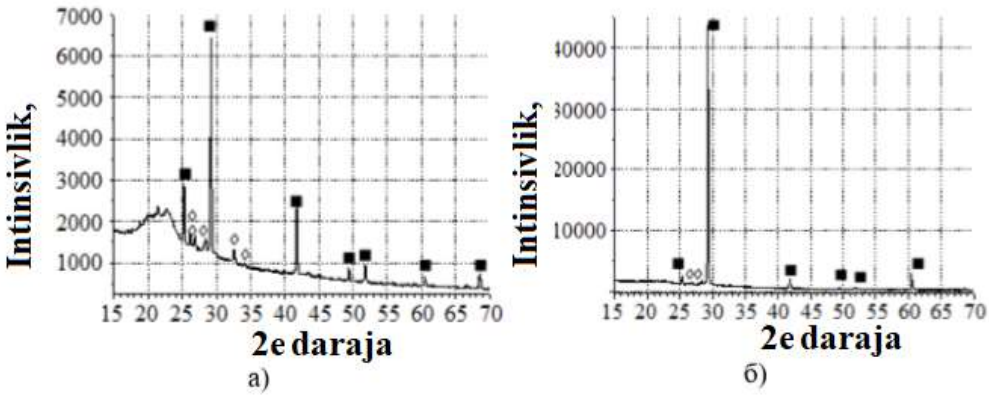
2. Olingan *PbSe* plyonkalarining elektrofizik xususiyatlari va tarkibini o'rganish va ularning strukturaviy holatini batafsil o’rganish.

Qattiq fazali sintez yo'li bilan olingan *PbSe* plyonkalarining xususiyatlarini har tomonlama o'rganish asosida yarimo'tkazgich metall fazaga o'tishning paydo bo'lishi va elektr almashinuvining ta'siri aniqlandi. *N*-shaklidagi oqim kuchlanish xarakteristikasi bilan almashtirish effekti *PbSe* plyonkasida yarimo'tkazgich metall fazaga o'tish bilan bog'liqligi aniqlandi. Qattiq fazali sintez natijasida olingan qo'rg'oshin selenid plyonkalarining sirt tuzilishini atom kuch mikroskopi bilan o'rganish atmosfera kislorodi bilan o'zaro ta'sirga olib keladigan chuqur bo'shliqlarni o'z ichiga olgan sirt strukturasining bir hilligini aniqladi. Ushbu plyonkalarni chiziqli zanjirli uglerod bilan qoplash orqali namunalarning vaqtinchalik barqarorligini ko'p marta oshirish mumkinligi aniqlandi. 300 K va 370 K haroratlarda *PbSe* plyonkalarining aks ettirish spektrlari va Raman spektrlarini tahlil qilishda spektral xususiyatlarning o'zgarishi aniqlandi: aks ettirish spektrining ortishi, intensivlikning o'zgarishi va tebranishning siljishi.

Qo'rg'oshin selenidining eng xarakterli xususiyatlari haqida ma'lumot va olishning asosiy usullari, chiziqli zanjirli uglerod plyonkalarining tuzilishi va xususiyatlarini o'rganish natijalari, yarimo'tkazgichning fazaviy o'tish modellari - metall va elektr o'tkazgichning ta'siri,

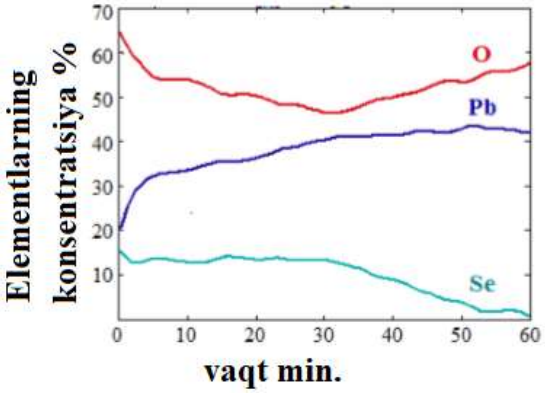
shuningdek, $\mathbf{A^{IV}B^{VI}}$ tipidagi yarimo'tkazgichlarda boshqa tabiatning fazali o'tish imkoniyati ko'rib chiqiladi. *PbSe+PbSeO₃* kompozitsiyasining ikki fazali kompozitsiyasi namunalariga alohida e'tibor qaratiladi, unda T_p=360 K atrofidagi haroratlarda o'tkazuvchanlikning anomal o'zgarishi aniqlangan. metall-izolyator o'tish xususiyatlariga yaqin bo'lgan harorat T_p. Fazaga o'tish haroratida ishlaydigan termistorlarni ishlab chiqish uchun elektron beqarorlik imkoniyati tasvirlangan.

O'rganilayotgan namunalarning optik o'lchovlarini o'tkazish uchun plyonkalar kvarts shisha tagliklariga yotqizilgan. Yarimo’tkazgich elektrofizik xususiyatlarini o'rganish uchun ular oldindan yotqizilgan alyuminiy elektrodlari bilan shisha substratlarda sintez qilindi. Ikkinchi alyuminiy elektrod namunalar ustiga yotqizilgan. Plyonkalarning tarkibi va strukturaviy xususiyatlarini o'rganish uchun turli xil aniqlik shkalalariga mos keladigan rentgen nurlari difraksiyasi (difraktometriya), rentgen fotoelektron spektroskopiyasi (XPS), Auger elektron spektroskopiyasi (AES) usullari qo'llanildi. Namunalarning rentgen fazali tahlili (XPA) qo'rg'oshin selenid *PbSe* kristallariga xos bo'lgan *NaCl (B1)* tipidagi kubik strukturani va qo'rg'oshin selenit *PbSeO₃* fazasi bilan bog'liq monoklinik tuzilmani aniqladi (1-rasm). Ikkala namunada ham qo'rg'oshin selenid fazasi ustun ekanligi ko'rsatilgan. Mavjud bo'lgan fazalarning kontsentratsiyasi hisoblab chiqilgan.



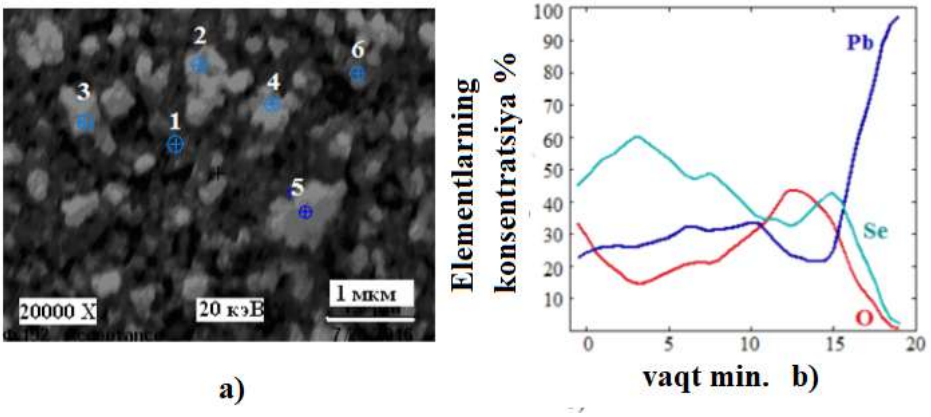
1-rasm. PbSe (a) va Al-PbSe (b) plyonkalarining diffraktsiya naqshlari.

XPS tahlili PbSe plyonkalarining sirt qatlamlarida quyidagi elementlarning mavjudligini aniqladi: *Pb, Se, O, C* va *Na*. Atom tarkibini hisoblashda spektrda ko'rinishi asosan sirt ifloslanishiga bog'liq bo'lgan uglerod mavjudligi hisobga olinmagan. Namuna sirtidagi elementlarning qirqishdan oldin tarkibi turli nuqtalarda bir necha foiz ichida o'zgarib turadi: qo'rg'oshin *(Pb) - 21-27%*, kislorod (*O*) - 45-55%, selen (*Se*) - 15-16%. Barcha namunalarda natriy mavjud bo'lib, uning ko'rinishi substrat bilan bog'liq bo'lishi mumkin [4]. O'rganilayotgan plyonkalarda kislorodning mavjudligi, birinchi navbatda, ularning sintezi va issiqlik bilan ishlov berishning o'ziga xos xususiyatlari bilan izohlanadi, ularning mexanizmi kislorod o'z ichiga olgan fazalarni materialning hajm va sirt qatlamlariga kiritish imkonini beradi. Bir soat davomida ion bilan ishlov berishda elementar tarkibni tahlil qilish (2-rasm) kompozitsiyaning nisbiy barqarorlashuvini ko'rsatadi, bu kislorod miqdorining monotonik pasayishi va qo'rg'oshin tarkibining o'sishning 4-daqiqasidan boshlab ko'payishi ko’rsatilgan, bu davom etadi (30 daqiqagacha). Keyin etapda selen miqdori asta-sekin kamayib, statistik ahamiyatga ega bo'lmagan qiymatlarga kamayishni boshlaydi. Qatlamma-qavat ionli qirqish natijalariga ko'ra, namuna sintezi paytida *PbSe* fazasining qalinligi 250-300 nm ekanligi aniqlandi.



2-rasm. XPS ma'lumotlari bo'yicha Se, O, Pb elementlarning PbSe plyonkasi chuqurligi bo'yicha taqsimlanishi. tezligi ~6 nm/min.

PbSe plyonkasining sirt qatlamidagi elementlarning kimyoviy holati *Pb*, *Se* va *O* atomlarining ichki elektron sathlarining XPS spektrlaridagi chiziqlar holatidan aniqlandi. Pb_4f va Se_3d ning rezolyutsiya spektrlari namunalardagi *Pb* va *Se* faqat bog'langan holatda ekanligini ko'rsatdi: qo'rg'oshinning selenid (*PbSe*) va selenit ($PbSeO_3$) ulanishi, bu tablanish paytida selen va qo'rg'oshin o'rtasidagi to'liq reaktsiyani ko'rsatadi.



3-rasm. AES ma'lumotlariga ko'ra PbSe plyonkasining Se, O, Pb (b) elementlarining elektron mikroskopik tasviri (a) chuqurlik taqsimoti.

Tashqi ta’sirdagi elektron spektroskopiyasi (AES) sirtning turli nuqtalarida PbSe plyonkalarining mahalliy elementar tahlilini o'tkazish uchun ishlatilgan. Elektron mikroskopik tasvir (3-rasm, a) elementar tarkibi o'rganilgan nuqtalarni ko'rsatadi. Plenka o'zaro o'sgan mikrokristalli shakllanishlardan iborat bo'lib, ularning zarralari hajmi 0,2÷0,25 mkm. Tarkibi namunaning turli sohalarida olti nuqtada tahlil qilindi. AES usulida 20 minut davomida qatlamma-qatlam ionli o'ymak (3b-rasm) alohida donalarda selen miqdori yuqoriroq bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Shunday qilib, plyonkaning alohida nuqtalarida elementlarning (*Pb*, *Se* va *O*) kontsentratsiyasining foiz nisbati farq qilishi mumkin, bu qo'rg'oshin, selen va ularning oksidlarining rentgen amorf fazalari mavjudligini ko'rsatadi.

Pb, Se plyonkalarini qavatma-qavat cho'ktirish va keyinchalik azotli atmosferada tablash usuli yordamida qattiq fazali sintez yo'li bilan qo'rg'oshin selenid plyonkalarini olish usulining yangi modifikatsiyasi ishlab chiqildi. *PbSe* ning polikristal qatlamlarining strukturaviy, fazaviy, kimyoviy tahlillari o'tkazildi. X-nurlarining difraksion tahlili va IQ aks ettirish spektrlari shuni ko'rsatdiki, o'rganilayotgan namunalar asosan ikkita *RbSe* va $PbSeO_3$ fazalarini o'z ichiga oladi. O'rganilayotgan namunalarning PbSe kristal fazasi n-tipli o'tkazuvchanlikka tegishli ekanligi aniqlandi. Aniqroq XPS va AOS usullari plyonka

chuqurligi bo'yicha elementlar kontsentratsiyasining taqsimlanishining bir xil emasligini ko'rsatadi, bu nuqsonlarning shakllanishiga olib keladi. Qo'rg'oshin selenid plyonkalarining sirt morfologiyasi atom kuch mikroskopi yordamida o'rganildi. Atmosfera kislorodi bilan faol o'zaro ta'sirga olib keladigan chuqur bo'shliqlarni o'z ichiga olgan bir hil bo'lmagan sirt tuzilishi aniqlanadi.

Adabiyotlar.

1. Vlasov S.I., Saparov F.A., Ismailov K.A. Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. 2010. Vol. 13. No. 4. P.363.
2. B Kuchkarov, O Mamatkarimov, and A Abdulkhayev. «Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor». ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012027 Conference Series:
3. B.X. Qo’chqarov, A. nishonov, X.O.Qochqarov “The effect of tunneling gurrent on the spedd surface generation of charge garries” Scientific bulletin of Namangan State University 1(7), 3-6.
4. S.I.Vlasov, D.N.Nazirov. B.K.Kuchkarov, K.U.Bobokhujayev. “Influence of all-round compression on formation of the mobile charg in Iead-borosilicate qlass structure” Uzbekiston Fizika Zhurnali №16/3 str 231-233.
5. B.Kh.Kuchkarov, O.O.Mamatkarimov “Influence of ultrasonic action on the rate of charge formation of the inversion layer in metal-glass-semiconductor structures” Vestnik KRAUNC. Fiziko-Matematicheskie Nauki. Tom-29. №4 str.125-134.
6. БХ Кучкаров. Влияние ультразвукового воздействия на скорость формирования заряда инверсионного слоя в структурах метал-стекло-полупроводник. Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. 2019. 29/4. стр.125-134.
7. Kuchkarov, B.H., Mamatkarimov, O.O., Abdukarimov, A.A., Khalmirzayev, A., Mirtojiyeva, D.M. Influence of All-Round Compression on Formation of the Mobile Charge in Lead-Borosilicate Glass Structure. AIP Conference Proceedings, 2022, 2432, 030039
8. Fazliddinov, S., Kuchkarov, B., Sharibaev, N., Abdulkhaev, A., Tulkinov, M.-A. Analysis of modern methods of determination of mechanical status and diagnostic models of power transformers. Journal of Physics: Conference Series, 2022, 2388(1), 012173.
9. Kuchkarov, B., Mamatkarimov, O., Abdulkhayev, A. Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 614(1), 012027.

QUYOSH QURILMALARIDA QUYOSH ENERGIYASI HISOBIGA YUZ BERAYOTGAN FIZIK PROTSESSLARNI NAZARIY O‘RGANISH.

M.B.Nabiyev , B.Akramov
Farg’ona Davlat universiteti

Issiqlik almashinuvining boshqa turlari kabi issiqlik o‘tkazish protsessi ham jismning turli nuqtalarida temperatura bir xil bo‘lmagandagina amalga oshadi. Ma’lumki temperatura jismning holat parametri bo‘lib, uning isiganlik darajasini xarakterlaydi. Vaqtning ayni momentida ko‘rib chiqilayotgan fazoning barcha nuqtalaridagi temperatura qiymatlarining yig‘indisi temperatura maydoni deyiladi. Temperatura maydoni matematikaviy jihatdan koordinata funksiyasi bilan ifodalanadi.

$$t = f(x, y, z)$$

Temperatura maydoni uchta, ikkita va bitta koordinataning funksiyasi bo‘lishi mumkin. Agar temperatura uch yo‘nalishda o‘zgarsa, u holda maydon uch o‘lchamli deyiladi.

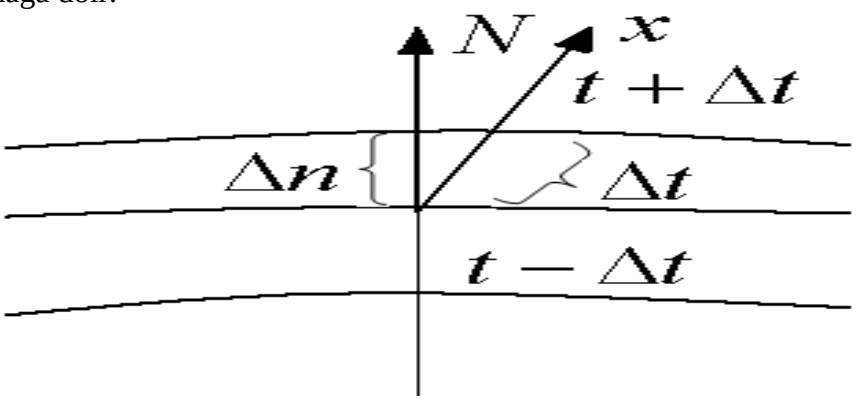
Ikki o‘lchamli va bir o‘lchamli maydonlarning tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$t = f(x, y); \qquad \frac{dt}{dz} = 0, \qquad (1)$$

$$t = f(x); \qquad \frac{dt}{dy} = \frac{dt}{dz} = 0. \qquad (2)$$

Hamma nuqtalarida temperatura bir hil bo‘ladigan sirt izotermik sirt deyiladi. Fazoning ayni nuqtasining o‘zida bir vaqtda ikki hil temperatura bo‘lishi mumkin emasligi uchun turli izotermik sirtlar hech vaqt bir-biri bilan kesishmaydi. Ularning barchasi jism sirtida tugaydi yoki butunlay uning ichida joylashadi.

Agar bir qator izotermik sirtlar tekislik bilan kesilsa, unda izotermalar oilasi olinadi. Ular ham izotermik sirtlar kabi bir-biri bilan kesishmaydi, jismning ichida uzilib qolmaydi, balki jism sirtida tugaydi yoki uning ichida joylashadi. Jismning temperaturasi izotermiik sirtlarnikesib o‘tadigan yo‘nalishdagina o‘zgaradi (rasm –1). Temperatura gradiyenti haqidagi tushinchaga doir.



1-rasm. Izotermalar.

Rasmdan ko‘rinadiki uzunlik birligida temperatura- ning eng katta o‘zgarishi izotermik sirtga normal n yo‘nalishida bo‘ladi.

Temperatura o‘zgarishi Δt izotermadagi normal bo‘yicha masofa Δn ga nisbati temperatura gradiyenti deyiladi:

$$\lim\left(\frac{\Delta t}{\Delta n}\right)_{\Delta n\to 0} = \frac{dt}{dn} = gradt \qquad (3)$$

Temperatura gradiyenti –izotermik sirtga tushirilgan normal bo‘yicha yo‘nalgan vektordir. Uning temperaturasining ko‘tarilishi tomoniga yo‘nalishi musbat yo‘nalish hisoblanadi.

Ixtiyoriy sirtdan vaqt biriligi ichida o‘tadigan issiqlik mikdori Q issiqlik oqimi deyiladi. Issiqlik oqimining vektori doimo temperaturaning pasayish tomoniga yo‘nalgan bo‘ladi.

Issiqlik almashinuv intensivligi miqdoriy jihatdan issiqlik oqimining vektori doimo temperaturaning pasayish tomoniga yo‘nalgan bo‘ladi.

Issiqlik almashinuv intensivligi miqdoriy jihatdan issiqlik oqimining zichligi q bilan harakterlanadi.

Sirt birligi F dan vaqt birligi τ da o‘tadigan issiqlik miqdori issiqlik oqimining zichligi yoki solishtirma issiqlik oqimi deyiladi:

$$q = \frac{dQ}{Fd\tau} \qquad (4)$$

Issiqlik miqdori doimo kuprok qizdirilgan zarrachalardan kamroq qizdirilgan zarrachalarga uzatilishi sababli issiqlik oqimi zichligi q ning vektori doimo temperaturaning pasayishi tomoniga yo‘nalgan bo‘ladi.

Fransuz olimi Fure qattiq jismlardagi issiqlik o‘tkazuvchanlik protsesslarini o‘rganib, issiqlik oqimining zichligi temperatura gradiyentiga proporsional ekanligini aniqladi:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dn} = -\lambda gradt. \qquad (5)$$

(5) nisbat issiqlik o‘tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalaydi va Fure qonuni deyiladi.

(5) nisbatning o‘ng qismidagi minus ishora issiqlik oqimi bilan temperatura gradiyentining vektorlari qarama – qarshi tomonga yo‘nalganligini bildiradi.

(5) ifodadagi proporsionallik koeffitsiyenti l moddaning fizikaviy parametri bo‘lib, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti deyiladi. U moddaning qay darajada issiqlik o‘tkazishini ko‘rsatadi.

Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentining o‘lchamliligi (5) ifodadan aniqlanadi:

$$[\lambda] = \left[q\frac{dn}{dt}\right] = \left[\frac{вт \cdot м}{м^2 \cdot град}\right] = \left[\frac{вт}{м \cdot град}\right].$$

Demak, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentining qiymati son jihatdan temperatura farqi 1^0C bo‘lganda devorning birlik qatlamidan o‘tadigan solishtirma issiqlik oqimiga teng. λ qanchalik katta bo‘lsa, modda issiqlikni shunchalik yaxshi o‘tkazuvchan bo‘ladi.

Adabiyotlar

1. Исматуллаев П.Р, Кадырова Ш.А., Газиев Г.А. Электро-радиоизмерения , Учебная пособие. ТГТУ, 2007. 13,75 п.л.

2. П.Р. Исматуллаев ва бошқ. Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш. Дарслик, Тошкент. ТДТУ., 2001.

3. Исматуллаев П.Р., Қодирова Ш.А. “Метрология асослари”, ўқув қўлланма, (кириллда) Тафаккур нашрёти, (лотинда) “Extremum-Press” нашрёти, 2012.

4. Исматуллаев П.Р., Абдуллаев А.Х. ва бошқ. Физикавий-кимёвий ўлчашлар. Ўқув қўлланма. Тошкент, 2007. –180б.

5. Исматуллаев П.Р., Аъзамов А.А. ва бошқ. Иссиқлик техникасида ўлчашлар. Ўқув қўлланма, Тошкент, 2007. –90б.
6. Mamatkarimov O.O., Vlasov S.I., Nazirov D.E. «Yarimo’tkazgich materiallar va asboblar fizikasi praktikumi». T. O’zMU. 2007.
7.Vlasov S. I., Valiyev U.K., Tursunmetov K.A. Yarimo’tkazgichli asboblar fizikasi. T. O’zMU. 2009

QUYOSH ENERGIYASI – ISTIQBOLLI ENERGIYA MANBAI

I.R.Kamolov, A.R.Sattorov, M.Abduvaliyeva
Navoiy davlat pedagogika instituti

2022 yilning 10 iyunida O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.Mirziyoyev raisligida qayta tiklanuvchi energiyadan foydalanishni kengaytirish masalalari yuzasidan videoselektor yig‘ilishi o‘tkazildi, unda yurtimizda bugungi kunda 2÷3 milliard kW·soat energiyaga qo‘shimcha talab borligi, kelgusi 5 yillikda bu ehtiyoj 10 milliard kW·soat.ga yetishi qayd etilgan edi. Buning uchun hozirdan tayyorgarlik ishlarini olib borish zarurligi va olib borilgan ishlar yuzasidan ma’lumotlar keltirilib, o‘rnatilgan quyosh panellarini o‘rnatishda qilingan sarf-xarajatlar hamda ulardan olinayotgan daromadlar borasida ham fikr yuritildi. Quyosh energiyasidan foydalanishning afzallik jihatlari yurtboshimiz tomonidan keng ochib berilgan edi. Masalan, birgina Mendeleyev nomidagi kimyo-texnologiya institutining Toshkent shahridagi filialida o‘rnatilgan 100 kW.lik quyosh panellari va 36 ta suv isitish qurilmasi hisobiga bir yilda 2 milliard so‘mlik elektr energiyasi tejalganligi ta’kidlandi. 2023 yildan boshlab ko‘plab savdo va ko‘ngil ochar majmualar, restoranlar, mehmonxonalar, aeroportlar, vokzallar, tijorat banklar va yoqilg‘i quyish shaxobchalarining issiq suv ta’minoti va yoritish tizimining bir qismi muqobil energiya hisobida qoplanishi mazkur yig‘ilishda aytib o‘tilgan edi.

Agar oxirgi besh yillikni oladigan bo‘lsak, dunyo bo‘yicha har yili elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyoj 50% ga oshib bormoqda. Bu esa noa’anaviy, muqobil energiya turlarini ko‘paytirish va rivojlantirishni taqozo etmoqda. Xalqaro energetika agentligi ma’lumotlariga e’tibor qaratsak, agar Quyosh energiyasidan foydalanish shunday sur’atlarda rivojlanib borsa, 2050 yilga kelib, dunyoning elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojining 25% ini Quyosh energiyasi hisobiga qondirish mumkin bo‘ladi, shu bilan birgalikda yiliga atrof-muhitga faqatgina chiqariladigan karbonat angidrid gazini 6 milliard tonnaga kamaytirishga erishiladi. Bu esa, atrof-muhitni ifloslantirishning oldini olish bilan birga yer osti boyliklarini asrab qolishimizga ham sabab bo‘ladi. Dunyo ma’lumotlariga ko‘ra, Yer yuzida o‘rnatilgan barcha quyosh panellari hisobida olingan elektr energiyasi 2019 yilda 635 GW.ni, 2020 yilda esa 760 GW.ni tashkil etgan, bu esa ishlab chiqarilgan elektr energiyasining atigi 2,7% ni tashkil etadi. Hozirgi kunda insoniyat tomonidan har sutkada iste’mol qilinayotgan elektr energiyasi $2{,}45 \cdot 10^8$ barrel (1 barrel=159 litr) neft mahsulotiga ekvivalent yoqilg‘i bera oladigan energiyaga tengdir. Quyoshdan Yerga kelayotgan sutkalik energiya bundan taxminan 11·103 martaga ko‘pdir.

Quyosh energetikasi istiqbolli, qulay va bitmas-tuganmas (agar Quyosh shunday tarzda nurlanib tursa, u o‘z massasining atigi 1% ini yo‘qotishi uchun milliardlab yillar kerak bo‘ladi), cheksiz energiya manbaidir, shuningdek, Quyosh energiyasi an’anaviy energiya resurslariga bo‘lgan narx-navoning oshishida ham o‘zining meyoriy qiymatini saqlab qoladi. Quyosh nurlanishlari hisobiga elektr energiyasi hosil qilish uchun quyosh panellaridan tashqari qo‘shimcha asbob va jihozlar, maxsus tayyorlangan inshootlar, temir yo‘l shaxobchalari yoki katta ishchi kuchi talab etilmaydi. Bizning Yer sayyoramizning butun yuzasiga ($1{,}1 \cdot 10^8$ km^2) kelib tushayotgan Quyosh energiyasini 1 soat to‘liq elektr energiyasiga aylantira olsak edi, unda bu energiya dunyo bo‘yicha 1 yilda iste’mol etilayotgan energiya

Yer sayyoramizdan 1 astronomik uzunlik birligi (150·106 km) uzoqlikda turgan Quyosh markazidan kelayotgan yorug‘lik oqimining nurlanishi unga perpendikulyar joylashgan 1m2 yuza (Yer atmosferadan tashqarida)ga 1360 $\frac{W}{m^2}$ ga teng. Agar Quyosh

nurlanishining Yer atmosferasi massasiga yutilishini inobatga olsak, u holda yorug‘lik oqimi nurlanishi dengiz sathida 1м^2 yuzaga 1020 $\frac{W}{m^2}$ (ekvator va unga yaqin joylarda) ga teng. O‘rtacha yorug‘lik oqimi nurlanishining sutkalik qiymati taxminan 3 martacha kam bo‘ladi, bunda kecha va kunduzning almashinuvi hamda Quyoshning gorizontga nisbatan turli burchak ostida bo‘lishi ham sabab bo‘ladi. Shuni ta’kidlashimiz lozimki, quyosh nurlanishi atmosferadan tashqari litosfera va gidrosferada ham yutiladi. Yer atmosferasi, litosferasi va gidrosferasi 1 yil davomida $3{,}85\cdot10^{24}$ Joul yorug‘lik energiyasini yutadi yoki biz 3600000 Joulning 1 kW·soat ekanligini e’tiborga olsak, butun Yer shari bo‘yicha yutilgan yorug‘lik energiyasi $1{,}07\cdot10^{18}$ kW·soatni tashkil etadi. Bu insoniyat uchun juda katta energiya hisoblanadi.

Quyosh nurlanishining atmosferadagi absorsiya (atmosferaning butun hajmi bo‘yicha yorug‘lik yutilish jarayoni, buni oddiy holda kun davomida havo haroratining oshishi va pasayishi bilan izohlashimiz mumkin) si unda suvning mutassil ravishda aylanishini ta’minlaydi va suvning aylanishi atmosferada haroratning o‘zgarishi natijasida hosil bo‘lgan shamol orqali boshqariladi. Shuningdek, atmosferada Quyosh nurlanishining yutilishi natijasida atmosfera haroratining ko‘tarilishi va uning asta-sekinlikda sovishi Yerda kecha va kunduzgi haroratlar orasida keskin o‘zgarishlar kuzatilmaydi (masalan, Oyda atmosfera qatlami yo‘q, shuning uchun kunduzi +150 ˚C bo‘lsa, kechasi -170 ˚C bo‘ladi). Quyosh nurlanishining litosfera (quruqlikda) va gidrosfera (asosan, okean va dengizlar) dagi absorbsiyasi esa, Yer yuzasi (atmosfera) dagi o‘rtacha yillik havo haroratini muvozanatda saqlaydi, bugungi kunda bu yillik harorat 287 K yoki 14˚C.ni tashkil etadi.

Quyosh nurlanishi quvvatini elektr energiyasiga aylantiruvchi moslama sifatida amalda fotoelementlardan foydalaniladi (Quyosh panellari). Navoiy davlat pedagogika institutida o‘rnatilgan Institutda o‘rnatilgan 350 kW. lik Quyosh panellari birgina 2023 yilning mart oyi davrida 51000 kW·soat elektr energiyasi ishlab chiqarildi. Bu natija tashkilotning elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojini deyarli qoplamoqda. ning yuqoriligi mart oyida quyoshli kunlarning ko‘p bo‘lganligi bilan izohlaymiz. Keyingi oylarda panellarning bundan-da ko‘proq eleketr energiyasi ishlab chiqarishi prognoz qilinyapti. Agar o‘tgan 2022 yilda institut bo‘yicha 1 million 20 ming kW·soat elektr energiyasi iste’mol qilinganini inobatga olsak, institut bo‘yicha yana qo‘shimcha ravishda 100 kW.lik quyosh panellarini o‘rnatish zarur bo‘ladi, shundan so‘ng institutning elektr energiyasiga ehtiyoji to‘la qoplanadi. Bir yilda O‘zbekiston bo‘yicha 10 milliard dollarlik elektr energiyasi va gaz iste’mol qilinishini e’tiborga olsak, bu bajarilgan ishlar ilk qadamlar bo‘lib, hali rivoj topishi kerak.

Quyidagi jadvalda Quyosh panellari haqidagi ma’lumotlar keltirilgan:

	Quyosh paneli quvvati	**Quyosh panelining egallagan maydoni, (m^2) larda**	**Yillik ishlab chiqaradigan elektr energiyasi prognozi**
	5 kW·coaт	30÷60	7500÷12500
	10 kW·coaт	60÷120	15000÷25000
	20 kW·coaт	120÷240	30000÷50000
	30 kW·coaт	180÷360	45000÷75000
	40 kW·coaт	240÷480	60000÷100000
	50 kW·coaт	300÷600	75000÷125000
	100 kW·coaт	600÷1200	150000÷25000
	200 kW·coaт	1200÷2400	300000÷500000
	300 kW·coaт	1800÷3600	450000÷750000

0	400 kW·coaт	2400÷4800	6000000÷1000000

Adabiyotlar

1. Alekseyev V.V., Chekaryov L.V. Solnechnaya energetika. Moskva, Znaniye, 1991.
2. Sibikin Y.D., Sibikin M.Y. Netraditsionniye vozobnovlyayemiye istochniki energii: Uchebnoye izdaniye. – M., 2008.
3. Kamolov I.R., Kamalova D.I., Sayfullayeva G.I., Barakayeva S.T., Sattarova B.D. «Astronomiya kursidan amaliy mashg‘ulotlar» (Astrofizika) o‘quv qo‘llanma. Tilsim nashriyoti, Toshkent, 2023.
4. Kamolov I.R., Kamalova D.I., Sayfullayeva G.I., Sattorov A.R., Tillaboyev A.M. «Umumiy astronomiyadan amaliy mashg‘ulotlar», darslik. Tilsim nashriyoti, Toshkent, 2023.

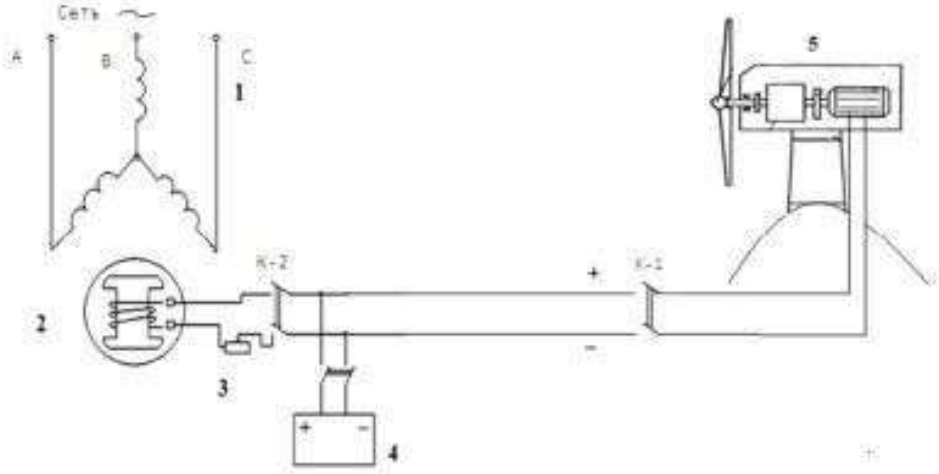
O’ZBEKISTONDA SHAMOL ENERGIYASIDAN SAMARALI FOYDALANISH

I.X. Izzatullayev
Namangan muhandislik-texnologiya institute

Bugungi kunda mamlakatda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi umumiy hajmida qayta tiklanadigan energiya (QTE) manbalarining ulushi 15% tashkil etadi, qolgan 85% an’anaviy manbalardan ishlab chiqarilmoqda. Respublikada elektr energiyasi ishlab chiqarishning yangi yo‘nalishlarini joriy qilish maqsadiga erishish uchun qayta tiklanadigan manbalarning shamol va quyosh energiyasi kabi ustuvor turlaridan foydalanish imkoniyatini beradigan texnologiyalarni o‘zlashtirish, ularni amaliyotda qo‘llash bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar olib borilmoqda. Shamol energetikasi bo‘yicha yetakchi mutaxassislarning fikriga ko‘ra, O‘zbekiston geografik joylashuvi va iqlim sharoiti bois ushbu yo‘nalishda ulkan salohiyatga ega. O‘zbekiston QTE yo‘nalishini izchil rivojlantirish maqsadida shamol generatorlarini bunyod etish, ulardan foydalanish bo‘yicha raqobatbardosh shartlarni taklif qilayotgan yirik kompaniyalar bilan muzokaralar olib bormoqda. 2020 yil 8-iyun kuni O‘zbekiston Investitsiyalar va tashqi savdo vazirligi va BAA ning Masdar kompaniyasi o‘rtasida investitsiyaviy shartnoma imzolandi. Mazkur hujjatga ko‘ra, BAA kompaniyasi Navoiy viloyatida shamol elektr stansiyasini (ShES) loyihalashtirish, moliyalashtirish, qurish va undan foydalanishni ta’minlaydi Ekologiya muammolarining yuzaga kelishi va uning salbiy oqibatlari bevosita inson faoliyati bilan bog‘liq. Dunyoda kuzatilayotgan atrof-muhitning ifloslanishi, iqlim o‘zgarishi, ko‘pgina o‘simlik va hayvon turlarining qirilib ketishi, ozon qatlamining emirilishi, ichimlik suvining ifloslanishi va h.k. insoniyatning tabiiy jarayonlardan noto‘g‘ri foydalinishi natijasida tabiatdagi salbiy o‘zgarishlar tufayli yuzaga kelmoqda. Ekologiya muammolari allaqachon milliy va mintaqaviy doiradan chiqib, insoniyatning umumiy muammosiga aylangan. Havo massasining yer atmosferasi atrofida aylanishi ekspertlar tomonidan turlicha baholangan. Shamollarning yillik nazariy zahirasi yer yuzidagi barcha energiya zahiralardan 100 marta ortiq bo‘lib, 3300 x 1012 kVt/ soatni tashkil qiladi. Ammo bu energiyaning faqatgina 10–12 % idan foydalanish mumkin. O’zbekiston Respublikasida birinchi bo’lib Chorvoq suv omborining dam olish hududida eng katta shamol energo qurilmasi o’rnatildi. Quvvati 750 kVt/soat bo’lgan shamol energo qurilmasini o’rnatish, Janubiy Koreyaning “Doojin Co.LTD” kompaniyasi yordamida amalga oshirildi. Shamol energo qurilmasi maydoniga 40 m balandlikdagi minoraga shamol tezligini o’lchovchi anemometrlar va boshqa nazorat-o’lchov asboblari o’rnatilgan. Shamol energo qurilmasi bir yilda 12,3 million kVt/soat elekt energiyasi ishlab chiqaradi, natijada 700 000 m^3 tabiiy gaz tejalmoqda, shamol energo qurilmasi o’rnatilgan hududida shamolning o’rtacha tezligi 4,3 m/s ni, qish mavsumida esa 6,6÷7,1m/s ni tashkil qiladi. Shamolning ko’rsatilgan tezliklari, shamol energo qurilmasini barqaror ishlashini ta’minlaydi. “Inter Gopa” (Germaniya) va GEO NET (Germaniya) kompaniyalari tomonidan uyushgan holda, qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish salohiyatini baholash hamda O’zbekiston Respublikasida shamol energiyasi salohiyatini baholash ishlari amalga oshirildi. Ushbu ish natijalariga ko‘ra Respublikaning shamol energetikasi salohiyatining atlasi ishlab chiqilgan bo‘lib, unda shamol energiya stansiyalarni ikki hududda qurish tavsiya etilgan. “Nukus” va “Zarafshon” hududlari shamol energetikasining kelajakdagi rivojlanishi uchun salmoqli salohiyatga egadir. Shuni hisobga olib yurtimizda shamol energiyasidan elektr energiyasi olishni yanada rivojlantirish mumkin va bu bilan kelejak avlod uchun tabiiy gazni ma’lum bir miqdorda tejashga erishiladi.

Hozirgi kunda shamol turbinalarinig ikkita asosiy turlari mavjud: vertikal va gorizontal aylanish o‘qli. Vertikal o‘qli turbinalar kichik tezlikdagi shamollarda ishlaydi va

ular past samarali hisoblanadi. Shuning uchun vertikal o‘qli turbinalar juda kam qo‘llaniladi. Asosan ular uy uchun o‘rnatiladi. Uy uchun kuriladigan shamol qurilmalarini qo‘llash tez sur’atlar bilan rivojlanib bormoqda. Odatda uncha katta bo‘lmagan uy uchun 1 kVt atrofidagi elektroenergiyani 9 m/s tezlikda esayotgan shamol energiyasidan olish mumkin. Yurtimizning adirlik, tog’ va tog’ oldi hududlarida vertikal o‘qli turbinalardan xonadonlar uchun shamol eneratorlari sonini ko’paytirish shamol energiyasidan foydalanish istiqbolining rivojiga salmoqli hissa qo’shadi.



1-rasm: Shamol generatori yordamida qo’zg’aladigan sinxron motorning go’zg’atish sxemasi: 1-stator chulg’ami; 2-rotor chulg’ami; 3- rostlovchi reostat; 4- akkumulyator; 5-doimiy magnitli o’zgarmas tok generator

Ushbu no’ananaviy sxema quyidagi tartibda ishlaydi: doimiy magnitli o’zgarmas tok generatori parraklarini shamol aylantirishi natijasida generator elektr energiyasini (o’zgarmas) ishlab chiqaradi. Generator ishlab chiqargan o’zgarmas tok, sinxron motorning qo’zg’atish chulg’amiga rostlovchi reostat orqali beriladi, natijada sinxron motorda asosiy magnit maydon hosil bo’ladi. Demak, kichik va o’rta quvvatli sinxron mashilarning qo’zg’atish tizimini o’zgarmas tok bilan ta’minlashda doimiy magnitli o’zgarmas tok shamol generatoridan foydalanish elektr energiyasini tejar ekan. Shamol energetikasi, hozirgi paytda zamonaviy shamol energetik qurilmalari yaratilgan bo'lib, ular quvvatiga ko'ra mini va makro shamol energetik qurilmalariga ajratiladi. Makro shamol energetik qurilmalari (shamol energetik qurilmalari parklaridagi shamol generatorlarining quvvati har bir generatorniki 1-5 MVt atrofida bo'ladi) asosan shamol parklariga o'rnatiladi. Shuningdek, makro shamol generatorlarining ishlashida shamolning tezligi o'rtacha 25-35 m/s atrofida bo'lib turishi yetarli hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Abdiev U.B. "Fizika ta'limida noan'anaviy energiya manbalari", ilmiy – uslubiy qo'llanma, Termiz 2013 – yil.
2. Farenbrux A., Byub R., "Solnechnыe elementы: teoriya i eksperiment " M. Energoatomizdat, 1987 – g.
3. Koltun M. M. "Optika i metrologiya solnechnыx elementov» M. Nauka, 1985
4. Majidov T.Sh. “Noana’naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari” Toshkent 2014.
5. Allaev K.R. «Energetika mira i Uzbekistana». Moliya, Tashkent – 2007.
6. http://forca.ru/spravka/bezopasnost/harakteristiki-sily-vetra.

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО НИКЕЛЕМ С ПОМОЩЬЮ ДИФФУЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

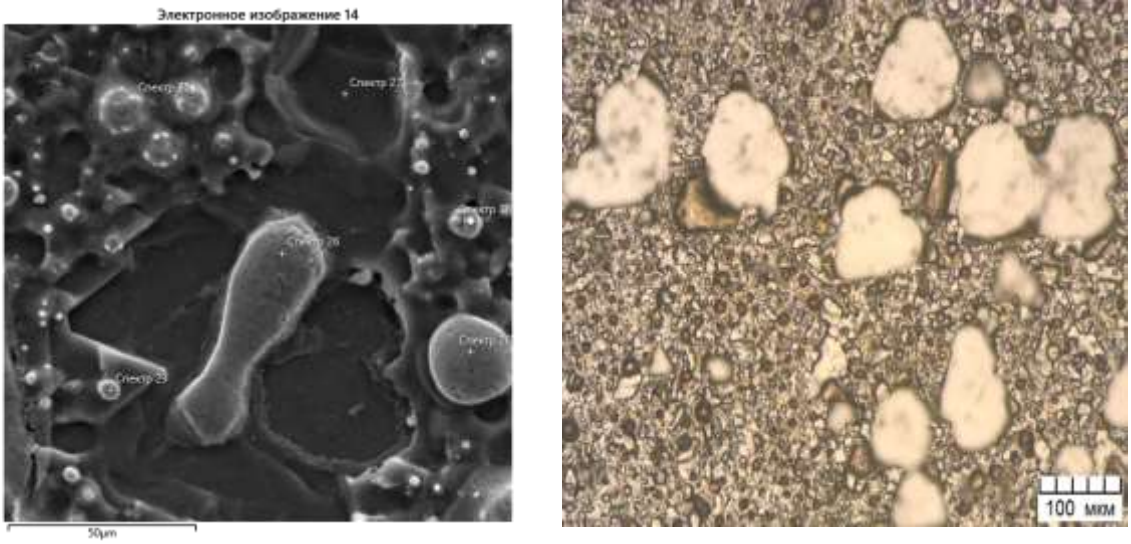
А.Б.Камалов, Д.Ж.Асанов, М.М.Жоллыбаева
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза
dauranbek83@list.ru

Методами оптической и сканирующей электронной микроскопии установлены особенности формирования морфологии поверхности и элементного состава кремния, легированного примесями с помощью диффузионной технологии.

В последнее время энергетика все больше и больше базируется на широком использовании солнечной энергии. Солнце является самым мощным возобновляемым источником энергии для жителей нашей планеты. Количество энергии, которая падает на поверхность Земли от Солнца за один день, превосходит мировое потребление за год [1]. Это экологически чистый источник энергии, который не выделяет двуокись углерода.

Развитие солнечной энергетики требует совершенствования и разработки материалов для солнечных элементов. Основой таких элементов является кремний, легированный определенными элементами.

Цель работы - исследовать морфологию поверхности и элементный состав кремния, легированного никелем с помощью диффузионной технологии. Процесс изготовления образцов заключался нанесении тонкого слоя чистого никеля толщиной 1мкм на поверхность кремния (КДБ-1). Образцов подвергались диффузионному термическому отжигу в течение 1 часа при температурах 1200^{o}C и 1100^{o}C соответственно. В результате такого отжига в образцах формировался p-n переход [3].



а б

Рисунок 1.- Морфология поверхности образца

Исследование морфологии поверхности производилось с использованием растрового электронного микроскопа MIRA-3. Также изображения микроструктуры образцов были получены на металлографическом комплексе на базе оптического инвертированного микроскопа МИ-1 при 200^{x}. В состав комплекса входят также: персональный компьютер; видеокамера с адаптером; программа обработки

изображений, которая предназначена для фиксирования, редактирования и анализа изображений [4].

Исследования элементного состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсинного (EDS) микроанализа (Oxford Ultim 65, 100 Azte Advance), установленной на сканирующем электронном микроскопе MIRA - 3.

Измерения проводились при различных значениях ускоряющего напряжения: от минимального порога чувствительности системы микроанализа (6,4 кВ) до максимального значения ускоряющего напряжения, равного 30кВ.

На рисунке 1 представлена морфология исследуемого образца полученного с использованием растровой (рис. 1а) и оптической (рис. 1б) микроскопии.

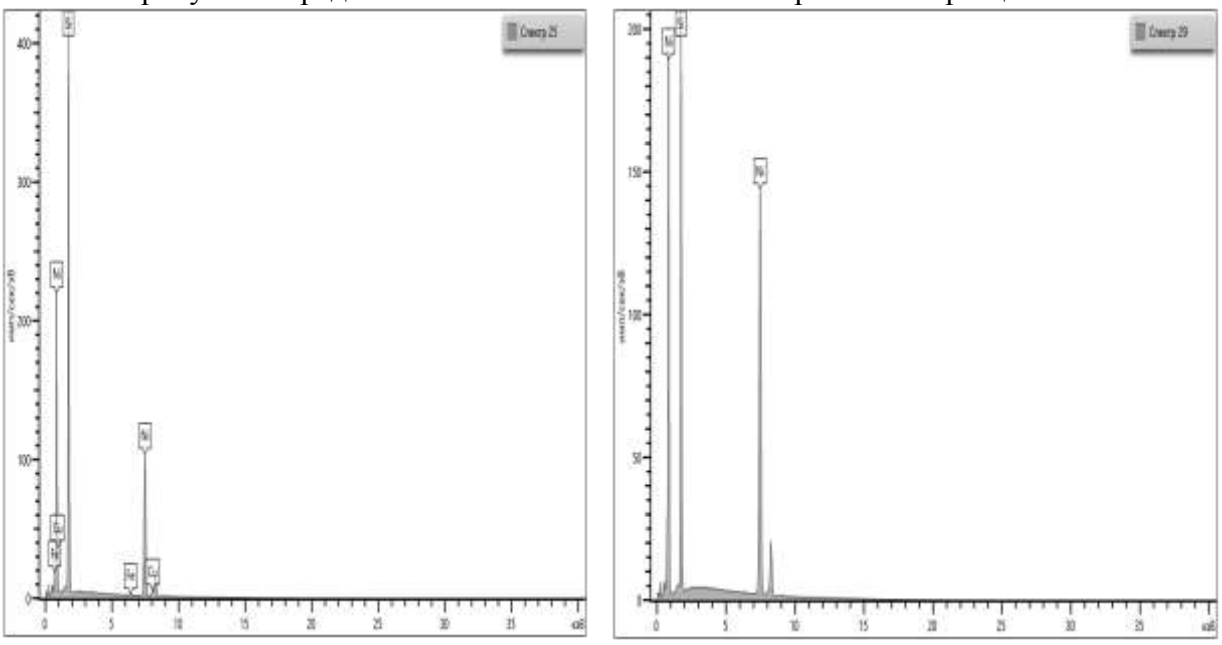
Из рисунка 1 следует, что поверхность образца существенно неоднородна. На рисунке 1а), б) хорошо видны зоны плавления различного размера от долей микрона до десятков микрон. Элементный анализ проводился с различных участков образца. (спектры №25, №26, №27, №28, №29, №30,).

Таблица 1. Элементный состав в точках на поверхности образца (ат. %)

Метка спектра	Спектр25	Спектр26	Спектр27	Спектр28	Спектр29	Спектр30
Si	69.85	53.88	100.00	61.62	51.61	55.20
Fe	0.19			0.15		0.14
Ni	28.71	45.41		35.92	48.39	44.66
Cu	1.26	0.71		2.30		
Всего	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Содержание никеля на различных участках поверхности образца также различно. Так в спектре № 25 содержание никеля 28,71 ат.%, а в спектре № 29 никель примерно 49%. Существенная неоднородность по содержанию никеля фиксируется и в остальных частях поверхности образца.

На рисунке 2 представлен элементный анализ поверхности образца



а б

Рисунок 2.- Элементный анализ: а – спектр № 25, б – спектр № 29

Анализ спектров, представленных на рисуке 2 а), б) показывает неоднородность распределения никеля по поверхности образца. Следует отметить, что бор на поверхности образца отсутствует.

Методами сканирующей электронной микроскопии и оптической микроскопии установлены особенности формирования морфологии поверхности и элементного состава кремния, легированного никелем с помощью диффузионной технологии. Установлена неоднородность элементного состава и существование зон плавления на образцах

Литература

1. Дорофейчик, А.Н. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие для специальностей: "Электроэнергетические системы и сети", "Электрические станции" / А.Н. Дорофейчик. — Гродно: Гродненский гос. ун-т им. Янки Купалы, 2013. — 181 с.

2. Казмерчик, Е. С. Повышение энергоэффективности использования солнечных энергетических установок в сельском хозяйстве Республики Беларусь / Е. С. Казмерчик, А. А. Вельченко // Передовые технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства : материалы Междунар. науч. - практ. конф., Минск, 30-31 марта 2017 г. - Минск : БГАТУ, 2017. - С. 277-279.

3. Бахадырханов, М.К. Изучение влияния легирования никелем кремниевых срлнечных элементов с глубоким p-n переходом/ М.К Бахадырханов, С.Б. Исамов, З.Т. Кенжаев, С.В. Ковешников //Письма в ЖТФ.-2019.-т.45.-вып.19.-С.3-6.

4. Анисович, А.Г. И.Н. Румянцева. Практика металлографического исследования материалов / А.Г. Анисович, И.Н. Румянцева. - Минск, Беларуская навука, 2013. – 221с.

СОСТОЯНИЕ АТОМОВ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕШЕТКЕ КРЕМНИЯ

Р.М. Жалалов, К.М. Файзуллаев, А.М. Саматов
Наманганский государственный университет,
qahramon_fayz@mail.ru

При растворении атомов легирующих элементов в кремнии вносятся дополнительные квантовые уровни, которые локализуются в местах нахождения связанных с ними атомов. При сравнительно небольших содержаниях атомов легирующих элементов в решетке кремния, когда посторонние атомы располагаются на достаточно больших расстояниях друг от друга, эти дополнительные уровни не расщепляются в зоны. В сильно легированных полупроводниках, когда волновые функции валентных электронов посторонних атомов перекрываются, уровни этих электронов образуют зону, которая обеспечивает проводимость, если не все уровни в этой зоне заняты электронами.

Рассмотрим, что происходит при растворении в кремнии атомов легирующих элементов, имеющих конкретные отличия в строении внешних электронных оболочек. Известно, что кремний имеет по четыре валентных электрона и каждый атом в кристаллической решетке связан ковалентными связями с четырьмя соседними атомами. Теперь если кремний легировать элементом, например, группы V периодической системы, атомы которого имеют пять валентных электронов, то при замещении атома германия или кремния в соответствующей кристаллической решетке (рис. 1, а) четыре электрона атома легирующего элемента пойдут на осуществление химической связи с четырьмя ближайшими соседями, а пятый электрон может при соответствующих условиях перейти в зону проводимости. Поэтому легирующие элементы с большей валентностью по сравнению с кремнием, которые могут давать электроны в зону проводимости, называются элементами донорного типа, или донорами.

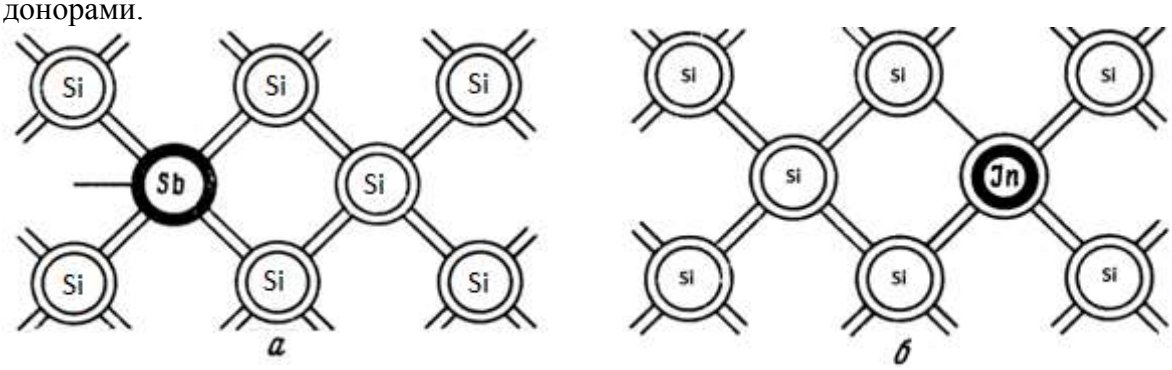


Рис. 1. Схема образования свободных электронов при легировании кремния элементами донорного типа (а) и дырок при легировании элементами акцепторного типа (б)

При легировании кремния элементами с меньшей валентностью, например элементами группы III периодической системы (рис. 1, б), три валентных электрона атома легирующего элемента пойдут на осуществление химической связи с тремя ближайшими соседями, а связь с четвертым соседом оказывается ненасыщенной. При этом за счет дополнительной энергии (например, теплового движения) электроны других атомов кремния могут занять свободный уровень, связанный с атомом легирующего элемента, в результате чего появится дырка в валентной зоне [1].

Легирующие элементы с меньшей валентностью по сравнению с кремнием, которые могут принимать электроны из валентной зоны, называются элементами акцепторного типа, или акцепторами.

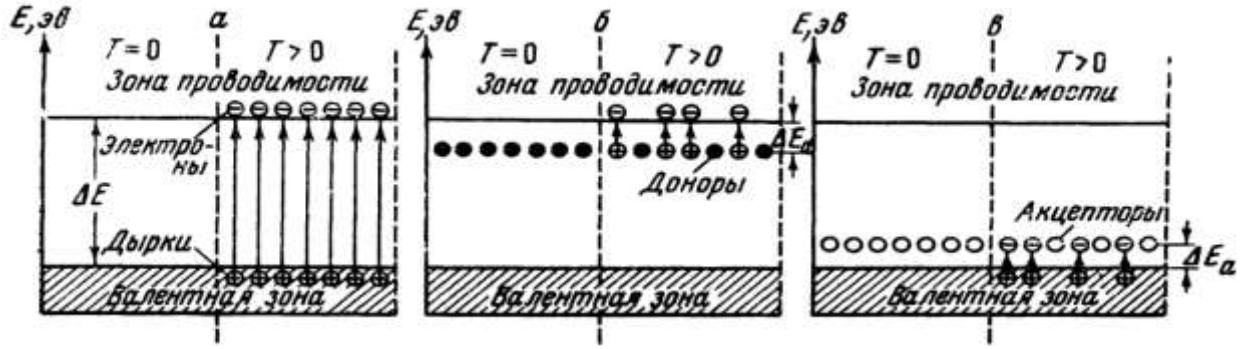


Рис. 2. Энергетические схемы нелегированного полупроводника (а), легированного элементами донорного (б) и акцепторного (в) типа, иллюстрирующие возникновение носителей заряда при увеличении температуры.

При низких температурах атомы легирующих элементов неионизированы. Донорные уровни располагаются вблизи дна зоны проводимости на расстоянии, соответствующем энергии их ионизации. Акцепторные уровни располагаются вблизи валентной зоны. На рис. 2, б, в (см. левую половину каждого рисунка) представлены схемы энергетических уровней электронного и дырочного полупроводника, отвечающие двум рассмотренным случаям. Очевидно, при температуре абсолютного нуля легированный полупроводник так же, как и собственный, должен быть изолятором. При повышении температуры в первую очередь будет происходить ионизация атомов легирующих элементов. Приведенные на рис. 2 энергетические схемы иллюстрируют возникновение носителей заряда при повышении температуры в полупроводнике, легированном элементами донорного и акцепторного типа. Для сравнения приведена также схема возникновения электронов в собственном полупроводнике. Из качественного сравнения этих схем следует, что в довольно широком диапазоне температур главную роль в процессе переноса зарядов будут играть носители, образовавшиеся вследствие ионизации атомов легирующих элементов.

Из теории следует, что радиус атома водорода, помещенного в диэлектрическую среду, и его ионизационный потенциал определяются следующими выражениями:

$$r=0{,}53\cdot10^{-8}\varepsilon\frac{m_0}{m^*} \qquad (1) \qquad\qquad \Delta E_d=\frac{13{,}53}{\varepsilon^2}\cdot\frac{m^*}{m_0} \qquad (2)$$

Простые подсчеты показывают, что в кремнии величина энергии ионизации атомов легирующих элементов не должна превышать 0,015—0,01 эв. Эта величина хорошо согласуется с опытными данными для большинства элементов группы V периодической системы. В табл. 1 приведены значения энергии ионизации некоторых легирующих элементов в кремнии по данным работ [2,3].

Таблица 1

Энергии ионизации некоторых легирующих элементов в кремнии [4]:

Легирующий элемент	Группа	Донор или акцептор	Энергетический уровень
Mn	VII	Д	E_C-0,53
Cu	II	Д	E_V+0,24

Zn	II	A	E_V+0,31
Ni	VII	Д	E_C-0,3
Fe	VIII	Д	E_V+0,4

Примечание. Ес — дно зоны проводимости; Ev — потолок валентной зоны.

Следует отметить, что при легировании кремния некоторыми элементами образуются несколько уровней с различной энергией ионизации, в связи с чем при одних температурах атомы таких элементов могут быть донорами, а при других акцепторами. Увеличение концентрации приводит к уменьшению энергии ионизации атомов легирующего элемента. Из табл. 1 следует, что при относительно низких температурах электрические свойства кремния, легированных элементами донорного или акцепторного типа, определяются главным образом количеством и состоянием последних.

Литература

1. В. М. Глазов, В. С. Земсков, “Физико-химические основы легирования полупроводников”, НАУКА, Москва-1967 г.
2. W.Rohn. Solid State Phys., 5, 262 (1957).
3. C. B. Co11ins, R.O.Car1son. Phys. Rev., 108, 1409 (1997).
4. Ш.М.Коган, Т.М.Лифшиц, phys. stat.sol. (a) 39,11 (1997)

KREMNIYDA KIRISHMA ATOMLARNING DIFFUZIYASI VA ERUVCHANLIGI

R.M. Jalalov, K.M. Fayzullayev, A.M. Samatov
Namangan davlat universiteti

Diffuziya yo‘li bilan kirishma atomlar kiritish hozirgi zamon mikroelektronikasida har xil murakkablikdagi integral sxemalar yaratish texnologiyasi jarayonining eng asosiy bosqichlaridan hisoblanadi. Diffuziya jarayoni 2 ta asosiy tushuncha: kirishma atomlar eruvchanligi va ularning diffuziya koeffitsiyenti bilan aniqlanadi [1].

Eruvchanlik berilgan haroratda diffuziya yo‘li bilan kristallga kiritish mumkin bo‘lgan atomlar konsentratsiyasidir. Eruvchanlik, kirishma atomlar radiusi, massasi va ular tashqi elektron qobig‘idagi elektronlar soniga, yarim o‘tkazgich asosiy atomlaridan qanchalik farq qilganligiga bog‘liq. Bu farq qancha katta bo‘lsa, bunday kirishma atomlrining kristall panjara tugunlarida joylashish ehtimolligi shuncha kam bo‘lishi bilan birga ularning eruvchanlik qiymatlari ham kam bo‘ladi. Agar kirishma atomlar bilan yarim o‘tkazgich asosiy atomlar orasidagi tafovud qancha katta bo‘lsa, bunday holda kirishma atomlar kristall panjara oralig‘ida joylashish ehtimolligi ko‘p bo‘ladi. Bunday kirishma atomlar bor kristall panjarali yarim o‘tkazgich materiallar tugunlar aro hosil qilgan qattiq jism kirishma deb ataladi. Bundaylarga: Si ga Zn, Fe, Ni, Co lar misol bo’la oladi [2].

Agar kirishma atomlar bilan yarim o‘tkazgich asosiy atomlar orasidagi tafovud qancha kam bo‘lsa bunday atomlar kristall panjara tugunlarida joylashish ehtimolligi ko‘p bo‘lishi bilan birga ularning eruvchanligi ham yuqori darajada bo‘ladi. Bunday yarim o‘tkazgich materiallar o‘rindoshli qattiq jism kirishmalari deb ataladi. Masalan, bularga Si uchun V, In, Ga, P, As, Sb va hokazo.

Umuman kirishma atomlari atomlar eruvchanlik tempraturaga bog‘liqligi quydagicha aniqlanadi:

$$N = N_0 \cdot e^{-\frac{E}{KT}} \quad (1)$$

bu yerda: N-berilgan haroratda kirishma atomlar eruvchanligi, k-Boltsman doimiysi, T-harorat, E-eruvchanlik energiyasi, N_o-tempratura cheksiz bo‘lganda eruvchanlik qiymatidir. Atomlarning yarim o‘tkazgich material sirtidan diffuzuya natijasida hajm bo‘ylab kirib borish tezligini ko‘rsatadigan kattalik bu diffuziya koeffitsiyentidir. Diffuziya koeffisienti qiymati ham kirishma atomlari parametrlari va diffuziya tezligiga bog‘liq [1].

$$D = D_0 \cdot \exp(-\frac{E_d}{KT}) \quad (2)$$

D_o-tempratura cheksiz bo‘lgandagi diffuziya koeffisienti, E_d-diffuziyaning energiya faolligi (ya’ni atomlarning kristall panjara ichida bir muvozanat holatdan ikkinchi muvozanat holatga o‘tishi uchun zarur bo‘lgan energiya). Agar kirishma atomlar tugunlar bo‘yicha diffuziya qilinadigan bo‘lsa, unda E_d qiymati tugunda turgan atomning 3 ta qo‘shnisi bilan bog‘lanishni uzish uchun kerak bo‘lgan energiya ham atom qo‘shni tugun joyiga o‘tishi uchun u yerda vakansiya paydo bo‘lishi uchun kerak energiyalar yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Bunday kirishma atomlar uchun Si da E_d qiymati E_d=3÷5 eV ga teng bo‘ladi. Agar atom tugunlararo diffuziya qilinayotgan bo‘lsa, unda E_d qiymati atom turgan tugunlar aro joyidan qo‘shni shunday joyga o‘tishi uchun zarur bo‘lgan energiyalar bilan, atom 2 ta tugun o‘rtasidan o‘tayotganda tashqi qobiq elektronlar o‘zaro itarilish kuchlarini yengish uchun sarf qilinayotgan energiyalar yig‘indisiga teng bo‘ladi. Bunday kirishma atomlar uchun E_d qiymati E_d =0,5÷2,5 eV atrofida bo‘lishi mumkin. Diffuziya jarayonida berilgan

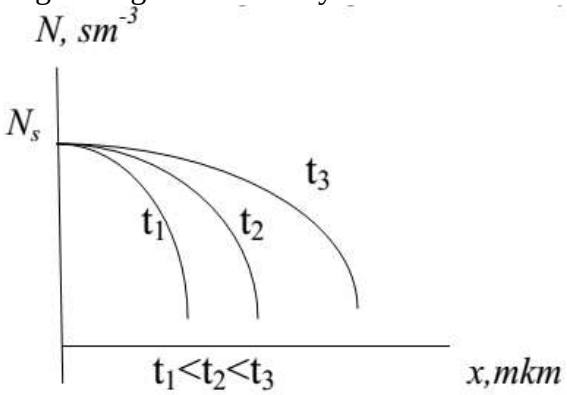
vaqtda kirishma atomlarning hajm bo‘yicha taqsimoti diffuziya vaqtida kirishma atomlar miqdoriga qarab 2 xil bo‘lishi mumkin. Agar diffuziya jarayonida jism sirtidagi yoki diffuziya kechayotgan muhitda kirishma atomlar konsentratsiyasi, kirishma atomlarning diffuziya bo‘layotgan haroratdagi eruvchanligidan juda katta bo‘lsa, ya‘ni diffuziya jarayonida kirishma atomlarning sirtdagi qiymati deyarli o‘zgarishsiz qolsa, bunday holatni chegaralanmagan manbadan diffuziya deyiladi va uning taqsimot quyidagi tenglik bilan aniqlanadi [3]:

$$N = N_s \cdot erfc(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}) \quad (3)$$

bu yerda

D – diffuziya koeffsiyenti, t – diffuziya vaqti, x – diffuziya chuqurligi,

N_s– kirishma atomlarning sirtdagi konsentratsiyasi.



1-rasm. Chegaralanmagan manbadan diffuziyaning taqsimoti [3].

Nazariy hisoblashlar ko‘rsatadiki, kirishma atomlarning tugunlarda joylashishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi lozim, ya‘ni yarim o‘tkazgichning asosiy atomlari va kirishma atomlar radiuslari bir – biriga juda yaqin bo‘lishi va ularning farqi 14% dan oshmasligi kerak. Shu bilan birga asosiy atom va kirishma atom tashqi qobig‘idagi elektronlar soni ham juda kam farq qilishi kerak. Masalan, Ge atomlarining valent elektronlari soni, atom radius hamda kristall tuzilishlari Si atomlaridan juda kam farq qilganligi uchun Ge kremniy kristallda cheksiz eruvchanlik xususiyatiga ega.

Adabiyotlar.

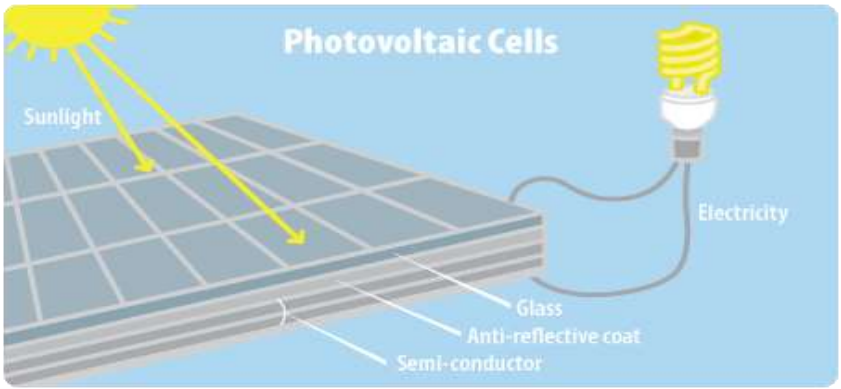
1. Б.И. Болтакс. Диффузия в полупроводниках. 1961, стр.464.
2. W. Wurker, K. Roy, J. Hesse. Diffusion and solid solubility of chromium in silicon. Mat. Res. Bull. 1974, Vol. 9, pp. 971-978.
3. S.Z. Zaynobiddinov, Sh.Yo‘lchiyev, D. Nazirov, M.Nosirov. Yarimo‘tkazgichlarda atomlar diffuziyasi. Toshkent – 2012.

ELEKTR ENERGIYASI HOSIL QILISHDA FOTOELEMENTLARNING TUTGAN O‘RNI

I.R.Kamolov, S.T.Barakaeva, M.Abduvalieva
Navoiy davlat pedagogika instituti

Quyosh nurlanishi quvvatini elektr energiyasiga aylantiruvchi moslamaning ishlash prinsipi quyidagicha: Quyosh nurlanishlarini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi moslama – fotoelementlar (yarim o‘tkazgichli uskuna)dan foydalaniladi. Foydalanilayotgan fotoelementlarning 85% kremniyli (Si), 10% ga yaqini kadmiy tellurli (CdTl) kristallar hissasi hisoblaniladi. Shuningdek, qolgan qismi germaniyli (Ge), indiy fosfidli (InP), galliy arsenidli (GaAs) kabi kristallar ulushiga to‘g‘ri keladi. Fotoelementlar birinchi marta koinotda, ya’ni sun’iy yo‘ldoshlarda qo‘llanilgan, keyinchalik yer sharoitida inson ehtiyojlari uchun qo‘llanilib kelinmoqda. Sun’iy yo‘ldoshlarning butun elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyoji aynan Quyosh energiyasi hisobida ta’minlanadi. Fotoelement o‘zida elektr maydonini hosil qiluvchi musbat va manfiy zaryadlangan qatlamga ega. Fotoelementga tushayotgan yorug‘lik oqimi (foton zarralarining oqimi) undan elektronlarni urib chiqaradi va bu elektronlar elektr maydonidan o‘tib, elektr tokini hosil qiladi. Elektr toki invertorga kelib tushganda, unda elektr energiyasi hosil qilinib manbaga uzatiladi. Manbaga elektr tokining iste’molchilari, ya’ni elektr tokida ishlaydigan barcha jihozlar (lampochka, muzlatkich, chang yutgich, televizor, radio va h.k.) ulanib, undan inson ehtiyoji uchun zarur hollarda foydalanish mumkin.

Quyosh energiyasidan elektroenergiya hosil qilish borasidagi ishlar Navoiy davlat pedagogika institutida ham jadal olib borildi, natijada 2022 yilning oxiriga qadar mavjud institut binolarining tomlarida 350 kW lik quyosh panellarini o‘rnatdi. O‘rnatilgan 1 kW. lik quyosh panellari taxminan 5÷6 m^2 maydonni egallashini inobatga olsak, umumiy holda 1700 m^2 ga yaqin maydonni egallagan fakultetlar o‘quv binolarining, jumladan talabalar turar joylari binolarining ham tom qismlarida quyosh panellari o‘rnatildi.



Fotoelement va unga yorug‘likning tushishi

Quyosh panellari o‘rnatishda asosan, quyoshning kun davomida asosiy tushish burchaklari inobatga olingan. Agar bu burchak quyosh harakatiga moslashtirilsa (harakatdagi quyosh panellari nazarda tutilganda), yanada ko‘proq energiya olish imkoniyatlari mavjud. Bu ishni amalga oshirish uchun ham qo‘shimcha uskunalar zarur bo‘ladi. Yana institut ichki bino atroflarida yoritish tizimlari ham quyosh panellari hisobiga qoplandi.

Navoiy davlat pedagogika institutida o‘rnatilgan Quyosh panellari to‘g‘risida ma’lumot

	Quyosh paneli o‘rnatilgan manzil nomi	Quyosh paneli soni	Quyosh paneli quvvati	Quyosh paneli umumiy yuzasi

	Institut bosh binosi	94	50	240 m^2
	Tarix fakulteti binosi	56	30	143 m^2
	Fizika-texnologiya fakulteti binosi	75	40	191 m^2
	Maktabgacha va boshlang‘ich ta’lim fakulteti binosi	93	50	237 m^2
	Chet tillar fakulteti binosi	94	50	240 m^2
	Tabiiy fanlar va jismoniy madaniyat fakulteti binosi	75	40	191 m^2
	1-TTJ binosi	56	30	143 m^2
	2-TTJ binosi	56	30	143 m^2
	3-TTJ binosi	56	30	143 m^2
	Jami:	**655**	**358**	**1671 m^2**

1 dona Quyosh panelining o‘lchami (2,25x1,13) metr bo‘lsa, uning yuzasi 2,55m^2 ni tashkil etadi.

Quyosh panellari

Institutda o‘rnatilgan 350 kW. lik Quyosh panellari hisobidan 2023 yilning birgina yanvar oyida 32000 kW·soat elektr energiyasi ishlab chiqarildi.

Institut bo‘yicha 2023 yil yanvar oyida is’temol qilingan elektr energiyasi 44000 kW·soat ni tashkil etdi va iste’mol qilingan elektr energiyasining 75% ga yaqini quyosh panellarida olingan energiya hisobiga qoplandi. Bir oy davomida quyosh panellarida olingan energiya, belgilangan me’yorlardan ancha kam. Bunga asosiy sabab, qishda Quyoshli kunlarning kamligi hisoblanadi. Shuningdek, 2 haftalik talabalar ta’tilini inobatga oladigan bo‘lsak, iste’mol qilingan elektr energiyasining miqdori ham oz. 2023 yilning fevral oyi davrida esa 31380 kW·soat elektr energiyasi yuqorida aytilgan quyosh panellari hisobida ishlab chiqarildi. Ishlab chiqilgan energiyaning yanvar oyiga nisbatan kamligini fevral oyining 3 kunga qisqaligi bilan izohlashimiz mumkin.

Adabiyotlar

1. Kamolov I.R., Kamalova D.I., Kanatbaev S.S., Bisenova B.T., Sayfullaeva G.I. «Жалпы астрономия», darslik. Tilsim nashriyoti, Toshkent, 2023.
2. Quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlari. NSPI.UZ sayti.
3. Innovatsion rivojlanishning muhim omili. Do‘stlik bayrog‘i gazetasi, 2023 yil 2 mart 9-soni (4117).

YARIMO'TKAZGICHLAR FIZIKASI VA MIKROELEKTRONIKA ILMIY-TADQIQOT INSTITUTINING QUYOSH TARMOG'I FOTOELEKTR STANTSIYASINING SAMARADORLIGINI HISOBLASH

Sh.B.Utamuradova, I.M.Komolov, V.P.Kononerov, E.D.Muxamediyev, K.A.Djumamuratov, S.A. Daminov

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zMU huzuridagi Yarimo‘tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ITI

kjumamuratov01@gmail.com

Resurslarning ko'pligi, ekologik tozaligi va hamma joyda mavjudligi nuqtai nazaridan quyosh energiyasi qayta tiklanadigan energiya manbalari orasida eng istiqbolli hisoblanadi. An’anaviy energiya manbalaridan (uglevodorod yoqilg‘isi) foydalanish hisobiga ishlab chiqariladigan energiya tannarxining doimiy oshib borishi, quyosh elektr stansiyalari tannarxining pasayishi va O‘zbekistonning ko‘plab hududlarida energiya tanqisligi natijasida, quyosh elektr stansiyalaridan foydalanishni keng ko‘lamda amalga oshirishga undaydi.

Fotoelektrik stantsiyalarida energiya manbai - quyosh nurlanishini doimiy elektr tokiga aylantiradigan yarimo'tkazgichli quyosh elementlaridan tashkil topgan fotoelektrik modullar (FEM) hisoblanadi. FEM ning afzalligi harakatlanuvchi qismlarning yo'qligi, yuqori ishonchliligi va barqaror ishlash prinsipidir. Ularning vazni yengil, texnik xizmat ko'rsatish oddiyligi, to'g'ridan-to'g'ri va tarqoq nurlanishdan samarali foydalanish bilan ajralib turadi. Modulli konstruksiya turi deyarli har qanday quvvatga ega qurilmalarni yaratishga imkon beradi va ularni juda istiqbolli qiladi.

Ushbu maqolada M.Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti huzuridagi Yarimo‘tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti (41,35° Sh.K., 69,25° Sh.U.) binosining elektr ta’minoti tizimini, FEMga asoslangan yangi muqobil elektr ta’minoti tizimi bilan qayta jihozlash ko‘rib chiqilgan. Yangi muqobil elektr ta’minoti tizimi quyosh tarmog‘i fotoelektr stansiya (TFES) bo‘lib, u institut binosidagi turli elektr jihozlarini elektr energiyasi bilan ta’minlaydi.

Binoni rekonstruksiya qilish loyihasiga ko‘ra, FEM ni 100 m^2 maydonga ega bo‘lgan ilmiy-o‘quv binosining tomida joylashtirish rejalashtirilgan. Energiya ishlab chiqarish tizimini o'rnatish uchun mo'ljallangan uchastkaning maydoni, umumiy quvvati 40 kW bo'lgan FEM ni joylashtirish imkonini beradi. FEM sifatida 72 ta nominal quvvati 550 W [1] bo'lgan monokristalli kremniy modullardan foydalanish rejalashtirilgan. Monokristalli kremniy FEM ning asosiy elektromexanik parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

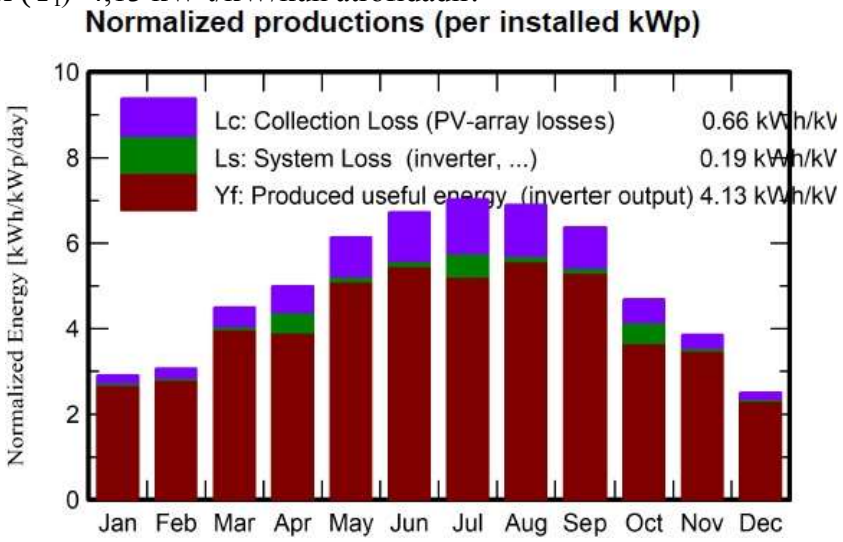
Monokristalli kremniy fotoelektrik modullarning elektromexanik parametrlari (STC: AM 1,5; 1000 W/m^2; 25 °C)

Longi Solar LR5-72HPH-550M	
Maksimal quvvat, P_{MPP} (W)	550
Maksimal quvvat nuqtasidagi kuchlanish, V_{MPP} (V)	41,95
Maksimal quvvat nuqtasidagi tok, I_{MPP} (A)	13,12
salt yurish kuchlanishi, U_{OC} (V)	49,80
Qisqa tutashuv toki, I_{SC} (A)	13,98
Fotoelektrik modul FIK, (%)	21,5
O’lchamlari, U×K×B (mm)	2256×1133×35
Og'irligi, m (kg)	27,2
Maksimal statik yuklama, P (Pa)	5400

FEMni o'rnatish modullarning fotoaktiv yuzasini janubga 35 ° burchak ostida yo'naltirish bilan rejalashtirilgan. Loyiha hujjatlarini tayyorlashda, tizimni janubiy yo'nalishga nisbatan ruxsat etilgan og'ishlarni hisobga olmagan holda amalga oshirildi, ammo shuni ta'kidlash kerakki, sharqqa yoki g'arbga 15 ° gacha og'ish bilan quyosh nurlari oqimining yo'nalishiga nisbatan to'g'ri burchak ostida yo'naltirilgan fotoaktiv sirtga o'rtacha yillik quyosh energiyasi kelishini atigi 2% ga kamaytiradi va 40 ° og'ish esa, o'rtacha yillik energiyani 13% ga kamayishiga olib keladi.

Hisoblashda fotoaktiv sirtning ifloslanishi (2,5%), materiallarning barqarorlik hususiyatini yomonlashuvi (0,8%), quyosh nurlanishi (issiqlik nurlanishi bilan bog'liq issiqlik yo'qotish koeffitsientini hisobga olgan holda U_c = 20,0 W/m^2·K) qizib ketishi bilan bog'liq bir qator yo'qotishlar (L_c) va modullarning bir-birlari bilan bog`lanishdagi yo'qotishlar (2%), shuningdek, modullar va massivlar, o`zaro massivlar orasidagi, kuchlanish invertori (0,2%) orasidagi ulash simlaridagi Om ik yo'qotishlar va eng so`ngida, parallel ravishda ulangan FEM massivlarining xarakteristikalarini tarqalishi bilan bog'liq yo'qotishlar (0,1%) hisobga olingan. Butunlay ishlamay turgan tizi (L_s) dagi uzulish vakti bilan bog‘liq yo‘qotishlar, foydali energiyani ishlab chiqarish davrining 2% darajasida baholandi.

Energiya ishlab chiqarish tizimining normallashtirilgan oylik ishlab chiqarishi 1-rasmda ko'rsatilgan. Energiya ishlab chiqarishdagi yo'qotishlarning katta qismi, FEM dagi energiya yo'qotishlaridir. Eng kam yo'qotishlar TFES ning uzulish vaqti bilan bog'liq. Ko'rinib turibdiki, Huawei Technologies SUN2000-40KTL-M3-480V [2] kuchlanish invertoridan foydalanganda tarmoqqa etkazib beriladigan energiyaning o'rtacha kunlik miqdori (Y_f) 4,13 kW·t/kW/kun atrofidadir.



1-rasm. TFES energiya ishlab chiqarish tizimining normallashtirilgan oylik ishlab chiqarishi

TFES energiya ishlab chiqarish hajmini oylar bo'yicha hisobi (2-jadval) Toshkent shahridagi ob-havo va quyosh radiatsiyasi bo'yicha oylik meteorologik sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari asosida amalga oshirilgan [3].

2-jadval

M.Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti huzuridagi Yarimo‘tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti TFES ishlab chiqarish tizimi tomonidan elektr energiyasi ishlab chiqarishning kutilayotgan oylik hajmi.

	E_{glob}, kW·soat/m^2	E_{diff} kW·soat/m^2	T_A °C	E_{dir} kW·soat/m^2	E_{dir_loss}, kW·soat/m^2	E_{Array}, MW·soat	E_{Grid}, MW·soat
Yanvar	55,0	28,93	2,55	90,3	86,9	3,358	3,295
Fevral	62,4	36,54	4,31	85,9	82,6	3,169	3,109
Mart	112,5	58,07	11,30	139,2	133,6	4,981	4,886
Aprel	138,1	71,04	16,57	149,7	143,3	5,206	4,648
May	193,3	85,59	23,03	190,1	181,6	6,406	6,269
Iyun	214,3	79,80	27,61	201,6	192,6	6,638	6,488
Iyul	227,1	70,68	29,95	217,7	207,8	7,070	6,403
Avgust	201,6	66,51	28,21	213,6	204,4	7,003	6,847
Sentyabr	154,8	49,79	22,08	191,0	183,3	6,444	6,306
Oktyabr	104,3	46,72	15,16	145,2	139,7	5,097	4,492
Noyabr	69,7	30,46	8,22	115,7	111,6	4,218	4,140
Dekabr	46,0	25,72	3,09	77,5	74,6	2,892	2,836
Yil davomida	1579,1	649,86	16,07	1817,7	1741,8	62,481	59,720

H_{glob} – QN gorizontal yuzaga tushishi, H_{diff} - gorizontal yuzaga keladigan tarqoq QN, T_{air} - atrof-muhit (havo) harorati, H_{inc} - FEM yuzasiga tushiadigan QN, H_{inc_loss} - barcha turdagi optik yo'qotishlarni hisobga olgan holda quyosh elementi yuzasiga keladigan QN; E_{Array} - FEM massivlari tomonidan ishlab chiqarilgan energiya, E_{Grid} - kuchlanish inverteri tomonidan tarmoqqa uzatiladigan energiya.

Xulosa o`rnida, loyihalashtirilgan stansiyaning yillik elektr energiyasini ishlab chiqarishning potentsial hajmi, ifloslanishlar natijasidagi yo'qotishlarni va quyoshning joylashuvi bilan bog'liq bo'lgan, tushish burchagining o'zgarishi bilan quyosh nurlanishi kam tushishi hisobga olgan holda, 60 MW·soatga yetishi mumkin.

Adabiyotlar

1. LONGi Green Energy Technology Co., Ltd. (LONGi) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.longi.com (дата обращения: 15.03.2023).
2. Huawei Technologies Co., Ltd. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.solar.huawei.com (дата обращения: 17.03.2023).
3. Meteonorm 8.0 / разработчик: Meteotest AG. – Берн: 2018.

РАЗЛИЧНЫЕ КРИТЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Л.А.Рахимова,
Ферганский государственный университет

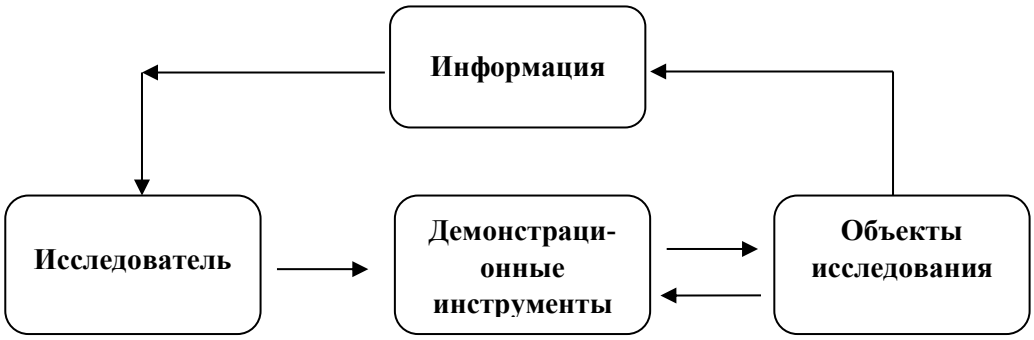
Реализация различных функций в учебном эксперименте оказывает существенное влияние на уровень достижения общепедагогических целей. Физика — экспериментальная наука. Поскольку между физикой как наукой и физикой как предметом существует тесная связь, процесс обучения физике заключается в последовательном формировании у учащихся новых физических понятий и теорий на основе ряда фундаментальных правил, основанных на опыте.

Использование опыта в процессе обучения физике позволяет:

- представить изучаемые явления в педагогически модифицируемой форме и тем самым создать необходимую экспериментальную базу для их изучения;
- познакомить учащихся с экспериментальным методом изучения физических явлений;

Образовательный эксперимент работает как метод обучения, источник знаний и средство обучения одновременно.

Учебный эксперимент непосредственно связан с научным физическим экспериментом и понимается как система целенаправленного изучения природы путем воспроизведения точно спланированных физических явлений в лабораторных условиях, анализа и обобщения экспериментальных данных, полученных с помощью приборов. Эксперимент отличается от наблюдения активным вмешательством в ход физических явлений экспериментальными средствами.

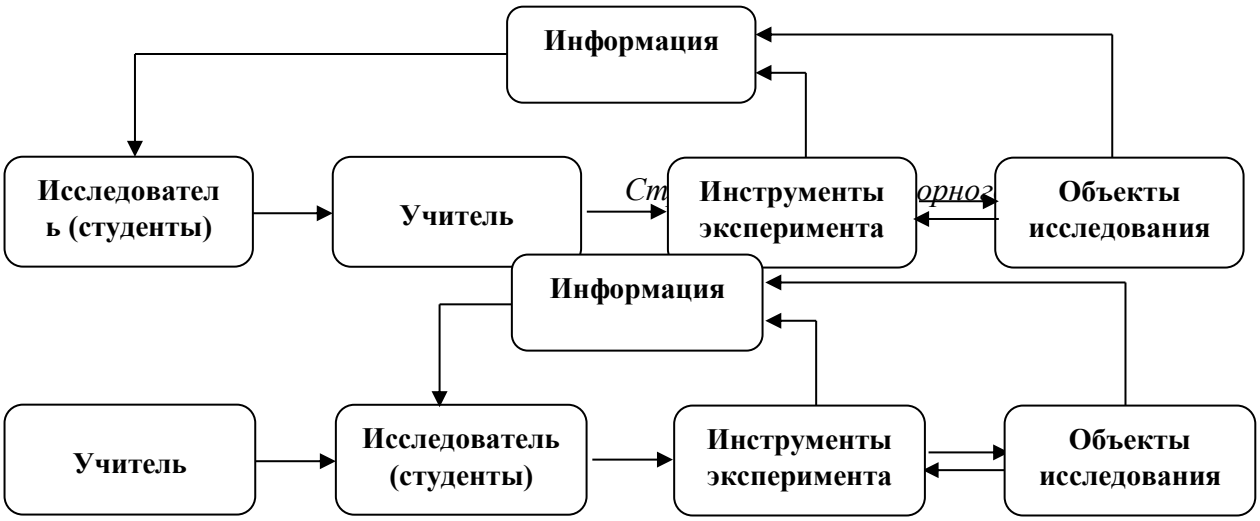


Научный эксперимент является основой учебного эксперимента, который обеспечивает экспериментальный инструментарий, методы исследования и фактический материал. Но полного тождества между ними нет. Основное отличие состоит в том, что научный эксперимент предназначен для изучения природы и получения новых знаний о ней, а учебный эксперимент призван донести эти знания до учащихся.

Структура учебного физического эксперимента, отражающая структуру научного эксперимента в целом, включает новый воспитательный элемент, связанный с деятельностью преподавателя, выступающего в качестве квалифицированного руководителя учебного физического эксперимента. Это может напрямую повлиять на инструменты исследования или на студентов, которые работают с инструментами исследования.

В связи с изложенным учебный эксперимент делится на два вида: демонстрационный (демонстрационный) и лабораторный.

Структура демонстрационного эксперимента



Лабораторный эксперимент удобно классифицировать по организационным признакам, наиболее полно отражающим характер деятельности учителя и учащихся. В соответствии с этой классификацией выделяют четыре вида учебно-лабораторной практики:

- ✓ фронтальная лабораторная работа
- ✓ мастерские;
- ✓ наблюдения и эксперименты в домашних условиях;
- ✓ экспериментальные задания.

Демонстрационный эксперимент как метод обучения относится к иллюстративным методам. Главным инициатором в демонстрационном эксперименте является преподаватель, который не только организует воспитательную работу, но и проводит демонстрацию опытов. Визуальный эксперимент имеет существенный недостаток – студенты не работают с приборами (хотя некоторые из них могут участвовать в подготовке выставок).

Постановка этих экспериментов должна быть максимально ясной, а объяснение — продуманным и отражать не только физическую сущность эксперимента, но и его место в системе физических наук.

Литература

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики. Теоретические основы. - М.: Просвещение, 1981.- 288с

2. Хорошавин С.А. Физический эксперимент в средней школе.-М.: Просвещение, 1988. - 175 с.

3. Онаркулов, К. Э., & Зайнолобидинова, С. М. (2022). СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ПОЛУПРОВОДНИКОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА АНОМАЛЬНОГО ФОТОНАПРЯЖЕНИЯ. *PEDAGOGICAL SCIENCES AND TEACHING METHODS*, *13*(2), 228-232.

4. Rasulov, R. Y., Rasulov, V. R., & Eshboltaev, I. (2016). Linear-Circular Dichroism of Four-Photon Absorption of Light in Semiconductors with a Complex Valence Band. *Russian Physics Journal*, *58*(12), 1681-1686.

5. Зайнолобидинова, С., & Рахимова, Л. (2022). КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТИ ПРОЗРАЧНОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО БАРЬЕРА. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, *2*(10-2), 910-915.

6. Rakhimova, L. A. (2021). IMPROVEMENT OF THE TRAINING PROCESS FOR PHYSICAL DEPARTMENTS AND ACHIEVEMENT OF EFFICIENCY. *Scientific progress*, *2*(8), 76-81.
7. Рахимова, Л. А. (2022). МОДЕЛИ АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ ГК (ГК–граница кристаллитов). *Journal of new century innovations*, *18*(1), 90-96.

УМЕНЬШЕНИЕ УТЕЧКИ СВИНЦА В ЭФФЕКТИВНЫХ И СТАБИЛЬНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПЕРЕВЕРНУТОГО ПЕРОВСКИТА С УМЕНЬШЕНИЕМ УТЕЧКИ СВИНЦА

И.И.Тажибаев, А.А.Сапарбаев, М.Х.Имомов, Ф.М.Рузиев, И.Р.Бойназаров
Институт ионно-плазменных и лазерных технологии АН РУз.

Аккредитованная эффективность преобразования энергии (ЭПЭ) обычных и инвертированных свинцовых (Pb) галогенид-перовскитных солнечных элементов (ПСЭ) достигает 25,7% и 22,3% [1] соответственно, что сопоставимо с другими ориентированными на рынок фотогальваническими технологиями, включая поликристаллический кремний. (p-Si) и теллурид кадмия (CdTe) и т. д. Демонстрация такого высокого ЭПЭ свидетельствует о том, что он больше не является основным камнем преткновения на пути коммерциализации ПСЭ. Поэтому в центре внимания исследований в этой области неуклонно смещается механизм фазового перехода перовскита и стабильность ПСК в условиях окружающей среды, света и термических нагрузок [2]. За счет применения пассивации дефектов и модификаций интерфейса, разработки состава и кристаллов, технологии инкапсуляции, выбора электрода, и транспортного слоя, срок службы устройства может быть продлен за счет устранения внешнего давления окружающей среды [3]. Тем не менее, долгосрочная операционная стабильность ПСЭ в условиях высокой эффективности еще не достигнута, что по-прежнему является ключевым препятствием, которое необходимо преодолеть перед массовой коммерциализацией.

Другая проблема связана с утечкой свинца из ПСЭ. Константа произведения растворимости (Ksp) CdTe в воде ниже 10–30, что обуславливает более низкую растворимость и меньший риск токсичности для окружающей среды. По сравнению с термохимически стабильным CdTe, галогенид свинца в перовските имеет более высокую растворимость в воде (Ksp превышает 10–8 в дождевой воде). Вдыхание Pb^{2+} в организм человека вызывает повреждение тканей и нервной системы. Следовательно, крайне важно найти способы эффективного устранения или минимизации утечки Pb^{2+}, чтобы ПСЭ можно было использовать в практических приложениях. В настоящее время двумерный металлоорганический каркас, катионообменная смола, и самовосстанавливающиеся полимеры достигли хороших результатов в решении проблемы утечки Pb2+, что имеет эталонное значение. Насколько нам известно, известно, что некоторые полимерные добавки с базовыми группами Льюиса также могут действовать как хелатирующие агенты Pb для пассивации дефектов глубокого уровня, тем самым улучшая характеристики ПСЭ. Распространенные полимеры, в том числе поли(акриловая кислота), поли(акриламид), поли(акрилонитрил), и др. обладают плохой (био)разлагаемостью, что оказывает разрушительное воздействие на окружающую среду. Существует острая необходимость в поиске безвредных для окружающей среды модификаторов, которые могут не только эффективно уменьшить растворение Pb в перовскитах, но и улучшить фотоэлектрические характеристики.

Мы выбрали экологически чистый полимер поли(бутиленадипат-котерефталат) (PBAT, рис. 1) для имплантации перовскитной пленки методом антирастворителя. Полимер PBAT имеет повторяющиеся карбонильные группы и бензольные кольца, которые могут одновременно пассивировать различные участки захвата перовскитного материала, включая некоординирующий Pb^{2+} и нейтральный йод, как показано на рис. плотность , подавляя безызлучательную рекомбинацию и улучшая транспорт носителей заряда. Следовательно, встроенные инвертированные PSC обеспечивают повышенную

эффективность преобразования 22,07% по сравнению с 19,17% (управляющее устройство). Между тем, встроенное устройство после инкапсуляции демонстрирует заметное улучшение стабильности работы для высокоэффективного устройства при отслеживании точки максимальной мощности и непрерывном солнечном свете, сохраняя первоначальную эффективность 80% в течение 3249 часов. Что еще более важно, полимерная сетка может защитить Pb^{2+} от растворения в воде и предотвратить утечку почти 98% Pb^{2+} за счет непосредственного погружения перовскитовой пленки с полимерным покрытием в воду.

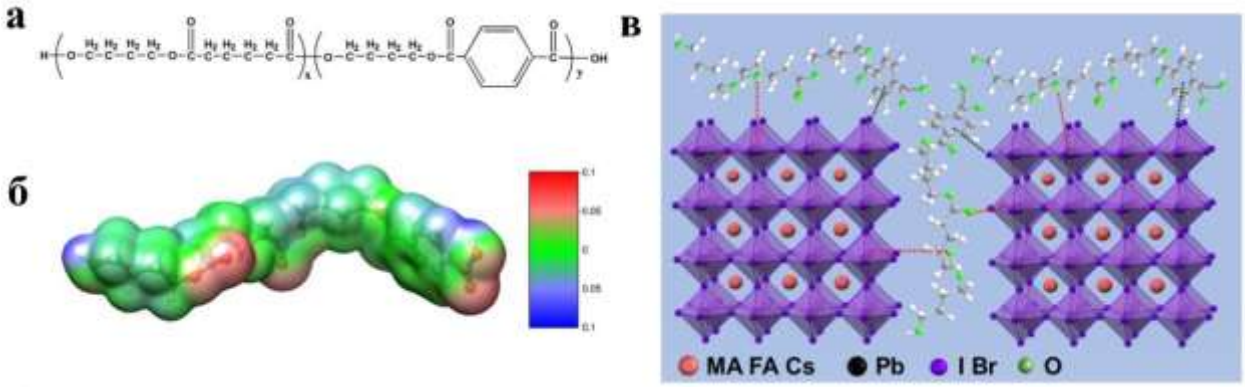


Рисунок 1. (а) Химическая формула полимера PBAT. (б) Рассчитанный методом DFT электростатический потенциал наименьшей единицы полимера PBAT (x = 1, y = 1) с изозначением 0,002. (в) Схематическая иллюстрация взаимодействия между полимером PBAT и перовскитным материалом.

Литература

1. National Renewable Energy Laboratory Best Research-Cell Efficiency Chart, https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html (accessed: December 2022).
2. X. Zheng, Y. Hou, C. Bao, J. Yin, F. Yuan, Z. Huang, K. Song, J. Liu, J. Troughton, N. Gasparini, C. Zhou, Y. Lin, D.-J.
3. S. Wang, B. Yang, J. Han, Z. He, T. Li, Q. Cao, J. Yang, J. Suo, X. Li, Z. Liu, S. F. Liu, C. Tang and A. Hagfeldt, Energy Environ. Sci., 2020, 13, 5068-5079.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО НИКЕЛЕМ И МЕДЬЮ

Э.Х.Беркинов, Р.М.Турманова, Н.А.Тургунов, Н.Б.Хайтимметов
Научно-исследовательский институт физики полупроводников и микроэлектроники, Ташкент, Узбекистан

В настоящее время в мире интенсивно проводятся научные исследования по получению полупроводниковых материалов с многокомпонентными скоплениями примесных атомов, которые имеют уникальные структурные свойства, а также по изучению их электрофизических, фотоэлектрических, оптических свойств. В связи с этим многими исследователями особое внимание уделяется разработке новых технологий получения полупроводниковых материалов с примесными микро- и нановключениями [1-3]. В настоящей работе приведены результаты исследований электрофизических свойств образцов Si, легированного Ni и Cu.

В проведеннных исследованиях в качестве исходного образца использовали монокристаллический кремний марки КЭФ, с удельным сопротивлением 0,3 Ом·см, выращенный по методу Чохральского. Диффузия никеля и меди в кремнии осуществлялись в печи СУОЛ-4М при температуре T=1473 К в течение t=2 часов. Температуру диффузии контролировали с помощью платино-платинародиевой термопары. После диффузионного отжига образцы охлаждались со скоростью $\upsilon_{охл}$=200 К/с. При измерении электрофизических параметров приготовленных исходных образцов, а также образцов n-Si<Ni> и n-Si<Cu> температура повышалась с 100 К до 320 К.

График температурной зависимости удельного сопротивления исходном образце, а также образцов n-Si<Ni> и n-Si<Cu> приведенный на рис.1 показывает, что для исходного образца и образцов n-Si<Ni> данные зависимости имеют практически одинаковый характер. При температуре 100 К в исходном образце значение ρ составляет 0,135 Ом·см, а в образцах n-Si<Ni> ρ=0,139 Ом·см. Затем, при увеличении значения температуры до 120 К, эти показатели незначительно снижаются (рис.1, кривые 1 и 3). При дальнейщем увеличении температуры они начинают постепенно увеличиваться и при достижении T=320 К значение ρ в исходных образцах возрастает почти в 3 раза и составляет 0,37 Ом·см. В образцах n-Si<Ni> при T=320 К значение ρ увеличивается до 0,368 Ом·см.

Температурная зависимость удельного сопротивления образцов n-Si<Cu>, в отличии от образцов n-Si<Ni>, в интервале температуры T=100÷320 К имеет другой вид. При температуре T=100 К значение ρ этих образцов составляет 0,249 Ом·см. В последующем увеличении температуры до T=120 К она резко уменьшается и составляет 0,157 Ом·см. При дальнейшем увеличении температуры значение ρ образцов n-Si<Cu> начинает постепенно увеличиваться и при T=320 К оно достигает 0,335 Ом·см (рис.1, кривая 2).

Согласно полученным результатам температурной зависимости концентрации носителей заряда - n, в исходных образцах при температуре 100 К значение n составляет $n=6{,}27\cdot10^{15}$ $см^{-3}$. При повышении температуры до 120 К, это значение повышается до $7{,}76\cdot10^{15}$ $см^{-3}$. Дальнейщее увеличение температуры до 140 К приводит к возрастанию значения n почти в 2,5 раза. В последующих значениях температуры до 320 К это значение практически не меняется. Типичный характер зависимости наблюдается и в образцах n-Si<Ni>. Значение n этих образцов при температуре 100 К составляет $6{,}24\cdot10^{15}$ $см^{-3}$. При повышении температуры до 120 К, это значение

незначительно уменьшается и равняется к $n=6.12\cdot10^{15}$ $см^{-3}$. Затем, при дальнейшем повышении температуры до 140 К, значение n этих образцов резко возрастает и при температуре 320 К достигает $1,7\cdot10^{16}$ $см^{-3}$. В образцах n-Si<Cu> значение n при температуре 100 К составляет $1,18\cdot10^{16}$ $см^{-3}$. При повышении температуры до 120 К это значение уменьшается на ~20%. Последующее повышение температуры до 320 К приводит к увеличению значения n почти в 8 раз.

График температурной зависимости подвижности носителей заряда в исходном образце, в образцах n-Si<Cu> и n-Si<Ni> в диапазоне температур T=100÷320 К показан на рис. 2. Значение подвижности носителей заряда μ исходного образца при температуре 100 К составляет 6228 $см^2/В\cdot с$. при той же температуре для образцов n-Si<Ni> значение μ равно 6890 $см^2/В\cdot с$, а для образцов n-Si<Cu> она составляет 2130 $см^2/В\cdot с$.

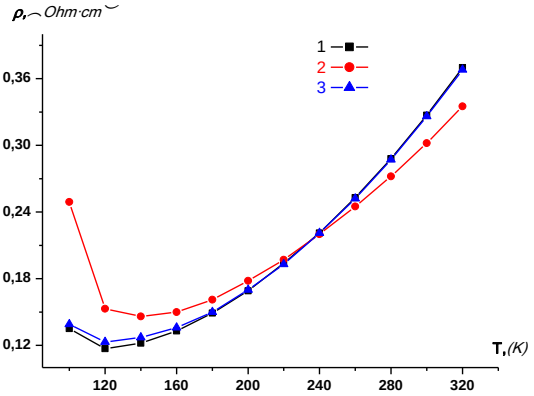


Рис. 1. Температурная зависимость удельного сопротивления: 1 - исходный образец; 2 - образцы n-Si<Cu>; 3 - образцы n-Si<Ni>.

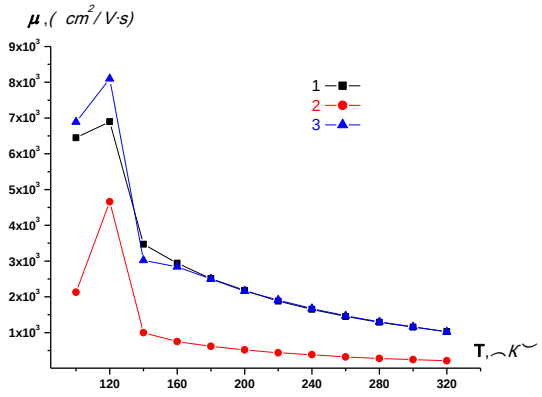


Рисунок 2. Температурная зависимость подвижности носителей заряда в образцах:
1 - исходный образец; 2 - образцы n-Si<Cu>; 3 - образцы n-Si<Ni>.

Как видно из графика, температурная зависимость подвижности носителей заряда в исходном образце и в образцах n-Si<Ni> меняется почти одинаково. При повышении температуры до 120 К значение μ в исходном образце увеличивается и составляет 6900 $см^2/В\cdot с$, а в образцах n-Si<Ni> она достигает 8100 $см^2/В\cdot с$. А при последующем повышении температуры до 140 К значение μ в этих образцах резко уменьшается, и при температуре 320 К составляет соответственно 1030 $см^2/В\cdot с$ и 1020 $см^2/В\cdot с$ (рис.2, кривые 1 и 3). В образцах n-Si<Cu> при температуре T=100 К значение μ составляет 2200 $см^2/В\cdot с$. А при повышении температуры до 120 К значение μ резко возрастает и составляет в 4660 $см^2/В\cdot с$. Дальнейшее увеличение значения температуры приводит к резкому уменьшению значение μ и при T=140 К она составляет 996 $см^2/В\cdot с$. При посследующем повышении температуры до 320 К это значение постепенно уменьшается до 211 $см^2/В\cdot с$ (рис.2, кривая 2).

Таким образом на основе полученных результатов выявлено, что электрофизические свойства образцов n-Si<Ni> в рассматриваемом диапазоне температур по сравнению с образцами n-Si<Cu> имеют отличительные характеры. Удельное сопротивление образцов n-Si<Cu> в интервале температуры 120÷320 К возрастает в ~2 раза, в то время как этот показатель у образцов n-Si<Ni> увеличивается более чем в 3 раза. В данном интервале температуры концентрация носителей заряда в

образцах n-Si<Cu> увеличивается почти в 8 раз, а в образцах n-Si<Ni> это значение увеличивается почти в 2,5 раза. При этом подвижность носителей заряда в образцах n-Si<Ni> уменьшается в 7÷8 раза, а в образцах n-Si<Cu> она снижается более чем на порядок. Следовательно выясняется, что увеличение значения удельного сопротивления образцов n-Si<Cu> и n-Si<Ni> в интервале температуры 120÷320 К, в основном, зависит от уменьшения подвижности носителей заряда.

Литература

1. Saring Ph. and Seibt M. Recombination and charge collection at nickel silicide precipitates in silicon studied by electron beam-induced current // Phys. Status Solidi B, 2021. pp.2100142(1-8).
2. Зайнабидинов С.З., Мусаев К.Н., Тургунов Н. А., Тураев А. Р. Механизмы образования микроскоплений примесных атомов в Si(Mn) и Si(Ni) // Неорганические материалы. 2012. Том 48. №11, с.1195-1199.
3. Turgunov N.A., Mamajonova D.Kh., Berkinov E.Kh. Decay of impurity clusters of nickel and cobalt atoms in silicon under the influence of pressure // Journal of nano- and electronic physics. 2021. vol.13, №5. pp.05006-1(4).

ПРИНЦИП РАБОТЫ ГЭС

Ш.У.Эшонкулов
Джизакский политехнический институт
sh.eshonqulov995@gmail.com

Большинство современных технологий работает на электричестве. Без него невозможно представить развивающийся мир. Производство электроэнергии требует больших денег и природных условий. Гидроэлектростанции - гидроэлектростанции - это самые распространенные электростанции, совокупность конструкций и оборудования, преобразующих водную энергию в электрическую. Их часто строят на реках, плотинах и водохранилищах. Эффективность выработки электроэнергии зависит от двух факторов: ГЭС должна иметь бесперебойное водоснабжение в течение всего года и располагаться на склоне.

Принцип работы гидроэлектростанции очень прост. Цепочка гидротехнических сооружений обеспечивает необходимое давление воды, поступающей на лопасти гидротурбины, которая приводит в действие генераторы, вырабатывающие электроэнергию. Необходимое давление воды достигается за счет строительства плотины и концентрации или формирования реки в определенном месте. естественным потоком воды. В некоторых случаях для получения необходимого давления воды используют и плотину, и производную. Все силовое оборудование располагается непосредственно в здании ГЭС. В зависимости от назначения имеет свое подразделение. В машинном отделении установлены гидроагрегаты, преобразующие энергию водяного потока непосредственно в электрическую. Также имеются устройства контроля и контроля за работой всех видов вспомогательного оборудования, гидроэлектростанции, трансформаторной подстанции, устройств передачи электроэнергии и так далее.

Гидроэлектростанции делятся по генерируемой мощности:

мощный - генерирующая мощность 25 МВт и выше;

средняя - до 25 МВт;

малые гидроэлектростанции - до 5 МВт.

Мощность гидроэлектростанции напрямую зависит от давления воды, а также от эффективности используемого генератора. Согласно законам природы, уровень воды постоянно колеблется в зависимости от сезона, а также по ряду причин принято принимать циклическую мощность как выражение мощности гидроэлектростанции. Например, годовой, месячный, недельный или суточный цикл гидроэлектростанции различается.

Схема плотины ГЭС

У ГЭС много достоинств и недостатков. Например, стоимость произведенной электроэнергии невысока, а ущерб окружающей среде меньше, чем у других электростанций. Недостатком является то, что водохранилища занимают большую площадь, а строительство гидроэлектростанций обходится относительно дорого. Однако есть одно уникальное преимущество перед любой электростанцией - ГЭС работают на возобновляемых источниках энергии. Например, источник ТЭЦ (уголь, топливо) может в один прекрасный день закончиться. Однако вода, используемая на гидроэлектростанциях, естественным образом собирается каждый год.

Принцип работы гидроэлектростанций очень прост. Гидравлическое оборудование подает воду под определенным давлением. Эта вода попадает на лопасти в специальных трубах и приводит в движение генераторы. Результат - электричество.

Напор воды создается путем поднятия уровня воды через плотину или с помощью специальных откосов-каналов (отводной метод). Иногда оба метода можно использовать одновременно.

По последним оценкам, гидроэнергетика обеспечивает 63% мировой электроэнергии. Норвегия, Исландия и Канада имеют самый высокий уровень выработки электроэнергии на душу населения. К ним присоединяется Китай. Это связано с тем, что в 2000 году в этой стране началось масштабное строительство гидроэлектростанций. Сейчас Китаю принадлежит почти половина малых гидроэлектростанций в мире.

Электрификация в Узбекистане началась во второй четверти XX века. В настоящее время существует несколько электростанций, таких как Чирчик, Чарвак, Фарход, Бозув, Солор, Самарканд, Топаланг.

Помимо гидроэнергетики, есть и другие электростанции. Самые распространенные из них - тепловые электростанции. Термины ГЭС и ГРЭС часто путают. Первоначально тепловые электростанции назывались ГРЭС. ГРЭС - это русское сокращение, означающее «государственная районная электростанция». Со временем термин «ГРЭС» потерял значение «территориальный». Теперь такие электростанции называют «конденсационными электростанциями». Их еще называют тепловыми электростанциями, потому что они вырабатывают электроэнергию за счет отопления. КЭС имеют сложную структуру. Механизм преобразует воду в пар и вырабатывает электричество, приводя в действие генератор через пар.

Гидроэлектростанция (ГАЭС) - это гидроэлектростанция, в которой насосная станция преобразует электричество других электростанций в потенциальную энергию воды, а затем при необходимости преобразует ее обратно в электричество. В зависимости от направления вращения гидравлическая машина действует как насос и как турбина. Новая ГАЭС будет оснащена экономичными двухмоторными агрегатами. Когда в сети присутствует избыток электроэнергии (например, ночью), эта избыточная энергия используется ГАЭС для подъема воды из нижнего бассейна в верхний накопительный резервуар. Когда в электросети требуется больше энергии, вода из верхнего бассейна направляется из труб в гидроагрегаты турбины ГАЭС. Ток, полученный в ГАЭС, возвращается в электросеть. Вода собирается в нижнем бассейне.

Количество хранимой электроэнергии зависит от размера бассейна и рабочего давления ГАЭС. Является ли верхний бассейн искусственным или естественным (например, озеро); дно может быть водоемом, образованным плотиной на реке. GAES f.i.k. Не более 0,66. США, Англия, Германия, Австрия, Франция, Япония, Россия и так далее. ГАЭС построены в странах. Есть возможность запустить GAES за несколько минут и изменить режим работы.

Самые мощные электростанции в мире.

До недавнего времени многие страны рассматривали ядерную энергетику как единственный вариант бесперебойного энергоснабжения. Однако развитие гидроэнергетики в настоящее время является более эффективным методом - в прошлом году гидроэнергетика обеспечивала 63 процента мировой возобновляемой электроэнергии и 17 процентов всей электроэнергии в целом. В этой области лидируют Китай, Канада и Бразилия. Похоже, что в ближайшее десятилетие другие страны начнут уделять больше внимания потенциалу возобновляемой энергии. В случае успеха человечество ждет эра чистого и почти бесплатного электричества.

Palo-VerdeAESi

Мощность: 4200 МВт

Самая большая атомная электростанция Америки обеспечивает электричеством несколько городов и 4 миллиона человек. Интересно, что АЭС расположена в пустыне, и проектировщикам приходилось охлаждать энергоблоки с помощью сточных вод близлежащих населенных пунктов.

В Узбекистане построят 11 новых гидроэлектростанций.

В этом году запланировано 16 проектов на сумму 1,42 миллиарда долларов. В частности, будет построено 11 новых гидроэлектростанций и будет вырабатываться 587 мегаватт электроэнергии. Остальные 5 проектов позволят модернизировать существующие станции и расширить производственные мощности.

Литература

1. Гидроэлектрические станции / под ред. В.Я. Карелина, Г.И. Кривченко. – Изд. Подольск : Промиздат, 2009 –464 с.
2. Гидроэнергетические установки / под ред. Д.С. Щавеле-ва. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергоиздат, 1981 − 520 с.
3. Брызгалов, В.И., Гордон Л.А. Гидроэлектростанции :учеб. пособие для вузов. В.И. Брызгалов, Л.А. Гордон. –Красноярск : КрГТУ, 2002 – 542 с.

KOMPOZIT FERMIONLAR

B.D.Mamadaliyev

Kuzatishlar asosida kompozit fermion (KF) nazariyasi ishlab chiqilgan kasr kvant Xoll effektini butun son effekti sifatida ko'rish mumkin kompozit zarralar, va u hali zarralar yoki yo'qligini muhokama esa Haqiqatan ham mavjud va rasm haqiqiydir, Jain tomonidan taklif qilingan model FQHE.1.2 ni tushunishda yordam beradi. Magnit o'tkazuvchanlik 2 D elektronlarning kuchli bog'langan tizimi talqin qilish qiyin o'zaro ta'sir qilmaydigan (zaif o'zaro ta'sir qiluvchi) yangi zarralar rasmida taqdim etilishi kerak (1-rasm). Bu zarralar zaryad, spin va statistikaga ega. Kompozit fermion nazariyasining asosiy xususiyatlarini quyidagicha umumlashtirish mumkin† Eng past Landau darajasidagi (LLL) asosiy zarralar kompozit hisoblanadi juft sonni tutgan elektronlardan hosil bo'lgan fermionlar (2p) girdoblar. Kompozit fermionlar zaif o'zaro ta'sirga ega va ularni davolash mumkin oddiy fermionlar sifatida bitta zarracha tavsifi. Kompozit fermionlar boshdan kechiradigan samarali magnit fleld ga qisqartirildi:

$$B^* = B - 2m\phi_0\rho \quad (1)$$

bu yerda 2m oqim kvantlarining soni, ϕ_0 elektronlar zichligi. CF ga mos keladigan qiymatlar odatda \normal" elektronlarga mos keladigan qiymatlardan farqlash uchun yulduzcha (*) bilan belgilanadi. Yuqoridagi tenglamadan kompozit fermionlar uchun v= 1/2 da samarali magnit fleld B*= 0 mavjudligi. ierarxik tuzilish kompozitsion fermionlarning IQHE dan kelib chiqadi.

CF to`ldirish omillari $v$ bilan bog`liq. $v = \frac{|v^*|}{2m|v^*|\pm 1}$ (2)

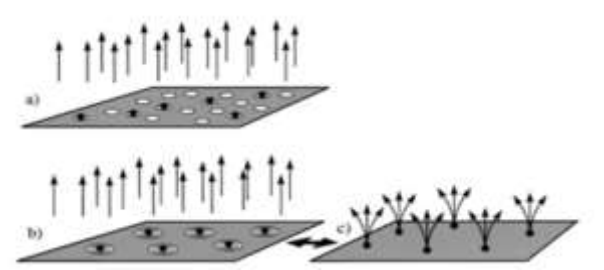
Vortekslar CF ga biriktirilganligi sababli, vortekslarni oqim kvantlari sifatida aniqlash foydali soddalashtirishdir. Bu CFs larga biriktirilmagan tashqi pardaning qolgan qismi sifatida yangi samarali magnit fleldni deflnatsiya qilishga imkon beradi. Murakkabroq nazariy muolaja, Chern-Simons nazariyasi, o'rtacha nazariya sifatida kompozit fermion tavsifini olish uchun dastlabki (ko'p tana) muammoni qayta yozish natijasida yuzaga keladi. Olingan CF tavsifi keyinchalik uning o'z-o'ziga muvofiqligi uchun sinovdan o'tkaziladi. Nazariya tavsifi uchun havolalarga qarang. Kompozit fermionlarning effektiv massasi m^*_{CF}:

$$\hbar w_c^{CF} = \frac{\hbar e B^*}{m^*_{CF}} \quad (3)$$

Leadley va boshqalar tomonidan $v = 1/2$ atrofida Shubnikov{de Haas tebranishlari bilan eksperimental ravishda aniqlangan , shuningdek, Kukushkin va boshqalar tomonidan optik usullar bilan.[28]. Kompozit fermionlarning siklotron rezonansi shuni ko'rsatdiki, magnit qatlam B*= 0 dan o'zgarganda CF lar siklotron harakatini amalga oshiradi. Kompozit fermion nazariyasining muhim tarkibiy qismlaridan biri shundaki, yangi zarralar spin {qutblangan Fermi dengizi tizimini hosil qiladi. B* 0, B = 0 da elektronlarning Fermi dengiziga o'xshash. Kompozit fermionning mahalliy zaryadi. On kompozit fermionni elektron va juft sonli vortekslardan tashkil topgan deb hisoblashi mumkin. Shunday qilib, uning ichki zaryadi elektron (-e) zaryadidir. Boshqa kvazi{elektronlar bilan korrelyatsiya kvazi{elektronlar atrofida korrelyatsiya teshigini hosil qiladi. Mahalliy zaryad (e*) ichki zaryadning yig'indisi va fon holatiga nisbatan o'lchangan korrelyatsiya teshigi v= p /2mp+1 holatida -e ning bir qismini beradi:

$$-e* = \frac{-e}{2mp+1} \quad (4)$$

Tizimga elektron qo'shilganda, har biri mahalliy zaryadga ega bo'lgan 2mp kvazi elektronlar hosil bo'ladi. Kompozit fermion kvazi teshik CF Landau darajasida -e* zaryad bor. Laflin yondashuvi va kompozit fermion nazariyasining unflatsiyasi masalan, k$\rightarrow \infty$ da $v = 1/3$ energiya bo'shlig'ini talqin qilishga olib keladi. 1 kompozit fermionlarning siklotron bo'shlig'i sifatida.



1-rasm

Coulomb kuchlari oqim kvant biriktirilishi

Adabiyotlar:

1. J. K. Jain, Phys. Rev. Lett.(1989).
2. S. M. Girvin, A. H. MacDonald, and P. M. Platzman, Phys. Rev. B (1986).
3. A. H. MacDonald, Introduction to the physics of the quantum Hall regime, cond-mat/9410047, Indiana University, Bloomington, IN 47405, USA (1994).
4. L. Saminadayar, D. C. Glattli, Y. Jin, and B. Etienne, Phys. Rev. Lett. (1997)

ANDIJON IQLIM SHAROITIDA O’RNATILGAN MONO- VA POLIKRISTALL KREMNIY ASOSLI QUYOSH PANELLARIGA QOR TA’SIRINI TAXLIL QILISH

J.I.Qahhorov, N.A.Mirzaalimov, B.D.Rashidov, S.Baktrova
Andijon davlat universiteti

Fotovolьtaik (PV) modullarning o’rnatilgandan so’ng kamida 20 yil xizmat qilish muddati kutilmoqda. Buni ta’minlash uchun quyosh panellari (fotovolьtaik modullar)ning mexanik turg’unligi katta ahamiyatga ega. Kuchli va doimiy qor yog’adigan mamlakatlarda qor yuki PV modullarining turg’unligi uchun asosiy muammo hisoblanadi. PV modullarida to’plangan qorning og’irligi shisha qoplamisini va kuyosh elementlarini buzishiga olib kelishi mumkin. Bundash tashqari qor zarralari quyosh panellariga tushayotgan yorug’liq intensivligini ham sezilarli darajada kamaytiradi. Bu albatta quyosh panellarining FIK ni kamayishiga olib keladi.

1-rasm. Quyosh panellarini sirtida qor va qordan tozalanayotgan holat

Quyosh panellariga qorni ta’sirini o’rganish uchun Andijon iqlim sharoitida o’rnatilgan poli- va monokristall kremniy asosli quyosh panellari tanlab olindi. Bu tajribalar bir xil vaqtda va bir xil tashqi (havo) temperaturasida o’tkazildi.

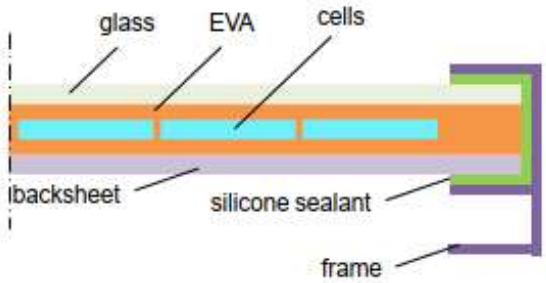
2. Quyosh panellarining tuzilishi

Quyosh panellari

1. 36 ta 125x125 mm o’lchamli monokristal kremniy asosli quyosh elementlaridan tashkil topgan quyosh panellari;

2. 60 ta 156x156 mm o’lchamli polikristal kremniy asosli quyosh elementlaridan tashkil topgan quyosh panellari;

Har bir quyosh panellari oyna, EVA plyonka, quyosh elementlari va tedlar (Tedlar) materiallari asosida tayyorlanadi. Bu elementlar quyidagi rasmdagi kabi yig’iladi va alyuminiy karkaz bilan ramkalanadi.

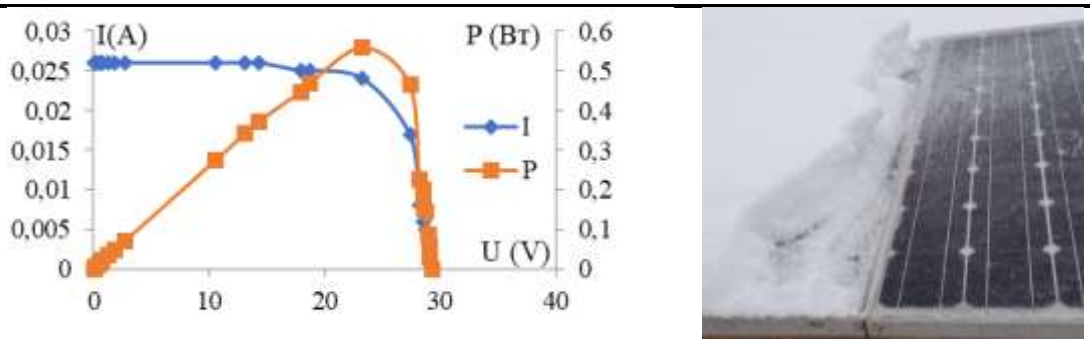


2-rasm. Quyosh panellarini qundalang kesi ko’rinishi

3. O’tkazilgan tajriba va natijalar

1. Quyosh panellari sirtini qor qoplagan holat uchun tajriba:

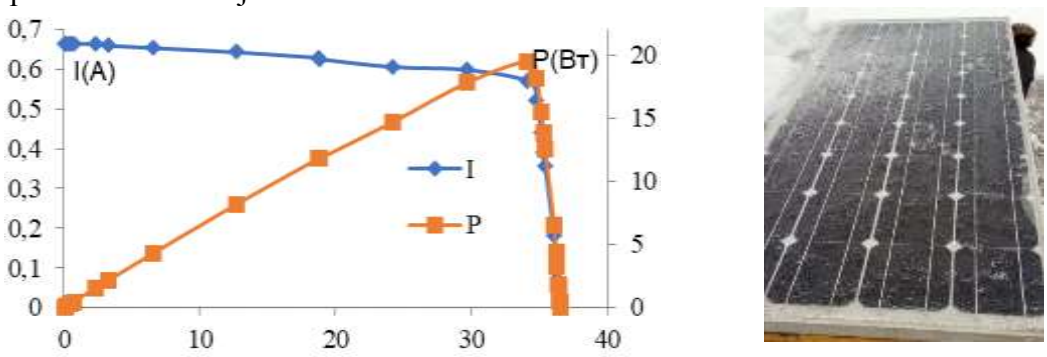
Havoning temperaturasi t=-5 S^0, Qor bilan qoplangan panelning temperaturasi t=-5 S^0, tushayotgan yorug’lik intensivligi 73 Vt/m^2 bo’lgan holat uchun monokristal kremniy asosli quyosh panellari uchun tajriba o’tkazildi.



3-rasm. Panel sirtini qor qoplagan holat uchun VAX va quvvati (P)

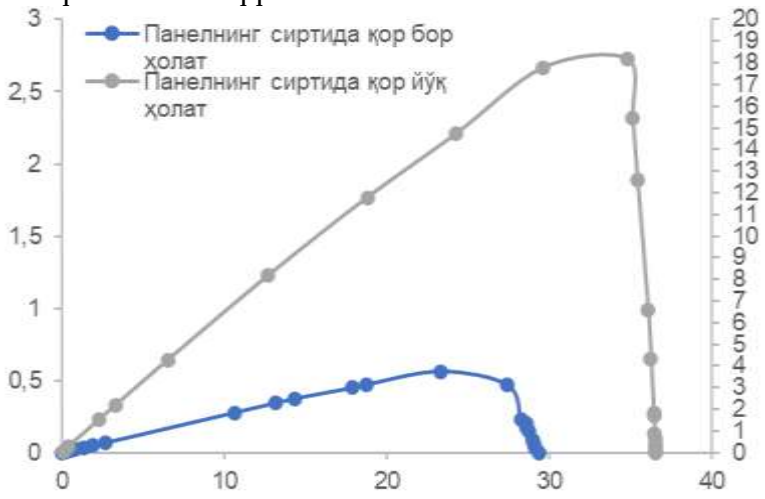
2. Quyosh panellari sirtini qordan tozalangan holat uchun tajriba:

Havoning temperaturasi t=-5 S^0, Qordan tozalangan panelning temperaturasi t=-5 S^0, tushayotgan yorug’lik intensivligi 73 Vt/m^2 bo’lgan holat uchun monokristal kremniy asosli quyosh panellari uchun tajriba o’tkazildi.



4-rasm. Panel sirtini qordan tozalagan holat uchun VAX va quvvati (P)

Bu ikki grafikdan quvvatlarni taqqoslasak:



5-rasm. Panelning sirtida qor bor va yo’q holatdagi quvvat grafigi

4. Xulosa

Yuqoridagi grafiklar shuni ko’rsatadiki, quyosh panellari sirtidagi qorning bor-yo’qligi panellarga tushayotgan yorug’lik intensivligiga o’z ta’sirini o’tkazar ekan. Bundan tashqari panellarning sirtiga qorning bosimi ham shundek ta’sir etadi.

Adabiyotlar

1. Yixian Leea, Andrew A. O. Taya, Stress Analysis of Silicon Wafer-Based Photovoltaic Modules Under IEC 61215 Mechanical Load Test. Energy Procedia 33 (2013) 265 – 271

2. Solar Glass Panels: A Review. Bekir Karasu1 *, Zehra Emel Oytaç1, Elif Sıla Ergani1, Ahmet Furkan Buluç1. *European Journal of Science and Technology*, (20), 548-565.
3. https://www.greenrhinoenergy.com/solar/technologies/solar_glass. php, Retrieved April 23, 2020.

ВОДОПОДЪЁМНЫЙ ГИДРОНАСОС НА ОСНОВЕ ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГИИ

Б.Х.Каримов, Д.К.Юлдашалиев
Ферганского Государственного Университета

На полях фермерских хозяйств и огородах население занимается выращиванием фруктов, овощей и зелени. А растениеводство нуждается в регулярном поливе.

Как известно большинство населения, используют электрический насос. Электрическому насосу нужна электрическая энергия. Однако огромное количество участков не имеет электроснабжения. На это есть различные причины.

Большая доля участков фермерских хозяйств и огороды расположены в труднодоступных районах и значительно удалены от городов и электростанций. Подведение электросетей к этим районам требует больших финансовых вложений и займёт продолжительное время. И чем больше удаление от ближайшей электрической подстанции, тем больше потребуется времени и средств.

Участки, подключённые к электросети, также имеют проблемы электропитания, связанные с его перебоями. Наиболее часто перебои в электропитании возникают из-за непогоды.

Для решения этой проблемы необходимо использовать альтернативные варианты энергоснабжения. В данном исследование в качестве альтернативы используется водоподъёмный гидронасос на основе зелёной энергии, работа которого основана на использовании кинетической энергии воды.

Имеется много вариантов водоподъёмных установок [1-3]. К недостаткам волновой насосной установки [1] можно отнести сложность конструктивного исполнения установки, что снижает надёжность ее функционирования; КПД установки лимитирован рабочими объемами сильфонных камер, давление в камерах ограничено весом груза и устройством при его работе не используется скоростной напор волн, отсюда ограниченное значение КПД установки.

Исходя из выше изложенного очевидна необходимость создания устройства для подъёма воды, основанного на использовании кинетической энергии воды. Разработка и внедрение данного устройства на практике является главной задачей данного исследования. К практическим результатам данного исследования необходимо отнести разработку и испытание лабораторного и производственного варианта водоподъёмного гидронасоса. Водоподъёмный гидронасос, работа которого основана на использовании кинетической энергии воды включает установленный на раме вал, с насаженным на нем гидроколесом. Гидроколесо имеет восемь лопастей и эксцентриковый подшипник.

Эксцентриковый подшипник преобразует вращательное движение гидроколеса в возвратно-поступательное движение с меньшей частотой. Внизу рамы в подставку установлен гидронасос. Кинетическая энергия воды передаётся на гидроколесо, и он выкачивает воду. Для движения воды по трубе, в гидронасосе имеется два клапана, входной внизу и выходной сбоку. Гидроколесо с широкими лопастями вращается даже при очень слабом течении воды. Так как гидроколесо не поворотное, это сильно упрощают конструкцию.

Мощности данного водоподъёмного гидронасоса достаточно для обеспечения питания системы с капельным поливом или накопления воды в запасной резервуар. Кроме того, данная установка имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими аналогами. Насос не требователен качеству воды. Насосу не действует попадание воздуха в отличие от электронасосов, которые тут же перегреваются. Устройство

способно работать круглосуточно и не требует электропитания. Конструкция предлагаемого водоподъёмного гидронасоса проста, не требует эксплуатационных затрат и затрат на техническое обслуживание. Для упрощения транспортировки к месту установки водоподъёмный гидронасос является разборным (вал с гидроколесом, механизм передачи энергии вращения и гидронасос устанавливаются на раму во время монтажа). После монтажа водоподъёмной гидронасос закрепляется анкерными болтами на бетонную основу реки.

Расчётная производительность 1800 литров в час, при течении воды (1-3) м/с. Создаваемого давления 1,2 атм достаточно чтобы обеспечить питанием систему с капельным поливом или поднять воду с 10 метров снизу на высоту до десяти метров. Предлагаемый водоподъёмный гидронасос позволяет сохранять природный ландшафт и окружающую среду. Отсутствует отрицательное влияние на качество воды. Она полностью сохраняет первоначальные природные свойства. Предлагаемая конструкция способна обеспечить устойчивую подачу воды потребителю в любых погодных условиях. Такой водоподъёмный гидронасос не нарушает экологию, так как не требует использования горючего с токсичными выбросами.

Литература

1. а. с. № 1366683, кл. F 03 B 13/12,(Россия). Волновая насосная установка (1986).
2. № 1453077, кл. F 03 B 13/12, (Россия). Волновая насосная установка (1987).
3. "Энциклопедия семейной жизни", том 2, г. Донецк, изд-во "Отечество", 1993, с.129.

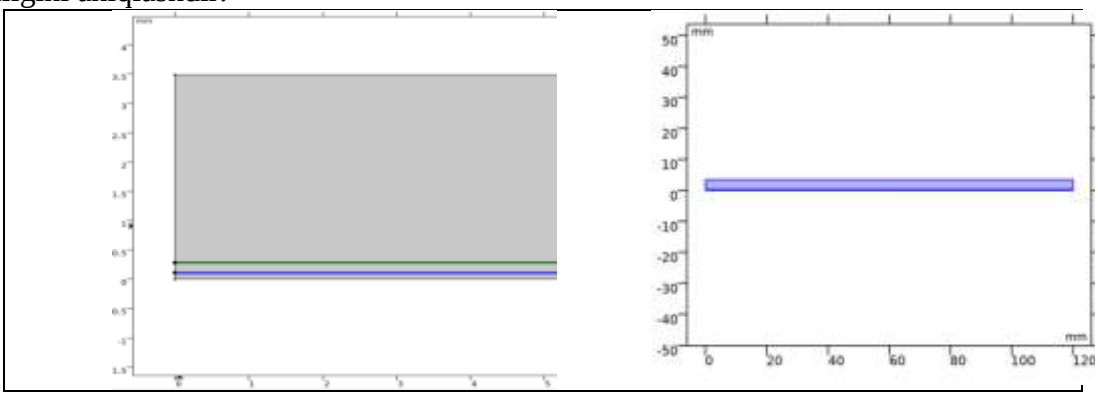
COMSOL MULTIPHYSICS DASTURI YORDAMIDA QUYOSH PANELLARINI MODELLASHTIRISH

M.Abdumannopova, A.Mirzaalimov, S.Temirov, N.Mirzaalimov
Andijon davlat universiteti, Andijon, O’zbekiston.

Quyosh panellari quyosh energiyasidan elektr energiyasini ishlab chiqarishning ekologik toza, qulay va samarali usuli hisoblanadi. Biroq, quyosh panellarini loyihalash va optimallashtirish ularning ishlashiga ta'sir qiluvchi ko'plab omillar tufayli murakkab jarayon hisoblanadi. Ushbu jarayonni soddalashtirish usullaridan biri quyosh panellarini modellashtirish va tahlil qilish uchun COMSOL Multiphysics kabi modellashtirish dasturidan foydalanishdir.

COMSOL Multiphysics - bu muhandislar va tadqiqotchi olimlarga murakkab fizik jarayonlarni hamda tizimlarni modellashtirish va simulyatsiya qilish imkonini beruvchi kuchli simulyatsiya dasturi. Bu, ayniqsa, quyosh panellarini modellashtirish uchun juda mos keladi, chunki uning bazasi eksperimental tajribalar orqali olingan natijalar va adabiyotlar bilan boyitilgan bo’lib, dasturda yaratilayotgan modelga fizikasini qo’shish orqali ko’plab jarayonlarni boshqarish imkonini beradi. Jumladan, issiqlik uzatish, suyuqlik oqimi va elektromagnetikani boshqarishi kabilardir.

COMSOL Multiphysics yordamida quyosh panelini modellashtirish uchun birinchi qadam panelning 3D geometriyasini yaratishdir. Buni dasturiy ta'minotning o'rnatilgan geometriya vositalari yordamida yoki CAD faylini import qilish orqali amalga oshirish mumkin. Geometriya yaratilgandan so'ng, keyingi qadam panelning materiallari va xususiyatlarini, masalan, ishlatiladigan yarimo'tkazgich materialining turini va qatlamlarning qalinligini aniqlashdir.

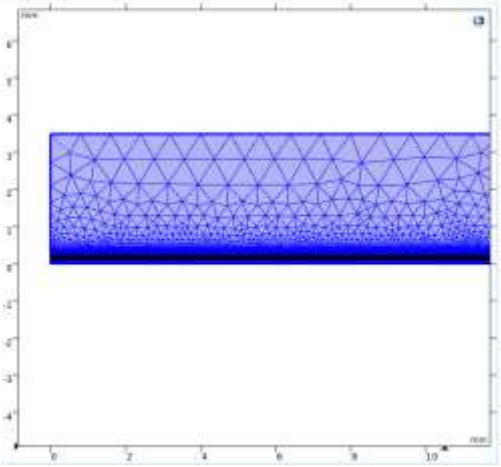


1-rasm. Comsol Multiphysics dasturining 2D geometriyasida yasalgan quyosh panelining modeli.

Keyingi qadam simulyatsiya qilinadigan fizikani aniqlashdir. Odatda quyosh panellarida issiqlik uzatish, suyuqlik oqimi va elektromagnitlarni o'z ichiga oladi. Issiqlik uzatish juda muhim, chunki quyosh panellariga quyosh nuri tushganda uning sirti juda qizib ketishi, bu ularning ishlashiga samaradorligini tushib ketishiga ta'sir qiladi. Suyuqlik oqimi ham muhim ahamiyatga ega, chunki panel ustidagi havo yoki suv oqimi uni sovutish va samaradorligini oshirishga yordam beradi. Elektromagnitika muhim ahamiyatga ega, chunki u quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan quyosh elementlarining parametrlarini boshqaradi.

Fizika aniqlangandan so'ng, keyingi qadam simulyatsiyani o'rnatishdir. Bu atrof-muhitning harorati va bosimi kabi chegara shartlarini va panelning dastlabki harorati kabi boshlang'ich sharoitlarni belgilashni o'z ichiga oladi. Keyin yasalgan modelni hisoblash uchun

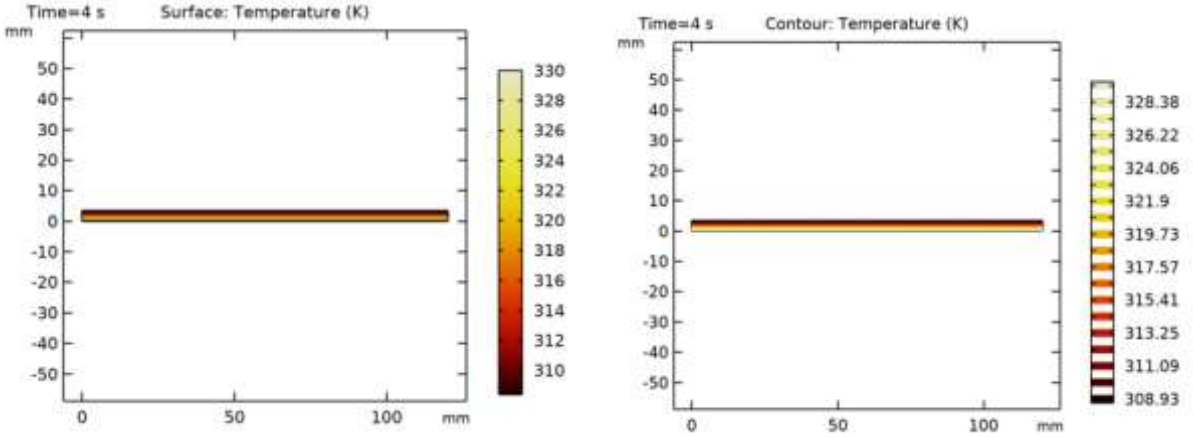
Mesh lash ishlari bajariladi. Meshlash jarayoni modelning kerakli sohasini yuqori aniqlikda hisoblab berish jarayonida muhim. Meshlangandan simulyatsiya ishga tushirilishi mumkin va natijalar quyosh panelining ishlashini aniqlash hamda tahlil qilish mumkin.



MESH STATISTICS

Description	Value
Status	Complete mesh
Mesh vertices	423309
Triangles	845559
Edge elements	69629
Vertex elements	12
Number of elements	845559
Minimum element quality	0.271
Average element quality	0.8127
Element area ratio	5.573E-6
Mesh area	418.2 mm²

2-rasm. COMSOL Multiphysicsda quyosh panelining Meshlanishi va statistikasi



3-rasm. COMSOL Multiphysicsda yasalgan quyosh paneliga issiqlikning ta’siri grafigi.

Quyosh panellarini modellashtirish uchun COMSOL Multiphysicsdan foydalanishning asosiy afzalliklaridan biri shundaki, u muhandislar va olimlarga panel dizaynini optimallashtirish imkonini beradi. Masalan, ular panelning ishlashiga qanday ta'sir qilishini ko'rish uchun qatlamlarning qalinligini yoki ishlatiladigan yarimo'tkazgich materialining turini o'zgartirishi mumkin. Ular, shuningdek, panelning turli sharoitlarda qanday ishlashini ko'rish uchun turli xil atrof-muhit sharoitlarini, masalan, quyosh nurlarining turli darajadagi burchak ostida yo’naltirish yoki turli shamol tezligini simulyatsiya qilishlari mumkin.

Xulosa qilib aytganda, COMSOL Multiphysics yordamida quyosh panellarini modellashtirish quyosh panellarini loyihalash va optimallashtirishni istagan muhandislar va olimlar uchun kuchli vositadir. Panelning fizikasiga modellashtirish orqali ular uning qanday ishlashini va uning ish faoliyatini takomillashtirish orqali optimallashtirish mumkin. Modellashtirish orqali optimal quyosh panellari ishlab chiqish orqali biz an’anaviy turdagi qayta tiklanmaydigan energiya manbalariga bo’lgan qaramlikni kamaytirishga va iqlim o'zgarishi oqibatlarini yumshatishga yordam beradigan yanada samarali va tejamkor quyosh panellariga ishlab chiqish bugungi kunning dolzarb vazifalariga yechim bo’ladi.

Adabiyotlar

1. Rayimjon Aliev, Murodjon Abduvoxidov, Navruzbek Mirzaalimov, and Jasurbek G’ulomov. "Kremniy asosli quyosh elementlarida rekombinatsiya va generatsiya jarayoni"

Science and Education, vol. 1, no. 2, 2020, pp. 230-235. doi: http://dx.doi.org/10.24412/2181-0842-2020-2-230-235.

2. Jasurbek Gulomov, Rayimjon Aliev, Murodjon Abduvoxidov, Avazbek Mirzaalimov, Navruzbek Mirzaalimov. Exploring optical properties of solar cells by programming and modeling. Global Journal of Engineering and Technology Advances [Internet]. GSC Online Press; 2020 Oct 30;5(1):032–038. Available from: http://dx.doi.org/10.30574/gjeta.2020.5.1.0080

3. D. Berney Needleman, J. R. Poindexter, R. C. Kurchin, I. M. Peters, G. Wilson, and T. Buonassisi, “Economically Botirjon Urmonov et al., International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 10(2), March - April 2021, 469 - 472 472 sustainable scaling of Photovoltaics to meet climate targets,” Energy Environ. Sci., Apr. 2016.

MUQOBIL ENERGIYA MANBAALARIDAN FOYDALANISHNING AFZALLIKLARI.

M.F.Raxmatullaeva, K.X.Nazirov, I.I.Absalyamova, M.A.Axmadov
Muxammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
м.raxmatullayeva@tuit.uz, k.nazirov@tuit.uz, i.absalyamova@tuit.uz, m.axmadov@tuit.uz,

Yer yuzi aholisining soni kun sayin ortib bormoqda. Shu ketishda 2030 yillarga borib dunyo aholisining soni shu qadar ortib ketar ekanki, isitish tizimlarida va boshqa energiya talab qiluvchi tizimlarda , katta muammolar paydo bo’lishi mumkin. Bu muammoni hal etish uchun , qayta tiklanuvchi muqobil energiya manbaalaridan izchillik bilan foydalanish talab etiladi. Buning uchun esa avvalambor bunday energiya manbaalarini yaratish kerak. Bu manbaalarning eng yaxshisi Quyosh energiyasidan foydalanish hisoblanadi. Shuning uchun biz xozirgi kundan boshlab, Quyosh elementlaridan iloji boricha yuqori darajada foydalanishni o’rganishimiz kerak bo’ladi. Quyosh energiyasining boshqa tiklanuvchi energiya manbaalaridan afzalliklari ko’pdir. Birinchidan, foydalanish uchun juda qulaydir, qolaversa atrof muxitga ziyoni deyarli yo’qdir. Yana bir afzalligi shundaki, bunday energiya manbai tiklanuvchi energiya manbai xisoblanadi. Foydalaniladigan energiya manbaiga quyidagi energiya manbaalarini sanab o’tishimiz mumkin. Gidroelektrostantsiya (GES), Atom elektrostantsiyasi(AES), Shamol elektrostantsiyasi va boshqalarni sanab o’tishimiz mumkin. Yuqorida ko’rib o’tilgan barcha energiya manbaalari har doim ham uzluksiz va doimiy tarzda energiya bilan taьminlab bera olmaydi. Bu jihatdan tiklanmaydigan energiya manbaalarining axamiyati juda kattadir. Tiklanmaydigan energiya manbaalariga quyidagilarni ko’rib o’tishimiz mumkin; gazdan olinadigan energiya manbai, ko’mirdan olinadigan energiya manbai, neftdan olinadigan energiya manbai, urandan va boshqa energiya beruvchi manbaalarni aytib o’tishimiz mumkin. Xozirgi kunda gaz va neft maxsulotlarisiz va boshqa tiklanmaydigan energiya manbaalarisiz xayotni tasavvur qilishimiz qiyin. Bu manbaalardan foydalanish hamda ularni topish osondir va narxi ham tiklanuvchi energiya manbaalariga qaraganda ancha arzondir. Lekin mutaxassislarning fikriga ko’ra, bu energiya manbaalari bir necha o’n yillardan so’ng tugab qolar ekan. Masalan, gaz konlaridagi gazning miqdori, yigirma yillardan so’ng tugab qolar ekan. Neft esa uzog’i bilan ellik yillarda tugaydi. Shuning uchun tiklanadigan energiya manbaalaridan foydalanish dolzarb masala hisoblanadi. Ayniqsa, Quyosh elementlaridan foydalanish juda muxim hisoblanadi. Quyosh energiyasidan foydalanishning yana bir afzalligi shuki, undan uzluksiz va doimiy energiya olish mumkin bo’lar ekan. Uning bu xususiyati juda muhim hisoblanadi. Quyosh energiyasini o’zida saqlab tura oladigan energiya manbaalari, Quyosh batareykalari (yoki Quyosh panellari) deb ataladi. Bu manbaalarda energiya to’plash vazifasini elektronlar xamda ionlar bajaradi. Quyosh energiyasini yig’uvchi ko’plab manbaalarni aytib o’tishimiz mumkin, lekin ularning xammasining ham foydali ish koeffitsientini yaxshi deb bo’lmaydi. Demak, qo’yiladigan muhim masalalardan biri shuki, Quyosh manbaalarining foydali ish koeffitsientini oshirish muhim vazifa hisoblanadi. Buning uchun qo’limizdan kelgan barcha imkoniyatdan foydalanishimiz zarur va juda dolzarb vazifa hisoblanadi. Xozirgi kunda kremniy va germaniy elementlaridan tashkil topgan Quyosh panellari eng yaxshisi xisoblanadi. Bu Quyosh panellarining foydali ish koeffitsienti 45%dan oshmaydi. Bu degani Quyosh energiyasining qolgan qismi bekorga isrof bo’ladi degani. Agarda shu ko’rsatgichni hech bo’lmaganda 65% ga ko’tara olsak ham, oldimizga qo’yilgan vazifani bajargan bo’lar edik. Shuning uchun xam Quyosh elementlaridan foydalanishni o’z oldimizga muhim vazifa qilib qo’yishimiz zarurdir. Buning uchun hozirdanoq maktablarda, litseylarda va oliygoxlarda bu mavzu bo’yicha chuqurroq maьlumotlar berib borishimiz kerak. Talabalarga bu mavzuning juda dolzarbligini

tushuntirishimiz zarur. Turli xil to’garaklar tashkil qilish kerak , xamda musobaqalar uyushtirish kerak. Musobaqa g’oliblariga , moddiy jixatdan ko’mak berish orqali , bu sohani talabalar orasida anchagina rivojlantirish mumkin. Respublikamizdagi oliy o’quv yurtlarida o’qiyotgan talabalar orasida iqtidorli talabalar juda ko’p. Shu jihatdan bu qilinadigan ishlar o’z natijasini yaqin kelajakda berishiga ishonish mumkin. Quyosh batareykalarini tayyorlashda, baьzi elementlar juda muhim sanaladi. Shulardan eng muximlaridan biri, Litiy xisoblanadi. Bu element tabiatda juda kam uchraydi. Bu elementdan energiya manbalarini tayyorlashda foydalaniladi. Agarda biz o’z oldimizga shunday energiya manbalarini yaratishni vazifa qilib qo’ysak va buni amalga oshira olsak, nafaqat Respublikamiz uchun, balki butun insoniyat uchun juda muxim ishni amalga oshirgan bo’lar edik. Aytmoqchi bo’lganimiz shuki, foydali ish koeffitsienti o’ta yuqori bo’lgan va Quyoshdan energiya oluvchi energiya manbalarini yaratishni biz o’z oldimizga maqsad qilib qo’yishimiz kerak. Shundagina xozirgi energiya taqchilligi muammosini hal qilishimiz mumkin. Bu g’oyani talabalarni o’qitishda keng miqyosda targ’ib qilish juda muhim vazifa hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Перлин, Джон. The Silicon Solar Cells Turns 50 (англ.). National Renewable Energy Laboratory (NREL) (август 2004).
2. This Month in Physics History (англ.). www.aps.org. Дата обращения: 13 марта 2021.
3. Spain requires new buildings use solar power
4. Арендаторам домов с солнечными батареями будет выплачиваться дотация, Germania.one.
5. Франция построит 1000 км дорог с солнечными батареями

СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ГОЛОГРАФИЧЕСКИМ КОНЦЕНТРАТОРОМ

Н.А.Ахмедова, А.С.Ганиев
Ташкентский университет информационных технологий им. Мухаммада ал-Хоразмий
nodiraxon2402@gmail.com, ganiyev58@mail.ru

В настоящее время уделяется повышенное внимание фотоэлектрическому преобразованию солнечной энергии в электрическую [1]. При этом, применение голографических концентраторов [2,3] для создания фотоэнергетических систем является перспективным направлением солнечной энергетики, так как они кроме легкой конструкции, не требуют систему слежения за Солнцем. Вместе с тем, фотоэлектрические свойства СЭ, имеющие голографические концентрирующие системы, до настоящего времени практически не изучены [3].

В данной работе нами исследованы СЭ с гетероструктурой nGaAs/pGaAs/p$Al_xGa_{1-x}As$ (x=0,8), где базовый слой pGaAs получен низкотемпературной диффузией Zn из газовой фазы перед формированием твердого раствора p$Al_xGa_{1-x}As$ методом жидкостной эпитаксии на подложках nGaAs. Концентрация электронов в исходном nGaAs составляла ~2.10^{17} $см^{-3}$, а в слоях pGaAs и p$Al_xGa_{1-x}As$ $(1…3)10^{17}см^{-3}$ и $3…5$ 10^{18} $см^{-3}$ соответственно. Толщины сильнолегированного и базового слоев были в пределах 5…10 мкм и 3…5 мкм соответственно. Омические контакты нанесены путем химического осаждения Ag полосовой формы на поверхности твердого раствора p$Al_xGa_{1-x}As$ и сплошную форму на торцевую поверхность гетероструктуры с последующим термоотжигом при 675К. На фронтальную поверхность СЭ нанесены также просветляющие слои на основе SiO_2. Исследованные СЭ имели общую площадь ~0,25 $см^2$. Голографическая осветительно-концентрирующая система установлена параллельно плоскости, в которой находится фотоприемная поверхность СЭ [3].

Степень концентрации солнечного излучения $К_с$ определяли из зависимости фототока $I_ф$ от энергии падающего излучения E $I_ф = f(E)$. При воздействии голографического концентратора происходило изменение уровня освещенности до 8000 $Вт/м^2$. Это означает, что степень концентрации солнечного излучения может достигать до $K_c \approx 10$. При таком значении K_c свойства СЭ можно изучать в режиме без принудительного охлаждения.

Как показали проведенные исследования, при таком диапазоне изменения $К_с$ будет справедливо уравнение теории тонкого p-n перехода, согласно которой ток короткого замыкания приблизительно равен фототоку и растет пропорционально с изменением уровня освещенности, где имеет место так называемый линейный фотоэлектрический процесс [4]

$$I_{кз} = I_{кзКс=1}K_c$$

где $I_{кз}K_{c=1}$ - ток короткого замыкания при отсутствии концентрации солнечного потока.

Характер зависимости напряжений холостого хода от степени концентрации солнечного потока описывается выражением

$$V_{xx} = V_{xx} + kT/q\ (K_c/K_{c0})$$

где K_{c0}- начальная концентрация солнечного излучения.

При воздействии концентрированного солнечного излучения возникающее омическое поле повышает эффективность разделения носителей на p-n переходе и приводит к улучшению коэффициента заполнения вольт-амперной характеристики. С

другой стороны, в результате роста фототока с увеличением K_c возможно возрастание потерь на последовательном сопротивлении. Так как, исходная величина последовательного сопротивления в изучаемых СЭ не превышает 1,0 Ом.см^2, в исследованном диапазоне K_c энергетические потери на последовательном сопротивлении существенного влияния не оказывает.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что с ростом K_c происходит практически линейное увеличение температуры p-n перехода. Температурный коэффициент V_{xx} в исследованном интервале освещенности изменяется в соответствии с [4], имея отрицательное значение, изменяется от

-1,8 до -1,96 мВ/К, тогда как температурный коэффициент $I_{кз}$, имея положительное значение, растет от 2.10^{-5} до 7.10^{-5}А/К и зависит от спектра фототока p-n перехода. В образцах, имеющих постоянную полосу фоточувствительности по току температурный градиент $I_{кз}$ слабо изменяется. У ГФП, в спектральной характеристике которых отсутствует плато постоянной чувствительности, наблюдается рост тока с увеличением температуры. С увеличением K_c происходит рост температурного коэффициента $I_{кз}$. Исследование температурной зависимости коэффициента полезного действия (КПД) СЭ показали, при температуре Т=310 К температурный коэффициент КПД составляет - 0.059 % / К, а при Т=345К - 0,025% / К.

Из приведенных экспериментальных данных видно, что рост V_{xx} происходит практически во всем исследованном диапазоне энергии падающего излучения. Это свидетельствует о том, что при данных значениях K_c пока еще не достигается существенное влияние температуры p-n перехода благодаря относительно высокой температурной стабильности СЭ [4].

Таким образом, голографические покрытия могут быть использованы в качестве концентраторов светового потока в разработке новых типов энергетических систем, преобразующих солнечных потоков с повышенным уровнем освещенности.

Литература

1. Лантратов В.М., Калюжный Н.А., Минтаиров С.А. и др. ФТП. 2007. т.41. №6. С.751-755.
2. Афян В.В., Вартанян А.В. Сб. статей «Концентраторы солнечного излучения для фотоэлектрических установок» под.ред. В.А.Грилихеса. Энергоатомиздат. 1986. С.19-23.
3. Муминов Р.А., Азаматов З.Т., Акбарова Н.А. и др. Гелиотехника. 2014. №3. С.31-32.
4. Грилихес В.А., Орлов П.П., Попов Л.Б. Солнечная энергия и космические полеты. Наука.1984. 216 с.

POLIMER ELEKTROLITLARNING TURLARI

O.O.Mamatkarimov, A.A.Abdukarimov, B.I.O’ktamaliyev
Namangan muhandislik-texnologiya instituti
E-mail: uktamaliyevb@mail.ru

Polimer elektrolitlari deb odatda polimer matrisaga tuzni eritish orqali kiritilib olingan ion o'tkazuvchan materiallarga aytiladi [1],[2]. Ushbu polimer elektrolitlar ionli o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega va shuning uchun qattiq holatdagi batareyalar va qayta zaryadlanuvchi batareyalar, ayniqsa litiy-ionli batareyalar kabi elektrokimyoviy qurilmalarda keng qo'llaniladi. Qattiq holatdagi polimer elektrolitlari bo'yicha tadqiqotlar birinchi marta 1970-yillarning boshlarida Wright va uning hamkasblari [3] tomonidan poli(etilen oksid) (PEO) ning tarkibiga ishqoriy metall tuzi kiritish orqali aralashmaning ion o'tkazuvchanligi o’rganilgan. Ushbu PEO asosidagi qattiq polimer elektrolit xona haroratida yomon ion o'tkazuvchanligi tufayli qoniqarsiz edi. Armand ularning texnologik ahamiyati yani yangi materiallarning kelajakda batareyalar uchun qo'llash imkoniyatlarini o'rgangan [4], [5] Ushbu turdagi materiallar amaliyotda qo'llanilishi va fundamental yutuqlari tufayli katta e'tiborga sazovor bo'ldi [6]. Bundan tashqari polimer elektrolit (PE)ning yangi qattiq holatdagi material sifatida ishga tushirilishi uning turli elektrokimyoviy qurilmalar uchun dielektrik sifatida keng qo'llanilishiga olib keldi. Polimer elektrolit batareyada ajratuvchi sifatida ham ishlatilishi mumkin[9].

PE an'anaviy suyuq elektrolitlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Ushbu ion o'tkazuvchanlik fazasi ba'zi suyuq ionli eritmalar bilan taqqoslanganda ayrim xususiyatlariga ega, shuningdek, shaffoflik, erituvchisiz, yengil, moslashuvchanlik, yupqa qatlam hosil qilish qobiliyati, yuqori ion o'tkazuvchanligi, oson ishlov berish kabi boshqa qiziqarli xususiyatlarga ega. PElardan foydalanish xavfsizlikni oshiradi, chunki ular elektrolitlar oqishi, ichki qisqarish, korroziv erituvchidan foydalanish kabi ba'zi muammolarni oldini oladi, zararli gazlar ishlab chiqarish va elektrod yuzasida yonmaydigan reaktsiya mahsulotlarining mavjudligi. Manbalari va kelib chiqishiga ko'ra PEning ikki turi mavjud: (I) sintetik va (II) tabiiy. Ba'zi tabiiy PElar keng tarqalgan tadqiqotlarda xitozan guruch kraxmalida namoyon bo'ladi va makkajo'xori kraxmal.

PElarni agregat holati va tarkibiga ko'ra uch xil turga bo'lish mumkin: (I) gel polimer elektrolitlari, (II) qattiq polimer elektrolitlari va (III) kompozit polimer elektrolitlari [10].

Ion o'tkazuvchanligi eng muhim xususiyatdir PE. Ion o'tkazuvchanligi PE ning kristallik darajasi va yopishqoqligi bilan chambarchas bog'liq. Kristal asosidagi PElar yuqori kristallik darajasiga ega. Ionlarning kristal fazada harakatchanligi past bo'ladi va bu ion o'tkazuvchanligining pasayishiga olib keladi. Pastroq yopishqoqlikka ega bo'lgan PE ko'proq bo'shliqlarni hosil qiladi va shuning uchun yuqori ion o'tkazuvchanligiga ega. PE ning ion o'tkazuvchanligini yaxshilash uchun bir nechta urinishlar qilingan. Ushbu yondashuvlar quyidagilardan iborat: polimerlarni aralashtirish, taroqsimon novdalar sopolimerlaridan foydalanish, qo'shimcha moddalar va ion suyuqliklarni qo'shish va noorganik plomba moddalari, plastifikatorlar va nanomateriallarni qo'shish.

Adabiyotlar

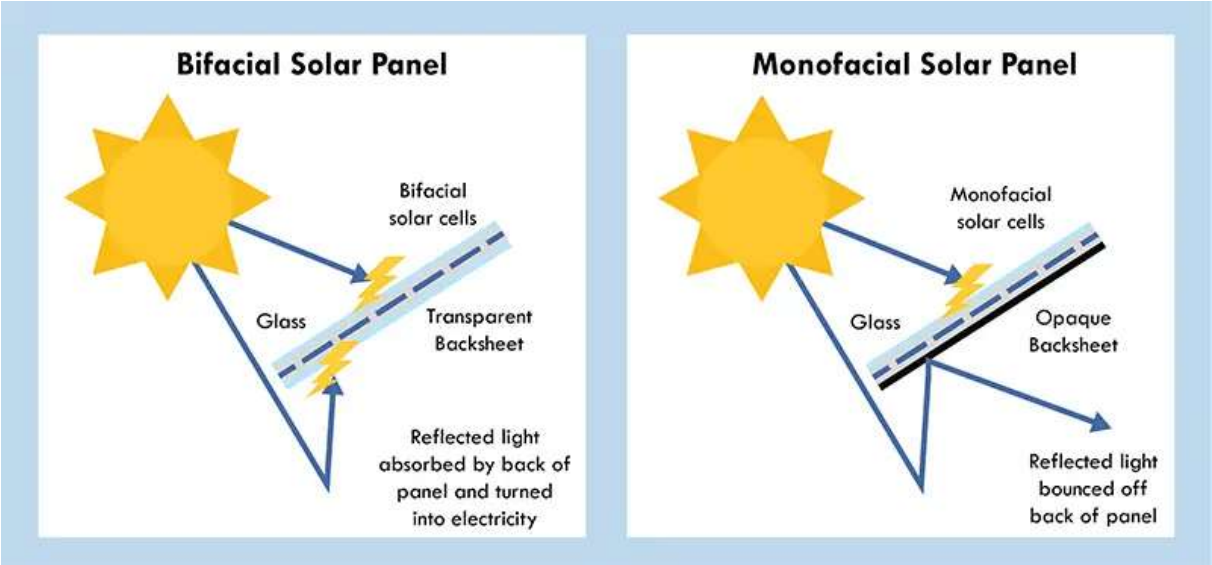
1. M. Forsyth, S. Jiazeng, and D. R. MacFarlane, “Novel high salt content polymer electrolytes based on high Tg polymers,” *Electrochim. Acta*, vol. 45, no. 8, pp. 1249–1254, 2000, doi: 10.1016/S0013-4686(99)00328-X.
2. Z. Gadjourova, Y. G. Andreev, D. P. Tunstall, and P. G. Bruce, “Ionic conductivity in crystalline polymer electrolytes,” *Nature*, vol. 412, no. 6846, pp. 520–523, 2001, doi: 10.1038/35087538.

3. P. V Wright, “Polymer electrolytesÐthe early days,” vol. 43, 1998.
4. R. G. Regulation and B. Y. Auxin, “Further 1986. 37:407-38,” 1986.
5. M. Duclot and C. Deportes, “Nombre de transport et conductivité cationique dans l’oxyde de nickel: NiO,” *J. Solid State Chem.*, vol. 30, no. 2, pp. 231–246, 1979, doi: 10.1016/0022-4596(79)90105-1.
6. J. E. Bauerle, “Study of solid electrolyte polarization by a complex admittance method,” *Solid State Commun.*, vol. 7, no. 15, p. ii, 1969, doi: 10.1016/0038-1098(69)90484-0.
7. H. Block and A. M. North, “Dielectric relaxation in polymer solutions,” *Adv. Mol. Relax. Process.*, vol. 1, no. 4, pp. 309–374, 1970, doi: 10.1016/0001-8716(70)80001-3.
8. J. J. Gonzalez, G. W. Hynd, and R. P. Martin, “Neuropsychology of Temperament,” *Neuropsychol. Individ. Differ.*, pp. 235–256, 1994, doi: 10.1016/b978-0-12-718670-2.50013-x.
9. S. Ramesh, S. C. Lu, and E. Morris, “Towards magnesium ion conducting poly(vinylidenefluoride-hexafluoropropylene)-based solid polymer electrolytes with great prospects: Ionic conductivity and dielectric behaviours,” *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, vol. 43, no. 5, pp. 806–812, 2012, doi: 10.1016/j.jtice.2012.04.004.
10. Z. Osman and A. K. Arof, “FTIR studies of chitosan acetate based polymer electrolytes,” *Electrochim. Acta*, vol. 48, no. 8, pp. 993–999, 2003, doi: 10.1016/S0013-4686(02)00812-5.
11. C. W. Liew, R. Durairaj, and S. Ramesh, “Rheological studies of PMMA-PVC based polymer blend electrolytes with LiTFSI as doping salt,” *PLoS One*, vol. 9, no. 7, pp. 10–11, 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0102815.
12. W. Kam, C. W. Liew, J. Y. Lim, and S. Ramesh, “Electrical, structural, and thermal studies of antimony trioxide-doped poly(acrylic acid)-based composite polymer electrolytes,” *Ionics (Kiel).*, vol. 20, no. 5, pp. 665–674, 2014, doi: 10.1007/s11581-013-1012-0.

A NEW TYPE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCE: STUDY OF BIFACIAL SOLAR CELLS

M.E.Abdumannopova
Andijan state university

Solar photovoltaics (PV) are one of the most promising sources of renewable energy, providing a sustainable and environmentally friendly alternative to fossil fuels. The efficiency of PV cells has been steadily improving over the years, with monofacial solar cells currently reaching up to 25% efficiency. However, this efficiency is limited by the fact that monofacial solar cells can only absorb sunlight from one side. Bifacial solar elements, also known as double-sided solar cells, are designed to overcome this limitation by absorbing sunlight from both sides of the cell.



Picture 1. The difference between bifacial and monofacial solar panels.

Bifacial solar elements have been the subject of extensive research in recent years, with the aim of improving their efficiency, reducing their cost, and increasing their durability. This article provides a comprehensive review of bifacial solar elements, including their characteristics, applications, advantages, and limitations. Theoretical models and experimental results are presented, and the current state-of-the-art technology is discussed. The methodology used for the evaluation of bifacial solar elements is described, and a critical analysis of the results is presented. The article concludes with a discussion of the challenges and opportunities for the future development of bifacial solar elements.

The literature on bifacial solar elements is extensive, covering a wide range of topics from the basic physics of the device to the practical applications of the technology. One of the key challenges in the development of bifacial solar elements is the need for a reliable and accurate theoretical model that can predict the performance of the device under different conditions. Several theoretical models have been proposed in the literature, ranging from simple analytical models to complex numerical simulations.

Experimental studies have also been carried out to investigate the performance of bifacial solar elements under different conditions, such as changes in the angle of incidence, the intensity and spectral distribution of the sunlight, and the temperature of the cell. These studies have provided valuable insights into the behavior of bifacial solar elements and have helped to identify the factors that limit their efficiency.

Several review articles have been published on the topic of bifacial solar elements, providing an overview of the current state-of-the-art technology and the challenges that need to be addressed in order to improve the efficiency and reduce the cost of the technology. However, there is still a need for a comprehensive review that covers all aspects of bifacial solar elements, including their theoretical models, experimental results, applications, advantages, and limitations.

Bifacial solar elements are designed to absorb sunlight from both sides of the cell, which increases the amount of light that is converted into electrical energy. The efficiency of a bifacial solar element depends on several factors, such as the spectral distribution of the sunlight, the angle of incidence, the reflectivity of the ground and the back surface of the cell, and the temperature of the cell. Theoretical models have been developed to predict the performance of bifacial solar elements under different conditions.

One of the simplest models for the analysis of bifacial solar elements is the analytical model developed by Algora et al. This model takes into account the reflection of sunlight from the ground and the back surface of the cell, as well as the transmission of light through the cell. The model predicts the photocurrent and the photovoltage of the bifacial solar element as a function of the spectral distribution of the sunlight, the angle of incidence, and the reflectivity of the ground and the back surface of the cell.

Another theoretical model that has been widely used for the analysis of bifacial solar elements is the ray tracing simulation. This model takes into account the path of each ray of sunlight as it enters and exits the cell, and predicts the distribution of light intensity and the photocurrent generated in the cell. The ray tracing model can be used to optimize the design of the cell by adjusting the thickness and doping concentration of the different layers in the cell.

The finite element method (FEM) is another numerical method that has been used for the analysis of bifacial solar elements. The FEM can be used to solve the complex equations governing the behavior of the device, taking into account the non-linearities and the non-uniformity of the material properties in the cell. The FEM has been used to optimize the geometry and the material properties of the cell, with the aim of improving its efficiency and reducing its cost.

The performance of bifacial solar elements can be evaluated experimentally using different methods, such as outdoor and indoor measurements, and simulation tools. Outdoor measurements are carried out under real operating conditions, using a solar tracker to track the movement of the sun and measure the performance of the cell under different angles of incidence. Indoor measurements are carried out in a controlled environment, using artificial light sources to simulate the spectral distribution and the intensity of the sunlight.

Simulation tools can also be used to evaluate the performance of bifacial solar elements. The most common simulation tools are the ray tracing method and the FEM. The ray tracing method is used to predict the distribution of light intensity and the photocurrent generated in the cell, taking into account the spectral distribution of the sunlight and the reflectivity of the ground and the back surface of the cell. The FEM is used to solve the complex equations governing the behavior of the device, taking into account the non-linearities and the non-uniformity of the material properties in the cell.

Bifacial solar elements have several advantages over monofacial solar cells, including higher efficiency, better performance under diffuse light conditions, and reduced sensitivity to temperature. However, the main limitation of bifacial solar elements is their cost, which is currently higher than that of monofacial solar cells. The cost of bifacial solar elements is mainly due to the additional processing steps required to produce the back contact and the transparent backsheet.

Several strategies have been proposed to reduce the cost of bifacial solar elements, such as using low-cost materials, simplifying the manufacturing process, and optimizing the cell design. One approach is to use a thin-film technology, which has the potential to reduce the cost of the cell by using less material and less energy during the manufacturing process.

Another challenge in the development of bifacial solar elements is the need for a reliable and accurate method for the evaluation of the performance of the device. Theoretical models and experimental measurements can provide valuable insights into the behavior of the device, but there is still a need for a standard method for the evaluation of the efficiency and the durability of the cell.

Bifacial solar elements are a promising technology for the generation of renewable energy, providing higher efficiency and better performance under diffuse light conditions. The theoretical models and experimental studies presented in this article have shown that bifacial solar elements have the potential to achieve higher efficiencies than monofacial solar cells, but their cost is still a challenge that needs to be addressed.

The development of bifacial solar elements requires a multidisciplinary approach, combining materials science, device physics, and system design. The optimization of the cell design, the manufacturing process, and the evaluation methods will play a key role in reducing the cost of the device and improving its performance.

In order to realize the full potential of bifacial solar elements, there is a need for continued research and development, focusing on the optimization of the materials and the design of the cell, as well as the development of reliable and accurate evaluation methods.

References:

1. Luque, A., & Hegedus, S. (Eds.). (2011). Handbook of photovoltaic science and engineering (2nd ed.). John Wiley & Sons.
2. Al-Azawi, S. A., El Khakani, M. A., & Chouiki, M. (2018). Bifacial solar cells: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 91, 53-63.
3. Huang, Y., Liu, X., & Zhu, H. (2020). A review of bifacial solar photovoltaic technology. Solar Energy Materials and Solar Cells, 217, 110722.
4. Ekins-Daukes, N. (2018). Bifacial solar cells: Technology and applications. In M. R. Islam (Ed.), Handbook of alternative photovoltaic technologies (pp. 125-145). Springer.
5. Chelakara, S., Islam, M. R., & Khoo, E. (2019). An overview of bifacial photovoltaic technology. Journal of Renewable Energy, 145, 110-127.
6. Ma, J., & Green, M. A. (2019). Design of high-efficiency bifacial solar cells and modules. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 27(7), 551-567.

YUQORI SEZGIR BO‘YOQLI QUYOSH ELEMENTLARI (DSSC) VA ULARNI TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI

A.A.Abdukarimov, A.A.Yoqubbaev
Namangan muxandislik texnologiya instituti

Adabiyotlarda yuqori sezgir bo‘yoqli quyosh elementlari quyidagi besh qisimdan iborat ekanligi keltirilgan **1-rasm**.

1) SHaffof elektr o‘tkazuvchi oyna:
2) Titan dioksidi TiO_2 nano zarralari (fotoanod):
3) Bo‘yoq:
4) elektrolit:
5) Grafit yoki platinali kontr elektrod(katod):

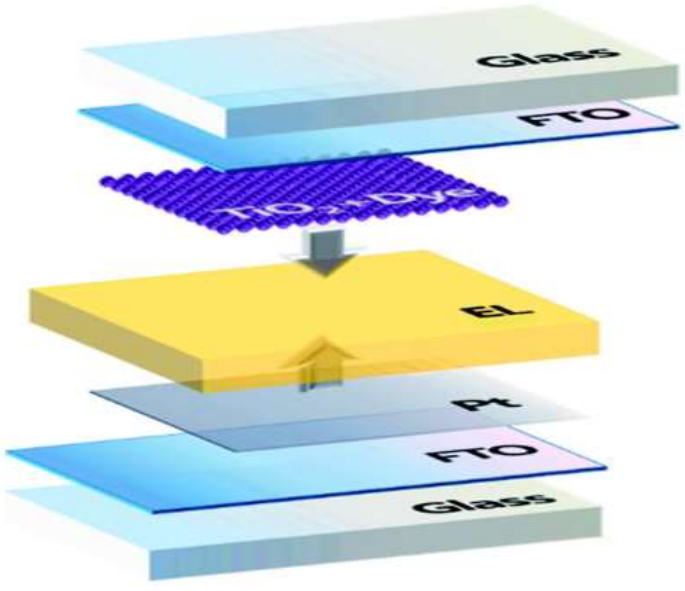
Birinchi qatlam shisha qatlami bo‘lib, shisha yuzasiga elektr o‘tkazuvchi (shaffof qatlam o‘stirilgan bo‘lib, u quyosh elementi ichida hosil bo‘lgan erkin elektronlarni tashqi zanjirga o‘tkazadi. Bu qatlam shaffof elektr o‘tkazuvchi sirt deb ataladi.

Ikkinchi qatlam sifatida n-tip yarimo‘tkazgichli hususiyatga ega TiO_2 nanozarachalari qatlami ishlatiladi. TiO_2 ning afzalliklariga yuqori nur sezuvchanligi, quyosh nurlari ta’siriga strukturaning barqarorligi va arzonligi kiradi [2].

Uchinchi qatlam bo‘yoq qatlami bo‘lib, bo‘yoq molekulalarining yorug‘likka sezuvchanligi DSSC -larning ko‘rinadigan yorug‘lik nuri fotonlarini yutish samaradorligini oshirishning asosiy komponentidir [1].

To‘rtinchi qatlam elektrolit qatlami bo‘lib, uning quyidagi eng ko‘p tarqalgan uchta turi mavjud: 1) organik erituvchida eritilgan I^-/I_3^- ning suyuq eritmasi; 2) tuzlar yoki tuz eritmasidan tayyorlangan gelpolimer elektrolitlar; 3) qattiq elektrolitlar. [4].

Beshinchi qatlam elektrod. Elektrod DSSCning yana bir muhim komponentidir. Elektrodining asosiy maqsadi triiodidni kamaytirishdir. Katoddagi qaytarilish reaksiyasining tezligi muhim ahamiyatga ega, chunki triodid kamaytirilgandan keyin elektrodning anod tomonida oksidlangan bo‘yoq molekulasini qayta tiklash uchun ishlatiladigan yodid hosil bo‘ladi.



1-rasm. yuqori sezgir bo‘yoqli quyosh elementlari quyidagi besh qisimdan iborat.

1) SHaffof elektr o‘tkazuvchi oyna, 2) Titan dioksidi TiO_2 nano zarralari (fotoanod), 3) Bo‘yoq, 4) elektrolit, 5) Grafit yoki platinali kontr elektrod(katod).[3].

Adabiyotlar

1. O’Regan B., and Grätzel M. A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO_2 films // *Nature*. 1991. V.353. P.737-740.
2. Hagfeldt A., Boschloo G., Sun L., Kloo L., Pettersson H. Dye-sensitized solar cells. Chem Rev 2010. V.110. P.659–663.
3. Aram E., Ehsani M., Khonakdar H.A. Improvement of ionic conductivity and performance of quasi-solid-state dye sensitized solar cell using PEO/PMMA gel electrolyte // Thermochim. Acta. 2015. V.615. P. 61-67.
4. Zhang Q., and Cao G. Nanostructured photoelectrodes for dye-sensitized solar cells// *Nano Today*.2011V. 6 (1). P. 91-109.

ATMOSFERA QATLAMALARIDA KUZATILADIGAN TURLI OPTIK HODIALAR.

M.M.Sobirov, D.Sh.Tursunboyeva
Farg‘ona davlat universiteti

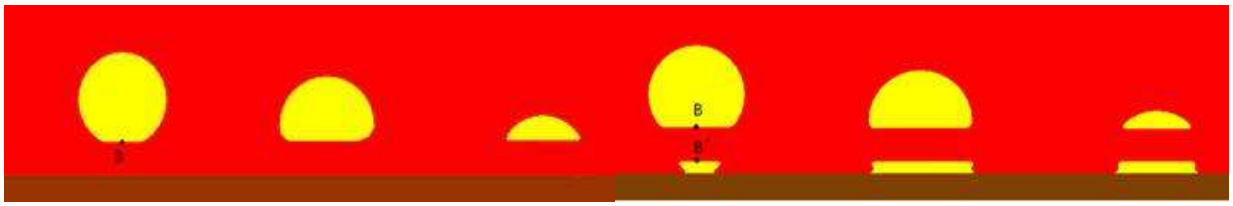
Quyosh nurlari atmosfera qatlamlaridan o'tish jarayonida turli optik hodisalar kuzatiladi. Bu hodisalar quyosh nurlarini atmosfera qatlamlardan o'tishidagi refraktsiyasi, dispersiyasi, sinishi va aerozol zarralarida sochilishi bilan bog'liq. Saroblarni xosil bo'lishi, osmonning ko'kish rangda ekanligi, ertalab va kechqurun gorizontning qizarishi, kamalak va boshqa turli hodisalar atmosfera hodisalari hisoblanadi.

Quyosh botishida xayratlanarli holatlar

Quyosh botishining kuzatilgan surati har safar atmosferaning holatiga bog'liq bo'lib, quyosh botayotgan nurlar bilan yoritilgan bulutlarning turi va shakli bilan belgilanadi. Shuning uchun, bir quyosh botishi boshqasidan juda farq qiladi. Va quyosh botishi har doim ajoyib go'zaldir.Quyosh botganda qanday ajoyib narsalarni ko'ramiz. Agar quyosh botishi aniq, bulutsiz osmonda kuzatilsa, ufq chizig'i to'g'ri bo'ladi - quyosh dengizda botadi.Avvalo, botayotgan quyoshning qizg'ish rangi va uning yonidagi osmonning bir xil rangi diqqatni tortadi. Ko'pincha bu rang yumshoq qizil, deyarli pushti bo'lib chiqadi, lekin ba'zida quyosh diski yorqin qizil va hatto qip-qizil ko'rinadi.

Qorong'i yoki ozgina qoraytirilgan shisha orqali ufq chizig'idan tashqarida quyosh botishiga qarab, quyosh diskining rangi turli nuqtalarda turli xil soyalarga ega ekanligini payqash oson. U ufq chizig'iga yaqinroq qizilroq bo'lib, diskning yuqori qismida u asta-sekin yengil tonlarning rangiga o'zgaradi. Ba'zida quyosh diskining yuzasida rangning o'zgarishini hatto ko'zoynaksiz ham ko'rish mumkin.

Quyosh botganda yana bir ajoyib hodisani kuzatish mumkin. Ba'zan quyosh aniq ko'rinadigan ufq chizig'i orqasida emas, balki ufq ustidagi qandaydir ko'rinmas chiziq orqasida botganga o'xshaydi.Bu hodisa ufqda hech qanday bulutlar yo'qligida kuzatiladi.Agar siz tezda tepalikning tepasiga (binoning yuqori qavatiga, katta kemaning yuqori palubasiga) chiqsangiz, bundan ham g'alati manzarani kuzatishingiz mumkin: hozir quyosh ufq chizig'ining orqasida botmoqda, lekin bir vaqtning o'zida quyosh diski gorizontal "ko'r chiziq" bilan kesilgan ko'rinadi.(1.3-rasm.)



1.2-rasm. Quyosh asta-sekin pastga va pastga tushadi va "ko'r chiziq" ning ufq chizig'iga nisbatan pozitsiyasi o'zgarishsiz qoladi.

Botayotgan quyoshning qizil nuri

Nega osmon ko'k? Nega botayotgan quyosh qizil rangga aylanadi? Ma’lum bo‘lishicha, ikkala holatda ham sabab bir – quyosh nurlarining yer atmosferasiga tarqalishi.Bu darhol tushunilmadi. Osmonning moviyligini tushuntirish uchun bir vaqtning o'zida turli farazlar ilgari surildi. Ular osmonning ko'k rangini "yorug'lik va qorong'i" ning ma'lum nisbatlarda aralashishi natijasida tushuntirishga harakat qilishdi. Havo zarralari ko'k rangga bo'yalgan deb taxmin qilingan. Osmonning ko'k porlashi bu zarralar quyosh nuri bilan

nurlanganda paydo bo'ladigan havo zarralari lyuminestsentsiyasining porlashi deb taxmin qilingan. Bugungi kunda bu tushuntirishlarning barchasi asossiz deb hisoblanadi. Ularning muvaffaqiyatsizligi yuz yildan ko'proq vaqt oldin, 1869 yilda J. Tindal o'zining mashhur tajribasini amalga oshirganida isbotlangan. Bu tajriba uyda takrorlandi. Suv bilan to'ldirilgan to'rtburchaklar shaklidagi akvarium ishlatiladi va slayd-proyektordan zaif ajralib chiqadigan yorug'lik nuri akvarium devoriga yo'naltiriladi. Nurni yetarlicha tor qilish uchun slayd o'rniga qalin qora qog'oz parchasini o'rtada diametri 2 ... 3 mm bo'lgan teshikka ega slayd-proyektorga joylashtiring. Tajriba qorong'i xonada o'tkaziladi. Akvariumdan o'tayotganda tarmoq nurini mustahkamlash uchun siz suvga bir oz sut qo'shib, suyuqlikni yaxshilab aralashtirishingiz mumkin. Sut tarkibidagi yog 'zarralari suvda erimaydi; ular suspenziyada bo'lib, yorug'likning tarqalishiga hissa qo'shadilar. Tarqalgan yorug'likda mavimsi tusni kuzatish mumkin. Akvariumdan o'tgan yorug'lik qizg'ish rangga ega bo'ladi. Va shuning uchun, agar siz yon tomondan akvariumdagi yorug'lik nuriga qarasangiz, u ko'k rangli ko'rinadi va chiqish uchidan qizg'ish(1.2-rasm). Buni tushuntirish mumkin, agar ko'k rang qizildan ko'ra ko'proq tarqalgan deb taxmin qilsak; oq yorug'lik nuri sochuvchi muhitdan o'tganda. Undan asosan "ko'k komponent" tarqaladi, shuning uchun muhitdan chiqadigan nurda "qizil komponent" ustunlik qila boshlaydi. 1871 yilda J. Strett (Reley) Tindal tajribalari natijalarini aynan shunday tushuntirib berdi. U yorug'lik to'lqinlarining o'lchamlari yorug'lik to'lqin uzunligidan ancha kichik bo'lgan zarralar tomonidan tarqalishi nazariyasini ishlab chiqdi.

1.3-rasm.Tindalning tajribasi.

Reley tomonidan o'rnatilgan qonunda ta'kidlanganidek, tarqalgan yorug'likning intensivligi yorug'lik chastotasining to'rtinchi darajasiga proporsional yoki boshqacha aytganda, yorug'lik to'lqin uzunligining to'rtinchi darajasiga teskari proportsionaldir. Agar Reley qonuni quyosh nurlarining yer atmosferasida tarqalishiga tatbiq etilsa, u holda kunduzgi osmonning moviy rangini ham, quyosh chiqishi va botishidagi quyoshning qizil rangini ham tushuntirish qiyin emas. Yuqori chastotali yorug'lik intensiv ravishda tarqalganligi sababli, tarqaladigan yorug'lik spektri yuqori chastotalar tomon siljiydi va nurda qolgan yorug'lik spektri (tarqalishni boshdan kechirgan yorug'lik nurni tark etgandan keyin) tabiiy ravishda teskari yo'nalishda - past chastotalarga siljiydi.Birinchi holatda oq rang ko'k rangga, ikkinchisida esa qizg'ish rangga aylanadi. Kunduzgi osmonga qarab, odamlar atmosferada tarqalgan yorug'likni sezadilar; Reley qonuniga ko'ra, bu yorug'lik spektri yuqori chastotalar tomon siljiydi, shuning uchun osmonning ko'k rangi. Quyoshga qarab, kuzatuvchi atmosferadan sochilmasdan o'tgan yorug'likni sezadi; bu yorug'likning spektri past chastotalarga o'tkaziladi. Quyosh ufq chizig'iga qanchalik yaqin bo'lsa, yorug'lik nurlari kuzatuvchiga yetib borgunga qadar atmosferada qancha uzoq tarqalsa, ularning spektri shunchalik ko'p siljiydi. Natijada, quyosh botishini (chiqayotganini) qizil tonlarda ko'ramiz va quyosh diskining pastki qismi nima uchun yuqori qismiga qaraganda qizilroq ko'rinishini ham juda oson tushuntirish mumkin bo’ladi.

Adabiyotlar

1. Розиков, Ж. Ю., Собиров, М. М., & Рузибоев, В. У. (2021). Поляризационные характеристики диффузно отраженного и проходящего излучения в среде с конечной оптической толщиной. *«Узбекский физический журнал», 23*(2), 11-20.
2. Sobirov, M. M., Rozikov, J. Y., & Ruziboyev, V. U. Formation of neutral points in the polarization characteristics of secondary radiation in the semi-infinite medium model. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, *4*, 406-412.
3. Sobirov, M. M., & Rozikov, J. Y. (2020). SOME QUESTIONS OF THE THEORY OF POLARIZED RADIATION TRANSFER IN AN ISOTROPIC MEDIUM WITH A FINITE OPTICAL THICKNESS. *Scientific-technical journal*, *3*(4), 16-22.
4. Sobirov, M. M., & Rozikov, J. Y. (2020). SPECIFIC FEATURES IN POLARIZATION OF DIFFUSELY REFLECTED AND TRANSMITTED RADIATION IN A MEDIUM WITH FINITE OPTICAL THICKNESS. *Scientific-technical journal*, *24*(5), 85-89.
5. Собиров, М. М., & Розиков, Ж. Ю. (2020). Особенность в поляризации диффузно отраженного и пропущенного излучения в среде с конечной оптической толщиной. *Научнотехнический журнал*, 85-89.
6. Собиров, М. М., & Розиков, Ж. Ю. (2020). Некоторые вопросы теории переноса поляризованного излучения в изотропной среде с конечной оптической толщиной. *Научно-технический журнал*, 15-24.
7. Ivchenko, E. L., & Sobirov, M. M. (1986). Theory of two-phonon resonance light scattering involving an acoustic and an optical phonon. *Fizika Tverdogo Tela*, *28*(7), 2023-2031.
8. SOBIROV, M., & Yuldashev, N. K. (1984). THEORY OF TRANSFER OF POLARIZED RADIATION IN CUBIC-CRYSTALS LOCATED IN A LONGITUDINAL MAGNETIC-FIELD IN THE REGION OF EXCITON RESONANCE. *ZHURNAL EKSPERIMENTALNOI I TEORETICHESKOI FIZIKI*, *87*(2), 677-690.
9. Собиров, М. М. (2021). ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА В ЧИСТОЙ АТМОСФЕРЕ. *EDITOR COORDINATOR*, 308.
10. Расулов, Р. Я., Мамадалиева, Н., Ахмедов, Б., & Разиков, Ж. К теории зонной структуры халькогенидов свинца. *Ilmiy xabarnoma*, *6*(1), 18.

YUQORI SAMARADORLIKDAGI FOTOQABULQILGICHLARNI GETEROSTRUKTURALAR ASOSIDA YARATISHNING BA`ZI XUSUSIYATLARI

A.Baxtiyorov
Namangan davlat universiteti Fizika fakulteti magistranti
baxtiyorovabdulaziz1@gmail.com

O’tgan asrning 80-yillarining boshlarida yarimo'tkazgichli elektronikada, birinchi navbatda optoelektronikada geterostrukturalarni qo'llash bo'yicha jadal ishlar boshlanganligi ma’lum. Bu ishlarning rivojlanishining harakatlantiruvchi kuchi,p-n gomoo’tishlariga asoslangan qurilmalarda mavjud bo'lmagan xususiyatlar va parametrlarni olish istagi edi. Darhaqiqat, qurilma tarkibida yarimo'tkazgichning eng muhim xarakteristikasini – taqiqlangan soha kengligini boshqarish qobiliyati deyarli barcha yarimo'tkazgichli qurilmalarning asosiy parametrlari va xususiyatlarini yaxshilashga va ba'zi hollarda tubdan yangilarini yaratishga imkon berdi. Tasodifiy emaski, fotodetektorlarning rivojlanishi va takomillashuvi geteroo’tishlardan foydalanish bilan bog'liq edi, chunki ideal geterostrukturalarning fotodetektorlarni yaratish uchun qo'llanilishi nafaqat spektral sezuvchanlik sohasini boshqarishga imkon beradi, balki kvant samaradorligini oshirish, fotodetektorlarni tezkorligini oshirish, qorong'ulikdagi toklarni kamaytirish va shu bilan ularning qo'llanish sohalarining kengayishi tufayli nurlanishni qabul qiluvchilarining parametrlari va xususiyatlariga qo'yiladigan barcha talablarni qondirish.

Shunday qilib, spontan va kogerent nurlarning samarali yarimo'tkazgichli manbalarini yaratish bilan, ma'lumotlarni uzatish va qayta ishlash, lazer diapazoni va boshqalarni optik diapazonini keng rivojlantirish boshlandi. Optik tolali aloqa tizimlari bo'yicha ishlarning rivojlanishi bir vaqtning o'zida talab qilinadigan tarmoq kengligi va minimal shovqin bilan kerakli spektr diapazonida yuqori sezuvchanlikka ega bo'lgan fotodetektorlarni yaratishni talab qiladi.

Ko'p hollarda yorug'lik signalini elektr signaliga samarali aylantirishga qodir bo'lgan fotodetektorlar kerak bo'ladi balki, yuqori intensivlikdagi yorug'lik signali, shuningdek, yorug'likni bir spektral tarkibdan boshqasiga va infraqizil nurlanishning ko'rinadiganga aylantirish alohida qiziqish uyg'otadi.O’ta qisqa lazer impulslarini olish texnikasini takomillashtirish va o’ta tezkor elektronikaning juda tez jadal rivojlanishi yuqori samarali fotodetektorlar va optoelektronik pikosekundli komutatorlarni ishlab chiqishni talab qildi.Bularning barchasi turli xil geterofotodetektorlarning keng spektral diapazonida - o'rta infraqizil IQ sohadan ultrabinafsha UB nurlanishigacha yaratish va o'rganish uchun ko'p sonli ishlarning paydo bo'lishiga turtki bo'ldi.

Barcha geterofotodetektorlarda keng sohali soha odatda yorug'lik kiritish uchun "oyna" vazifasini bajaradi. Taqiqlangan soha kehgligi keng E_{g_2}yarim o'tkazgichning to'g'ri tanlangan parametrlari bilan erkin tashuvchilarda yutilishini e’tiborga olmaslik mumkin va h$\nu < E_{g_2}$ energiyali yorug'lik deyarli yo'qotishsiz **muvozanatsiz zaryad tashuvchilarni** (MZT) ajratish sohasiga yetib boradi. Aniqki, “oyna”ning roli ayniqsa (MZT)larning kichik diffuziya uzunligiga va sirt rekombinatsiyasining yuqori tezligiga ega bo'lgan to’g’ri zonali materiallarga asoslangan fotodetektorlarda muhimdir.Bu holat qisqa to'lqin uzunlik chegarasini boshqarishga imkon beradi.Kehg sohali materialning taqiqlangan soha kengligini o'zgartirish orqali spektral sezuvchanlik sohasini qisqa to’lqinli chegarasini boshqarish imkonini beradi.

Shuningdek “oyna” effekti, MZT generatsiya sohalarini birlashtirish va ularni ajralish imkonini beradi. Shunday qilib, keskin geteroo’tishalarda kvant samaradorligi faqat elektron-

teshik juftlarini ajratish koeffitsienti bilan belgilanadi, bu esa o'z navbatida energiya diapazoni diagrammasining xususiyatlariga bog'liq bo'ladi[1]. Keskin heterostrukturada MZTlarni ajratish nuqtai nazaridan, eng maqbuli - bu zona uzilishlaridan biri nolga yaqin bo'lgan struktura, ya'ni: valentlik sohasidagi uzilishlar n-P uchin $\Delta E_\vartheta \approx 0$ va p -N – geteroo’yish uchun $\Delta E_c \approx 0$. Aks holda, ΔE_co'tkazuvchanlik diapazonidagi uzilishlar yoki valentlik zonasida ΔE_ϑ va p-N - yoki n-P – geteroo’tishlar MTZni geteroo’tishning kontakt sohasi bilan ajratilishiga to'sqinlik qiladi va ajratish koeffitsientining qiymati darajaga bog'liq taqiqlangan keng sohali material, qo'yilgan teskari kuchlanish va uzilish sohasining kattaligi, ya'ni to'siqning shaffofligidan. [2]. Shu sababli, ligerlangan tor sohali qotishma materialdan foydalanilganda, MZTni yanada to'liq yig'ish uchun, geterochegaraning qorong'u toklar qiymatiga ta'sirini kamaytirish uchun ko'pincha ajratilgan getero- va elektr chegaralari bo'lgan tuzilmalar n –p-P va p – n-N, tipidagi geterostrukturalar tez-tez ishlatiladi [3] da batafsil ko'rib chiqilgan.Agar masofa p -n- o’tish chegarasidan geterochegaragacha bo’lsa MZTning mos keladigan diffuziya uzunligidan kam,yani qalinligi p- yoki n –sohalaru holda fotosezgirlikning spektral xarakteristikasining shakli birlamchi geteroo’tishga o'xshaydi.

Yuqorida aytib o'tilganidek, geteroo’tishlarga asoslangan fotoqabulqilgichlarda sezgirlik chegarasi uzun to'lqin uzunlikdagi tor sohali materialining taqiqlangan zona kengligi bilan aniqlanadi, qisqa to'lqin uzunligi chegarasi esa -to'lqin uzunligi oyna materialining taqiqlangan soha kengligi va sirt rekombinatsiyasi tezligi bilan belgilanadi.

Yorug'lik nurining yuqori energiyasiga h$\boldsymbol{\nu}$$> E_{g_2}$ yordamida spektral sezuvchanlik hududini kengaytirish uchun, silliq geterostrukturalarga imkon beradi, bunda taqiqlangan zona kengligi p-n - o'tish joyidan yoritilgan yuza yo'nalishi bo'yicha ortadi. So'nggi paytlarda ushbu turdagi strukturalarni ishlab chiqarish texnologiyasi rivojlanishi bilan ular tobora ko'proq qo'llanila boshladilar. Qisqa to'lqinli oblastda energiyaning sirtdagi taqiqlangan soha kengligidan oshib ketadigan nurga nisbatan sezuvchanlik pasayishining oldini olish uchun [1.2] tashuvchilarning sirtdan chiqib ketish tezligi ϑ_n sezilarli darajada s_n rekombinatsiya tezligidan yuqori bo'lishi kerak, ya'ni $\vartheta_n = \frac{1}{q}\mu_n grad E_g \gg s_n$

Bundan tashqari, silliq geterostrukturalarda yuqori samaradorlikka erishish uchun, MZTning generatsiyalanuvchi sohasidan ajralish sohasigacha uchib o’tish vaqti uning yashash vaqtidan ancha kichik bo'lishi kerak:$t_{uch.v} \ll \tau$, ya'ni

$\frac{1}{q} grad\ E_g \gg \frac{kT}{L_n^2} d,$ bu erda d- p-n-o’tishdan yoritilgan yuzalargach bo’lgan masofa, L_n -o'zgaruvchan tarkibli p –sohadagi elektronlarning diffuziya uzunligi, к-Bolsman doimiysi ,T - temperatura.

Fotodetektorlarda geteroo’tishlarni ishlatish va ularni amalga oshirish bo'yicha yangi g'oyalar va takliflarning aksariyati asosan AlGaAs sistemasidagi heterostrukturalarga bog'liq.

Adabiyotlar

1. Korol’kov V.I. Photodetectoros based on heterostrutures. Semiconductor optoelektroniks /Ed. M.A.Herman.

2. Корольков В.И.,Никитин В.Г.,Третяков Д.Н. Туннельное прохождение фотоносителей в гетеропереходах p-GaAs-n-$Al_xGa_{1-x}As$.-ФТП,1984,т.8, №12,с 2355-2358

3. Андреев В.М.,Головинер Т.М.,Каган М.В. и др. Исследование фотоэлектричиских характеристик высокоэффективных солнечных преобразователей в системе $AL_xGa_{1-x}As$.-ФТП ,1983 т.№ 12,с 2289-2296

PBDB-T POLIMERI BILAN YUQORI SAMARADORLI VA BARQAROR PEROVSKIT QUYOSH ELEMENTLARI

Boynazarov I.R.[1], Xidirov B.G’.[1], Turg’unboyev A.Y.[1], Saparbayev A.A.[1,2]
[1]O‘Z. R. FA. akademiyasi U.A. Arifov nomidagi ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti,
[2]Mirzo Ulug‘bek nomidagi O`zbekiston Milliy Universiteti
ilhomboynazarov0821@gmail.com

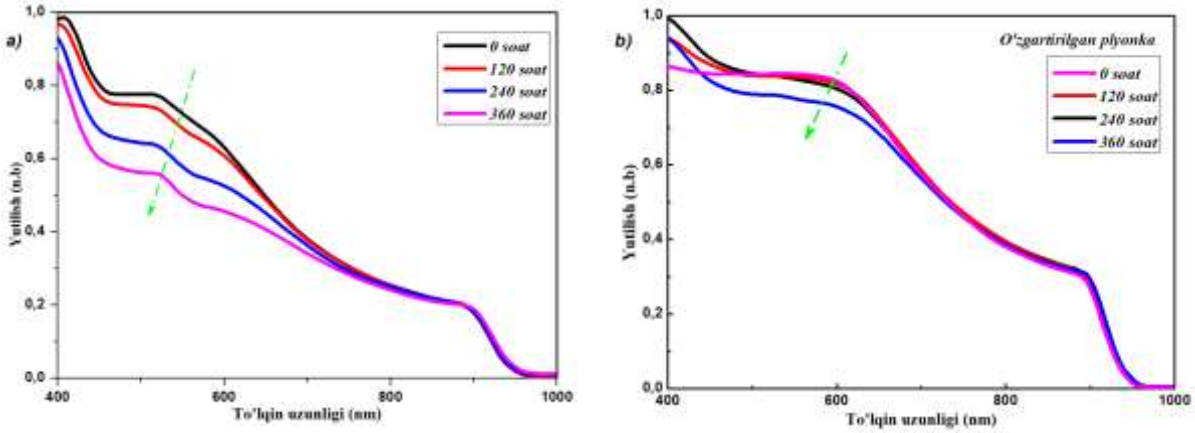
So‘nggi yillarda organik-noorganik gibrid perovskitlar o'zlarining mukammal optoelektronik xususiyatlari, keng sohali yuqori yutilish koeffitsienti, eksitonlarning bog’lanish energiyasining pastligi, zaryad tashuvchilarning uzoq diffuziya uzunligi tufayli dunyo olimlarining diqqatini o’ziga tortmoqda. Shu bilan birga, perovskit materiallarining bir muncha arzonligi uni keng miqyosda ishlab chiqarish uchun katta imkoniyatlar yaratadi. Perovskitlarning yuqorida aytib o'tilgan afzalliklarini hisobga olgan holda olingan perovskit quyosh element(PQE) lari keng qamrovli o'rganilmoqda va PQElarning zamonaviy samaradorligi 25,2% dan oshdi, hamda deyarli kremniyga asoslangan quyosh elementlari erishgan qiymatga yetdi. [1-2]

Perovskit faol qatlamlari laboratoriya sharoitida eritma orqali “spin coating” usulida tayyorlanadi. “Spin coating” usuli laboratoriya sharoitida birmuncha qulay va maxsus sharoit talab etilmasligi bilan eng ko’p qo’llaniladigan tayyorlash usullaridan hisoblanadi. Ya’ni tayyorlash jarayonida maxsus vakuumli muhit yoki yuqori harorat talab etilmaydi. Biroq, shunga qaramay bunday usulda tayyorlangan PQElar bir qancha nuqsonlarga ega bo’ladi. Ya’ni bir-biri bilan muvofiqlashtirilmagan ionlar va o’zaro bog’lanishi uzilgan bog’larga ega polikristall struktura xosil bo’ladi. Bu nuqsonlar zaryadlar tashilishining yomonlashuvi va qurilma interfeysida ortiqcha zaryad to’planib rekombinatsiya markazlari xosil bo’lishiga olib keladi, bu esa PQE larning ishlashi va barqarorligini yomonlashtiradi. Bundan tashqari n-i-p qurilma konfiguratsiyasiga ega yuqori samarali PQElarda bufer qatlam sifatida PEDOT: PSS materialidan foydalaniladi. PEDOT: PSS o'tkazuvchanligini va zaryad tashuvchining harakatchanligini oshirish uchun har doim ba'zi ionli yoki p-tipli qo'shimchalar bilan qo'shilishi kerak. Biroq, bu qo’shimchalar gigroskopiklik (materiallarning havodagi namlikni yutish xossasi) xususiyatga ega bo'lganligi sababli namlik perovskit faol qatlamga osongina kirib borishiga yordam beradi va qo'rg'oshin ionlarining (Pb_2^+) oqishiga olib keladi, shu bilan PQE ning barqarorligi va ishlash samaradorliginining buzilishiga olib keladi. [3-4] Shu sababli, barqaror va samarali PQE ishlab chiqarish uchun ushbu zararli nuqsonlarni bir vaqtning o'zida kamaytirish va Spiro-OMeTAD ni yotqizishdan oldin perovskit yuzasini gidrofobik oraliq qatlam (suvni qaytaradigan sirt qatlam) bilan qoplash zaruriyati paydo bo’ladi. Bu PQE larda degradatsiya jarayonini sekinlashtirish hamda qurilmaning ishlash vaqtini oshirishning optimal usullaridan biri hisoblanadi.

Ushbu ishda perovskit faol qatlamsi barqarorligi va energetik samaradorligini oshirish uchun ikki o'lchovli benzodifuran asosidagi π-bog’li polimer PBDB-Tni oraliq qatlam sifatida yotqizildi hamda oddiy va modifikatsiya qilingan holatdagi PQE ning optik xususiyatlari tadqiq etildi. Ya’ni ularning vaqt o’tishi bilan degradatsiya tufayli yutilish spektrlari o’zgarishi o’rganildi.

PQE quyidagicha ketma ketlikda tayyorlandi. Dastlab ITO (indiy qalay oksidi) yupqa qatlamiga ega shisha taglik 14 daqiqa davomida ultratovushli vannada distillangan suv/ atseton/ dionsizlashtirilgan suv/ spirt ketma-ketligida tozalanib olindi. Shundan so‘ng azot gazi yordamida quritildi. Keyin, SnO_2 (qalay oksidi) bufer qatlam 1600 ayl/min tezlikda spin koater yordamida yotqizildi. Shundan so‘ng,

DMSO(dimetilsulfoksid)/DMF(dimetilformamid) da 95:5 hajmiy nisbatda eritilgan PbI_2 (qo’rg’oshin yodid) 15 mkl hajmda spin koater qurilmasi ustiga qo’yilgan ITO qatlam ustiga tomizildi va 1600 ayl/min tezlikda 45 sekund davomida aylantirildi. Keyin esa 70 ℃ hroratda 1 daqiqa davomida qizdirildi. So‘ngra, FAI:MABr:MACl (Formamidiniy yodid/ Metilammoniy bromid/ Metilammoniy xlorid) eritmasi (90 mg: 6 mg: 9 mg nisbatda) PbI_2 faol qatlamsi ustiga 1600 ayl/min tezligida 45 soniya davomida yotqizildi. Keyin, 150 ℃ haroratda 10 daqiqa davomida qizdirildi. Shundan so‘ng, PQEning barqarorligini oshirish uchun PBDB-T polimerning xlorobenzoldagi eritmasi va ikkinchi bufer qatlam Spiro-OMeTAD (2,2',7,7'-Tetrakis[N,N-di(4-metoksifenil)amino]-9,9'-spirobifloren) ham yuqoridagi tartibda spin coating usulida yotqizildi. Bunda ikki xil oddiy va modifikatsiya qilingan PQE lar tayyorlandi va spektral taxlil qilindi.



1-rasm. a) oddiy va b) PBDB-T polimer bilan modifikatsiya qilingan PQE ning degradatsiya tufayli yutilish spektrining o’zgarishi.

1-a-rasmdagi yutilish spektri grafiklaridan ko’rishimiz mumkinki, oddiy PQE vaqt o’tgan sari degradatsiyaga uchrab strukturasi yomonlashayotgani tufayli yutilish intensivligi kamayib, natijada sariq fazaga ega bo’lgan perovskit strukturasiga yaqin bo’lgan yutilish spektri shakliga o’zgarmoqda. Misol uchun, 500 nm to’lqin uzunligiga to’g’ri keluvchi intensivlikning pikini solishtirsak, 360 soat vaqt davomida yutilish intensivligi dastlabkisidan 28.8% ga pasayganini ko’rishimiz mumkin. Bu natijani polikristal strukturali perovskit faol qatlamning tarkibidagi qo’rg’oshin ionlarining diffuziya ta’sirida qo’shni qatlam ionlari bilan aralashishi va zaryadlar rekombinatsiyasi yuzaga kelayotganligi va eng chetki nuqtalardagi zarralarning bog’lanish strukturasining buzilishi va keyinchalik butun strukturaning parchalanib o’zining fotovoltaik xususiyati yomonlashayotgani bilan izohlash mumkin.

O’z navbatida PBDB-T polimer yotqizilgan 1-b-rasmda PQE ning vaqt o’tishi bilan yutilish intensivligining yuqoridagi oddiy PQE ga qaraganda deyarli o’zgarmaganligini ko’rishimiz mumkin. Bu yerda ham 500 nm uzunligiga to’g’ri keluvchi intensivlikning pikini solishtirsak 360 soat davomida yutilish intensivligi boshlang’ich qiymatning 94.1% ini saqlab qolayotganini ko’rishimiz mumkin. Ya’ni, qatlamlararo yotqizilgan polimer qatlam, bufer qatlam va perovskit faol qatlam o’rtasida o’zaro diffuziya yuzaga kelishining oldini oladi hamda zaryadlar rekombinatsiya markazi xosil bo’lmasligini ta’minlaydi.

Xulosa qilib aytganda , oddiy PQE 360 soatdan so‘ng yaqqol degredatsiyaga uchrab sariq fazaga o’tganligi, PBDB-T polimer yotqizilgan PQE esa shu vaqt mobaynida hali ham qora fazani saqlab qolganligi sababli bunday usul istiqbolli ekanligini ko’rsatadi. PBDB-T polimerlarga o’xshash gidrofobik qatlamlarni qo’llash orqali PQElarning barqarorligini uzoq vaqt saqlab qolinishiga yordam berish mumkinligi perovskitv faol qatlamlarning degeradatsiya jarayonini optik xosssalari orqali tadqiq qilish orqali ko’rsatildi.

Adabiyotlar

1. Li, Z.; Li, B.; Wu, X.; Sheppard, S. A.; Zhang, S.; Gao, D.; Long, N. J.; Zhu, Z. Organometallic-Functionalized Interfaces for Highly Efficient Inverted Perovskite Solar Cells. Science 2022, **376**, 416−420.
2. Yoo, J. J.; Seo, G.; Chua, M. R.; Park, T. G.; Lu, Y.; Rotermund, F.; Kim, Y. K.; Moon, C. S.; Jeon, N. J.; Correa-Baena, J. P.; Bulovic, V.; Shin, S. S.; Bawendi, M. G.; Seo, J. Efficient Perovskite Solar Cells via Improved Carrier Management. Nature 2021, **590**, 587−593
3. Jiang, Q.; Chu, Z.; Wang, P.; Yang, X.; Liu, H.; Wang, Y.; Yin, Z.; Wu, J.; Zhang, X.; You, J. Planar-Structure Perovskite Solar Cells with Efficiency beyond 21%. Adv. Mater. 2017, **29**, No. 1703852.
4. Zhang, Y.; Kong, T.; Xie, H.; Song, J.; Li, Y.; Ai, Y.; Han, Y.; Bi, D. Molecularly Tailored SnO2/Perovskite Interface Enabling Efficient and Stable $FAPbI_3$ Solar Cells. ACS Energy Lett. 2022, **7**, 929−938.

RECOMBINATION PROCESSES IN THE Si/CdTe DIODES

I.B.Sapaev[1,2], S.O.Sadullaev[1,3], M.R.Kurbanova[4]
[1] “TIIAME” National Research University, [2]New Uzbekistan University,
[3]Fundamental and Applied Research Institute under “TIIAME” NRU,
[4]School №24 in Bagat region
sadullayevs@gmail.com

Recombination processes in semiconductor devices play a crucial role in determining their performance. Heterojunctions are widely used in semiconductor devices because they offer several advantages, including the ability to separate photogenerated carriers and enhance device performance. p-Si/n-CdTe heterojunctions are particularly promising for photovoltaic (PV) applications because of the high absorption coefficient of CdTe in the visible and near-infrared regions of the electromagnetic spectrum. However, the performance of these devices is limited by recombination processes that occur in the device.

In p-Si/n-CdTe heterojunctions, several recombination mechanisms can occur, including Shockley-Read-Hall (SRH) recombination, Auger recombination, and radiative recombination. SRH recombination occurs when a free carrier recombines with a deep-level trap, which is a defect in the material that can trap carriers for a relatively long time. Auger recombination occurs when a free carrier recombines with another carrier and releases energy to a third carrier. Radiative recombination occurs when a free electron recombines with a free hole and emits a photon.

Experimental studies have shown that the dominant recombination process in p-Si/n-CdTe heterojunctions is SRH recombination. The density of deep-level traps in CdTe is high, which leads to a significant contribution of SRH recombination to the total recombination. The carrier lifetime in CdTe is also short, which exacerbates the effect of SRH recombination. Auger recombination becomes important at high carrier densities, such as in heavily doped regions or under intense illumination. Radiative recombination contributes to the photocurrent and is desirable in PV devices.

Various techniques have been employed to reduce the impact of recombination on device performance, including passivation of surface states and defects, doping optimization, and interface engineering. Passivation of surface states and defects involves treating the surface of CdTe with chemicals that reduce the density of defects. Doping optimization involves controlling the concentration of dopants in the material to reduce the impact of recombination. Interface engineering involves modifying the interface between p-Si and CdTe to reduce recombination.

Calculating recombination processes in p-Si/n-CdTe heterojunctions involves determining the rates of various recombination mechanisms and their contributions to the total recombination rate. The recombination rate can be expressed as:

$$U_r=U_{SRH}+U_A+U_R$$

where U_{SRH}, U_A and U_R represent the recombination rates due to Shockley-Read-Hall (SRH), Auger, and radiative recombination, respectively.

As mentioned above, SRH recombination is the main recombination mechanism in p-Si/n-CdTe heterojunctions. This study endeavors to investigate the ramifications of temperature and applied voltage on CdTe in the context of Shockley Read Hall recombination mechanisms. The rate of recombination can be expressed in accordance with the findings of [1]. The determination of the rate of recombination under conditions of steady-state but nonequilibrium is achieved through the imposition of an equality between the rate of capture

of electrons and that of holes. The aforementioned condition gives rise to a consistent recombination rate for electrons and holes in a steady state:

$$R = \frac{p \cdot n - n_i^2}{\tau_{n0}(p + p_t) + \tau_{p0}(n + n_t)} \qquad (1)$$

Here R-is the recombination rate, $n_t = n_i$. n_i-is the intrinsic concentration of CdTe, which R-is assumed to be dependent on temperature and applied voltage, we look for the simplest case, the dependence of formula (1) on temperature and voltage. We obtain formula (2) from several mathematical substitutions of formula (1).

Given the temperature dependence of n_i

$$R = \frac{n_i \cdot \left(\exp\left(\frac{q \cdot U}{k \cdot T}\right) - 1\right)}{2 \cdot \tau \cdot \left(1 + \exp\left(\frac{q \cdot U}{2\,k \cdot T}\right)\right)} \qquad (2)$$

,

the Cadmium Telluride bandgap, the lifetime of electrons and holes, and the effective densities of the conduction and valence zones[2].

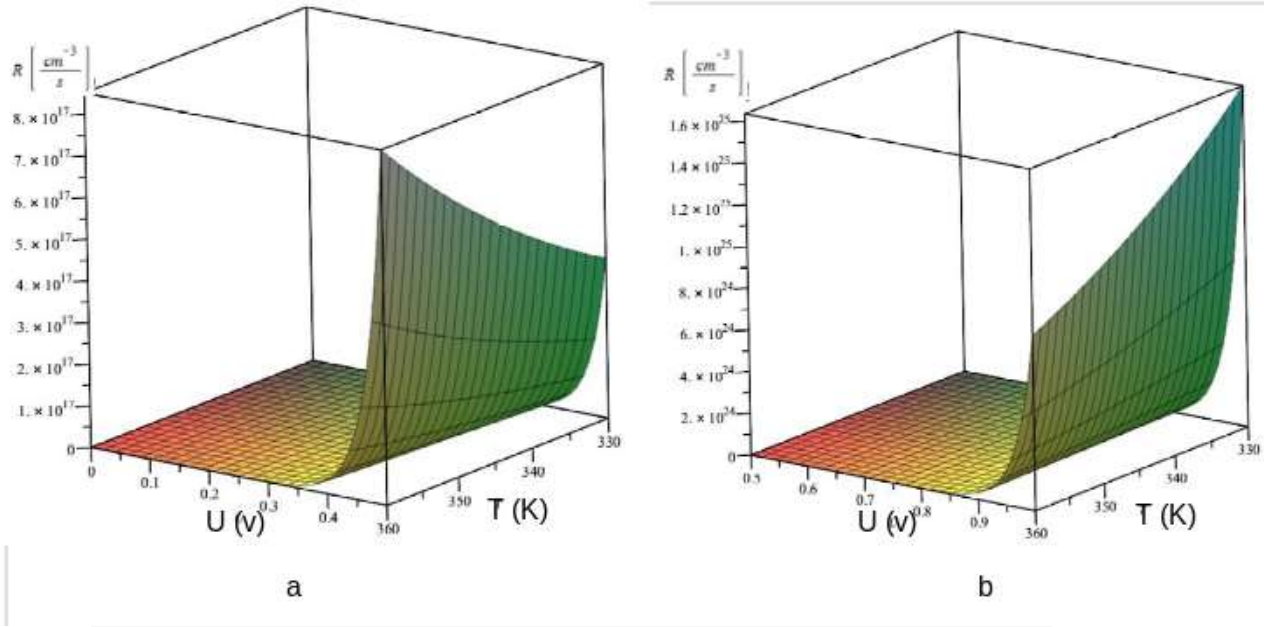


Figure 1. The rate of recombination depends on Temperature and Voltage.

In Fig.1-a, we can see that the recombination rate increases with increasing temperature when the voltage is varied between 0-0.5 V. In Fig.1-b, the voltage has varied from 0.5 to 1 V. We can see that the recombination rate decreases with increasing temperature.

So, we can conclude that the level of recombination at low voltages is directly proportional to the temperature, and at high voltages it is inversely proportional. And we should also mention that a peak of the recombination level is observed at a certain value of the voltage, and we think it would be appropriate to pay attention to this process in the next work. Recombination in p-Si/n-CdTe heterojunctions affects device performance greatly. Reducing SRH impact is crucial for improving device performance as it dominates the recombination mechanism. Different methods have been used to decrease recombination's effect on device performance, such as passivating surface states, optimizing doping, and engineering

interfaces. Techniques improved p-Si/n-CdTe device performance; more research can boost future performance.

Reference

1. Chin-Tang Sah, Robert N. Noyce, William Shockley, “Carrier Generation and Recombination in P-N Junctions and P-N Junction Characteristics”, 1957.
2. S.M. Sze, “Physics of Semiconductor Devices”, Third Edition, 2007.

STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SB_2SE_3 THIN FILMS OF VARIOUS COMPOSITIONS PRODUCED FROM SEPARATE SB AND SE SOURCES AT A SUBSTRATE TEMPERATURE OF 450℃

K.Kouchkarov, R.Khurramov, D.Isakov, M.Mahmudov, A.Olimov, M.Pirimmetov
Physical-Technical Institute
e-mail: dzisaqov@gmail.com

Structural and optical properties of antimony selenide thin films are one of the key factors governing antimony selenide (Sb_2Se_3) solar cells performance. Thus, the controlling of structural and optical parameters and obtaining stoichiometric composition plays an essential role for photovoltaic application [1]. To date, number of deposition technics were implemented to obtain Sb_2Se_3 thin films, such as vapor transport deposition [2], close-spaced sublimation [3], rapid thermal evaporation [4], magnetron sputtering [5], pulsed laser deposition [6]. However, the selenium loss and re-evaporation of antimony selenide is inevitable [7] and it influences on properties of Sb_2Se_3 films. In order to suppress this phenomena, Sb_2Se_3 thin films deposited by chemical molecular beam deposition (CMBD) from separate antimony and selenium sources at 450 ^oC substrate temperature and the temperature of antimony was maintained at 900 ^oC. The controlling of selenium content during the deposition process was carried out by changing temperature of selenium source from 410 ^{o} C to 450 ^{o} C. Sb_xSe_y thin films deposited from separate high purity of 99.999% Sb and Se granules.

The measured Raman spectra of Sb_xSe_y films as-deposited with various chemical composition is illustrated in Fig.1. It can be seen that the Raman spectra show the phase transition dependence on chemical composition of samples. In our case, the Raman spectra of consist of peaks at 189 cm^{-1} and 210 cm^{-1} which is assigned to Sb_2Se_3 phase. It has been reported that peak positions at 188 cm^{-1} also belongs to Sb_2Se_3 obtained via a simple PEG-400 polymer chain-assisted growth route in the temperature range of 160–180°C [8]. Under Se-poor condition there were observed two antimony peaks at around 110 cm^{-1} and 150 cm^{-1} which is consistent with samples with atomic ratio Sb/Se=1.26 and Sb/Se=1.1 [9].

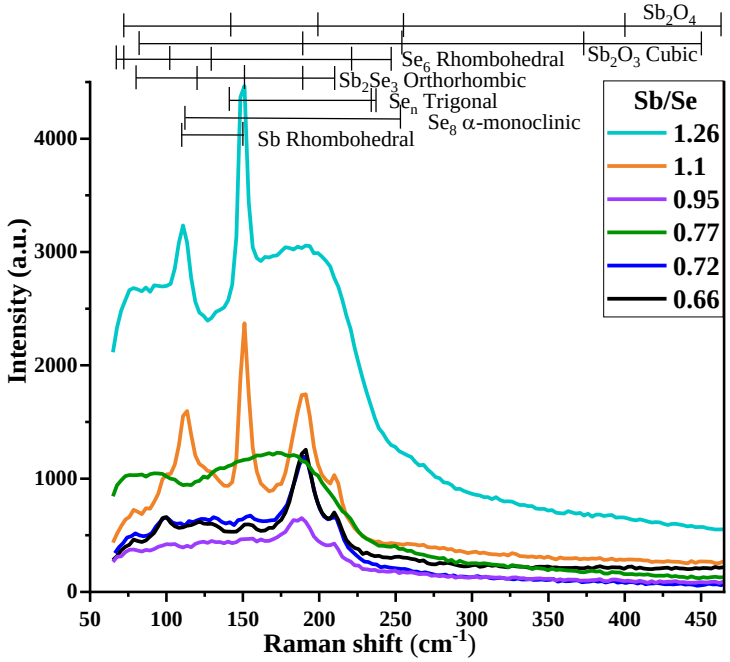


Fig.1 Raman spectra of Sb_xSe_y thin films with various chemical composition

In addition, intensities at 103 cm^{-1} and 153 cm^{-1} were detected in films deposited by a low-temperature vacuum evaporation (VE) process [10]. However, there is a peak at 189 cm^{-1} for the film with chemical composition Sb/Se=1.1 corresponding to Sb_2Se_3 as a result of the increase of Se in the film composition as compared to the film with Sb/Se=1.26, in the literature, the peaks at 190 cm^{-1} and 210 cm^{-1} are usually caused by Sb-Se vibration mode [11, 12]. As the chemical composition changes to Sb/Se=0.95, together with the appearance of the 189 cm^{-1}, others peaks are detected at 102 cm^{-1} and 210 cm^{-1} which is assigned to rhombohedral selenium and Sb_2Se_3, respectively [8]. The peak at about 103 cm^{-1} is assigned to Se_6 ring of rhombohedral Se [9]. As the subsequent changing of chemical composition from Sb/Se=0.95 to Sb/Se=0.72, there are peaks at 67-72 cm^{-1}, 102 cm^{-1}, 151 cm^{-1}, 190 cm^{-1}, 210 cm^{-1}. It should be noted that the intensities at 67-72 cm^{-1} and 210 cm^{-1} are also observed in the composition of 0.95 and 1.1. When the atomic ratio changes to Sb/Se=0.66, the sample shows a dominant intensity at 189 cm^{-1} with less intensities at 67-72 cm^{-1}, 102 cm^{-1}, 151 cm^{-1}, 210 cm^{-1}. Overall, the Raman spectra showed that the film deposited at 450 ^{o} C of the substrate temperature has peaks at 110 cm^{-1} and 150 cm^{-1} which are related to rhombohedral antimony under Se-poor condition. When Se increases in the film composition, there are detected decreasing of antimony intensities and antimony selenide phases emerged at 189 cm^{-1}, 210 cm^{-1} under Se-rich condition during deposition process suggesting good film quality.

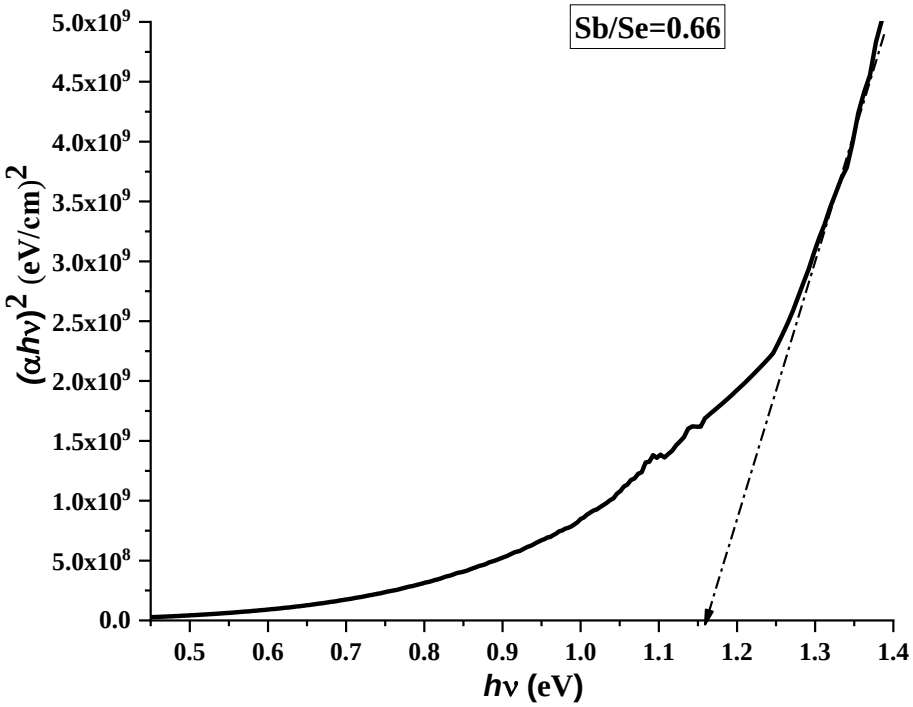


Fig.2. Tauc plot for the Sb_xSe_y film with atomic ratio 0.67

Fig. 2, shows a Tauc’s plot by fitting $(\alpha h\nu)^2$ versus hν for the Sb_xSe_y film with atomic ratio 0.67. The band gap of a semiconductor material is an one of the crucial parat characteristic, which can be obtained by measuring the optical diffuse reflectance of the powders. The absorption spectra of all samples was converted from diffuse reflectance data by using the Kubelka-Munk and Tauc functions. The band gap for the Sb_xSe_y film with atomic ratio 0.67 is 1.16eV.

References

1. Liang, Guang-Xing, et al. "Sputtered and selenized Sb2Se3 thin-film solar cells with open-circuit voltage exceeding 500 mV." *Nano Energy* 73 (2020): 104806.

2. Wen, Xixing, et al. "Vapor transport deposition of antimony selenide thin film solar cells with 7.6% efficiency." *Nature communications* 9.1 (2018): 1-10.
3. Li, Zhiqiang, et al. "9.2%-efficient core-shell structured antimony selenide nanorod array solar cells." *Nature communications* 10.1 (2019): 1-9.
4. Pan, Guoxing, et al. "Substrate structured Sb2S3 thin film solar cells fabricated by rapid thermal evaporation method." *Solar Energy* 182 (2019): 64-71.
5. Chen, Shuo, et al. "Magnetron sputtered Sb2Se3-based thin films towards high performance quasi-homojunction thin film solar cells." *Solar Energy Materials and Solar Cells* 203 (2019): 110154.
6. Yang, Ke, Bing Li, and Guanggen Zeng. "Sb2Se3 thin film solar cells prepared by pulsed laser deposition." *Journal of Alloys and Compounds* 821 (2020): 153505.
7. Yang, Ke, Bing Li, and Guanggen Zeng. "Effects of substrate temperature and SnO2 high resistive layer on Sb2Se3 thin film solar cells prepared by pulsed laser deposition." *Solar Energy Materials and Solar Cells* 208 (2020): 110381.
8. Ma X., Zhang Z., Wang X., Wang S., Xu F., Qian Y. Large-scale growth of wire-like Sb2Se3 microcrystallines via PEG-400 polymer chain-assisted route. J. Crys. Growth, 2004, vol. 263, pp. 491–497.
9. Shongalova, A., et al. "On the identification of Sb2Se3 using Raman scattering." *MRS communications* 8.3 (2018): 865-870.
10. Kumar, Arun, et al. "Raman Spectroscopy and In situ XRD probing of the thermal decomposition of Sb2Se3 thin films." *The Journal of Physical Chemistry C* 125.36 (2021): 19858-19865.
11. X. Ma, Z. Zhang, X. Wang, S. Wang, F. Xu, Y. Qian, Large-scale growth of wire-like Sb2Se3 microcrystallines via PEG-400 polymer chain-assisted route, J. Cryst. Growth 263 (2004) 491–497.
12. R. X. Liu, J. Chen, M. Luo, M. Leng, Z. Xia, Y. Zhou, S. Qin, D-J. Xue, L. Lv, H. Huang, D. Niu, and J. Tang: Thermal evaporation and characterization of Sb2Se3 thin film for substrate Sb2Se3/CdS solar cells. ACS Appl. Mater. Interfaces 6, 10687–10695 (2014)

KO‘P QATLAMLI QUYOSH ELEMENTI TARKIBIDAGI MATERIALLARNING MODELINI “LAMMPS” DASTURI YORDAMIDA O‘RGANISH.

O.Ahmedova
Andijon davlat universiteti

Hozirgi kunda elektr energiyasiga talab kundan kunga ortib bormoqda. Bu esa hozirgi kunda jadal rivojlanib borayotgan qayta tiklanuvchi energiya manbalari sohasidagi ulkan rivojlanishga sabab bo‘lmoqda. Quyosh energetikasi qayta tiklanadigan energetikaning eng istiqbolli tarmoqlaridan biridir. U butun dunyodagi neft, gaz, ko‘mir va boshqa energiya resurslarining energiyasidan ortiq bo‘lgan ulkan energetik salohiyatga ega.

Ohirgi yillarda mamlakatimizning iqtisodiy tarmoqlarida va ijtimoiy sohasida energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar amalga oshirilmoqda.

O‘zbekistonda yoqilg'i-energetika ta'minotini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasida qayta tiklanuvchi energiya manbalariga asoslangan elektr energiyasining Respublikaning umumiy energetikasidagi ulushi 2025-yilda 20% ni 2030-yilga kelib esa 25 % ni tashkil etishi kerak. Respublika bo‘yicha umumiy energetika quvvati 29,3 GVt ga yetishi rejalashtirilayotganini hisobga olsak, qurilishi rejalashtirilayotgan Quyosh, shamol elektrostansiyalarining yaqin yillarda ishga tushirilishi maqsadga muvofiqdir.

Quyosh energiyasidan samarali foydalanish uchun turli xil quyosh elementlari ishlab chiqilgan. Ushbu quyosh elementlarining samaradorligini oshirish maqsadida ularni turli dasturlar orqali modellashtirib o‘rganish qulaydir. Xususan, ko‘p qatlamli quyosh elementi tarkibidagi materiallarni o‘rganishda “LAMMPS” dasturidan foydalanish mumkin.

Ko‘p qatlamli quyosh elementi o‘zi nima? Masalan, agar bitta elementda ikkita lenta oralig'i bo‘lgan elementi bo‘lsa, biri qizil chiroqqa, ikkinchisi yashil rangga sozlangan bo‘lsa, u holda yashil, moviy va ko‘k rangdagi qo‘shimcha energiya faqat yashil rangga sezgir bo‘lgan materialning o‘tkazuvchanligi uchun yo‘qoladi, qizil, sariq va to‘q sariq ranglarning energiyasi faqat qizilga sezgir bo‘lgan materialning o‘tkazuvchanligi uchun yo‘qoladi. Bitta tarmoqli qurilmalar uchun o‘tkazilgan tahlillarga o‘xshash tahlillardan so‘ng, ikkita bo‘shliqli qurilma uchun mukammal tarmoqli bo‘shliqlar 0,77 eV va 1,70 eV bo‘ladi.

Qulaylik bilan ma'lum to‘lqin uzunligidagi yorug'lik kattaroq tarmoqli materiallar bilan kuchli ta'sir o‘tkazmaydi. Bu shuni anglatadiki, siz turli xil materiallarni bir-birining ustiga qatlam qilib, "tepada" eng qisqa to‘lqin uzunliklarini (eng katta tarmoqli oralig'ini) va element tanasi bo‘ylab ko‘paytirib, ko‘p qavatli katak yasashingiz mumkin. Fotonlar so‘rilishi uchun kerakli qatlamga erishish uchun elementdan o‘tishi kerak bo‘lganligi sababli, shaffof o‘tkazgichlar har bir qatlamda hosil bo‘ladigan elektronlarni yig'ish uchun foydalanish kerak. Ko‘p qatlamli quyosh elementi turli qatlamlardan foydalangan holda kiruvchi quyosh nurlarining turli to‘lqin uzunliklarini o‘zlashtirishga qodir, bu ularni quyosh nurini bir ulanishli elementga qaraganda elektr energiyasiga aylantirishda samaraliroq qiladi. Ular an'anaviy quyosh batareyalariga qaraganda bir necha barobar samaraliroq bo‘lish potentsialiga ega bo‘lsada, yuqori ishlab chiqarish xarajatlari va davom etayotgan tadqiqot va ishlanmalar ko‘p qatlamli quyosh elementi hozirda tijoratda mavjud emas yoki amalga oshirilishi mumkin emasligini anglatadi.

Ko‘p qatlamli quyosh elementi tandem quyosh batareyasining bir turi bo‘lib, ular quyosh nurlarining turli chastotalarini o‘zlashtirish uchun optimallashtirilgan yig'ilgan materiallardan tayyorlanganligini anglatadi.

Ko‘p qatlamli quyosh elementi qanday ishlaydi? Quyosh elementlari yarim o‘tkazgich materialdan, odatda kristalli quyosh elementidagi kremniydan tayyorlanadi. An'anaga ko‘ra,

quyosh elementi ikkita qatlamga ega: elektronlar kontsentratsiyasi yuqori bo‘lgan n-tipi va elektronlarning nisbatan past konsentratsiyasi bo‘lgan p-tipi. Quyosh nurlari n-tipli qatlamga tushganda, elektronlar bu qismdan ikkinchisiga oqib o‘tadi va tutilishi va quvvat uchun ishlatilishi mumkin bo‘lgan elektr tokini hosil qiladi. Ushbu turdagi quyosh elementi bitta ulanishli quyosh elementi sifatida tanilgan, chunki u p-n birikmasi deb nomlanuvchi n-tipli va p-tipli qatlamlar o‘rtasida bitta chegara bog'lanishga ega. Ushbu p-n o‘tish joylari quyosh batareyalarida elektr toklari oqadigan joydir.

LAMMPS L argemiqyosli A tomik/ M olekulyar M assiv P arallel S simulyatori degan ma'noni anglatadi.

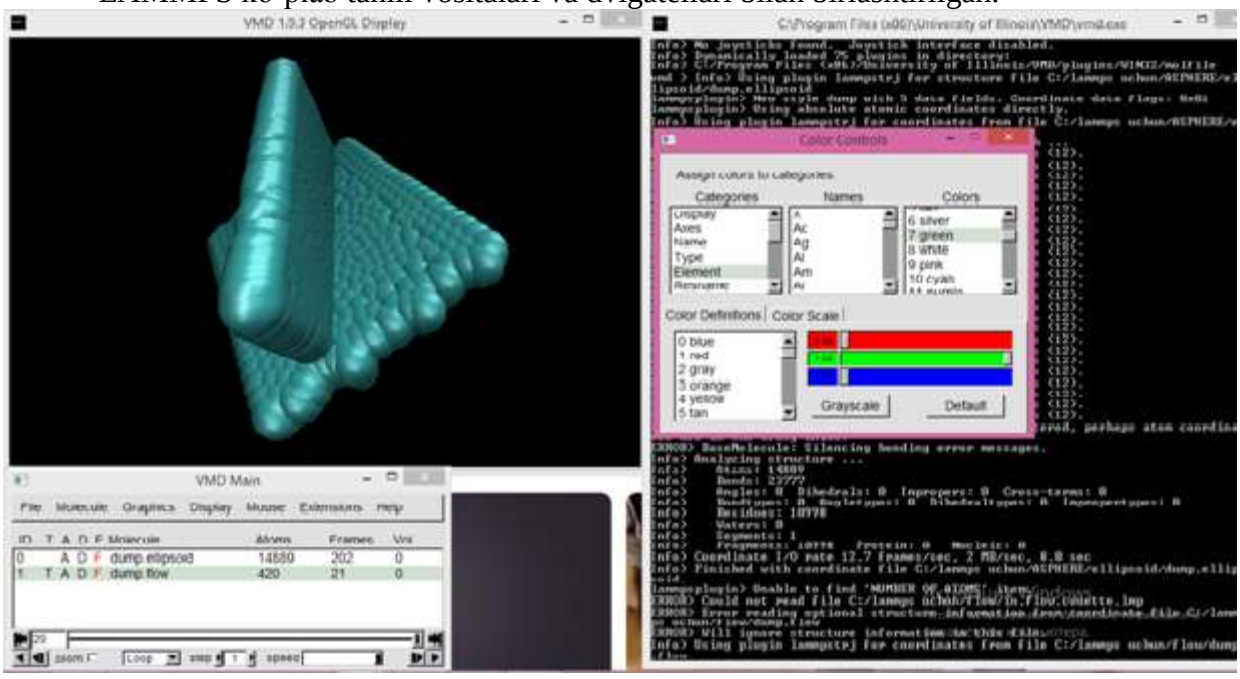
LAMMPS - bu materiallarni modellashtirishga qaratilgan klassik molekulyar dinamikani simulyatsiya kodi. U parallel kompyuterlarda samarali ishlash uchun mo‘ljallangan. U dastlab Sandia National Laboratories, AQSh Energetika Departamenti inshootida ishlab chiqilgan. LAMMPS uchun mablag'larning aksariyati AQSh Energetika Departamentidan (DOE) olingan. LAMMPS ochiq kodli kod bo‘lib, GNU Public License Version 2 (GPLv2) shartlariga muvofiq bepul tarqatiladi.

Hisoblash samaradorligi uchun LAMMPS qo‘shni ro‘yxatlardan foydalanadi (Verlet ro‘yxatlari) yaqin atrofdagi zarrachalarni kuzatib borish. Ro‘yxatlar zarrachalarning mahalliy zichligi hech qachon juda katta bo‘lmasligi uchun qisqa masofada turadigan zarralar bo‘lgan tizimlar uchun optimallashtirilgan.

Parallel kompyuterlarda LAMMPS simulyatsiya domenini kichik 3d kichik domenlarga bo‘lish uchun fazoviy-dekompozitsiya usullaridan foydalanadi, ulardan bittasi har bir protsessorga beriladi. Protsessorlar aloqa qiladi va saqlaydi arvoh o‘zlarining pastki domenlari bilan chegaradosh atomlar uchun atom ma'lumotlari. LAMMPS zarrachalari taxminan bir xil zichlikka ega bo‘lgan to‘rtburchaklar to‘rtburchak qutini to‘ldiradigan tizimlar uchun (parallel hisoblash ma'nosida) eng samarali hisoblanadi.

LAMMPS shuningdek, tezlashtirilgan usulda spin va molekulyar dinamikani birlashtirishga imkon beradi.

LAMMPS ko‘plab tahlil vositalari va dvigatellari bilan birlashtirilgan.



1-rasm. Lammps dasturida yaratilgan ko‘p qatlamli quyosh elementi modelining tarkibidagi tanlangan material turini o‘zgartirish ketma ketligi.

LAMMPS dasturida yaratilgan ko‘p qatlamli quyosh elementi modelini VMD dasturi yordamida ochish va uning parametrlaridagi natijalarni ko‘rish mumkin. Bundan tashqari asos modda sifatida tanlangan modda turini o‘zgartirish orqali ushbu modelni boshqa modda turiga tarkibini o‘zgartirish orqali ham o‘rganish mumkin.

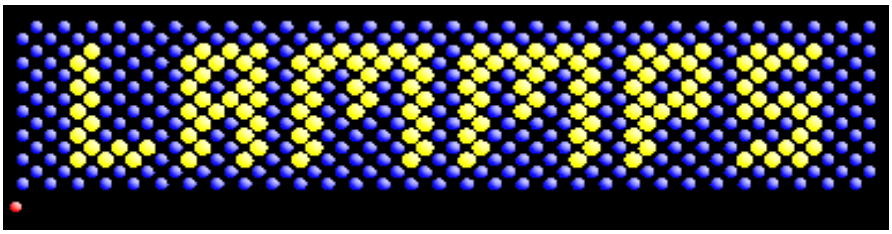
Adabiyotlar

1. "LAMMPS molekulyar dinamikasi simulyatori". Sandia milliy laboratoriyalari. Olingan 2010-10-03.
2. Plimpton, S. (1993-05-01). "Qisqa diapazonli molekulyar dinamikaning tezkor parallel algoritmlari". doi:10.2172/10176421.
3. Tranchida, Julien Gay; Yog'och, Mitchell; Mur, Sten Jerald (2018-09-01). "Kuchli parallel doiradagi magnitlangan spin dinamikasi va molekulyar dinamikasi: LDRD yakuniy hisoboti". doi:10.2172/1493836. OSTI 1493836.
4. Stukovski, Aleksandr (2009-12-15). "OVITO yordamida atomistik simulyatsiya ma'lumotlarini vizualizatsiya qilish va tahlil qilish - Ochiq vizualizatsiya vositasi". Materialshunoslik va muhandislikda modellashtirish va simulyatsiya. 18 (1): 015012. doi:10.1088/0965-0393/18/1/015012. ISSN 0965-0393.
5. "dSEAMS: Molekulyar simulyatsiyalar uchun kechiktirilgan strukturaviy yoritishni tahlil qilish". doi:10.1021 / acs.jcim.0c00031.s001.
6. Makgibbon, Robert T; Beauchamp, Kayl A; Shvants, Kristian R; Vang, Li-Ping; Ernandes, Karlos X; Harrigan, Metyu P; Leyn, Tomas J; Salyangozlar, Jeyson M; Pande, Vijay S (2014-09-09). "MDTraj: molekulyar dinamikaning traektoriyalarini tahlil qilish uchun zamonaviy, ochiq kutubxona". Biofizika jurnali. 109 (8): 1528–32. bioRxiv 10.1101/008896. doi:10.1016 / j.bpj.2015.08.015. PMC 4623899. PMID 26488642.
7.Tashqi havolalar olingan 2010-10-03.
8. Plimpton, S. (1993-05-01). "Qisqa diapazonli molekulyar dinamikaning tezkor parallel algoritmlari". doi:10.2172/10176421.
9. Tranchida, Julien Gay; Yog'och, Mitchell; Mur, Sten Jerald (2018-09-01). "Kuchli parallel doiradagi magnitlangan spin dinamikasi va molekulyar dinamikasi: LDRD yakuniy hisoboti". doi:10.2172/1493836. OSTI 1493836.
10.Stukovski, Aleksandr (2009-12-15). "OVITO yordamida atomistik simulyatsiya ma'lumotlarini vizualizatsiya qilish va tahlil qilish - Ochiq vizualizatsiya vositasi". Materialshunoslik va muhandislikda modellashtirish va simulyatsiya. 18 (1): 015012. doi:10.1088/0965-0393/18/1/015012. ISSN 0965-0393.
11. "dSEAMS: Molekulyar simulyatsiyalar uchun kechiktirilgan strukturaviy yoritishni tahlil qilish". doi:10.1021 / acs.jcim.0c00031.s001.
12. Makgibbon, Robert T; Beauchamp, Kayl A; Shvants, Kristian R; Vang, Li-Ping; Ernandes, Karlos X; Harrigan, Metyu P; Leyn, Tomas J; Salyangozlar, Jeyson M; Pande, Vijay S (2014-09-09). "MDTraj: molekulyar dinamikaning traektoriyalarini tahlil qilish uchun zamonaviy, ochiq kutubxona". Biofizika jurnali. 109 (8): 1528–32. bioRxiv 10.1101/008896. doi:10.1016 / j.bpj.2015.08.015. PMC 4623899. PMID 26488642.

QUYOSH ELEMENTINI TASHKIL QILUVCHI MATERIALLARNI 2D KO‘RINISHIDA TAHLIL QILISH

M.Komilov, J.Ziyoitdinov,M.Abdumannopova
Andijon davlat universiteti

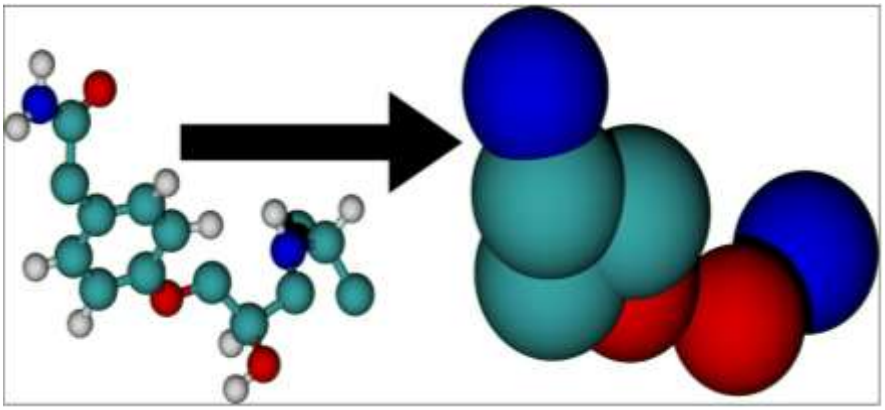
Ma’lumki hozirgi kunda barcha davlatlarda xususan O‘zbekistonda ham energiyaga bo‘lgan ehtiyoj katta. Shu sababdan yurtboshimizni 2023-yil energetika tizimiga katta o‘zgartirishlar va yangi turdagi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risidagi qonunlarni ishlab chiqdi. Bunga ko‘ra, O‘zbekiston hududi quyoshli kun hisoblanib yilning 290 va 300 kungacha bo‘lgan vaqtlari quyoshli hisoblandi. Energetika tizimiga qo‘shimcha, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish istiqbolli deb topildi. Xususan quyosh energiyasidan foydalanish, suv oqimidan foydalanish, shamol energiyasidan foydalanish va boshqa tur energiya manbalaridan foydalanish shular jumlasidandir. Hozirda O‘zbekistonning barcha hududlari bo‘ylab energiya iste’moliga ko‘ra, quyosh panellari o‘rnatilib kelinmoqda. Buning sababi esa quyosh energiyasidan foydalanish biz uchun qayta tiklanuvchi energiya manbalarining barchasidan samarali bo‘lishidir. Quyosh panellari atrof-muhit ta’siriga chidamli, yaroqlilik muddati uzoq, foydali ish koeffitsiyenti qanchalik barqaror bo‘lsa energiya olish shuncha ko‘payaveradi. Quyosh panellari turli xildagi materialdan foydalangan holda ishlab chiqiladi, lekin asosiy material kremniy hisoblanadi. Quyosh elementlarida kechadigan fizik jarayonlar juda murakkab bo‘lib materialning har bir parametri bo‘yicha ish ko‘rish albatta muhim rol o‘ynaydi. Quyosh elementini samaradorligini oshirish uchun uchun uning tarkibidagi materialning barcha xossalarini o‘rganib chiqish darkor. Xususan, element tarkibidagi atom molekulalar tuzilishi, ular orasidagi o‘zaro ta’sirlashuv kuchlari, o‘zaro ta’sir potensial energiyasi, atomlar orasidagi bog‘lanishlar va boshqa parametrlarni o‘rganish muhim hisoblandi. Quyosh elementi materiali xossalari o‘zgartirib, biz quyosh panelini foydali ish koeffitsiyentini oshirishni yo‘lga qo‘ymoqchimiz. Bundan boshqa paramertlarni ham o‘zgartirib ham uning foydali ish koeffitsiyentini oshirish mumkin, lekin hozirda aytmoqchi bo‘lgan parametrlarimizni o‘zgartirsak, quyosh elementini yutilish koeffitsiyenti, o‘tish koeffitsiyenti, issiqlik qabul qiluvchanligi, taqiqlangan soha kengligi ham o‘zgaradi. Ushbu parametrlar esa quyosh elementining foydali ish koeffitsiyentini ham albatta oshiradi. Biz o‘rganayotgan dastur orqali quyosh elementidagi ko‘plab kattaliklarni tahlil qilib, ularni ayrim parametrlarini o‘zgartirish imkoniga ega bo‘lamiz. Bu dastur LAMMPS dasturi hisoblandi.



1-rasm. LAMMPS dasturi ishchi oynasining ko‘rinishi.

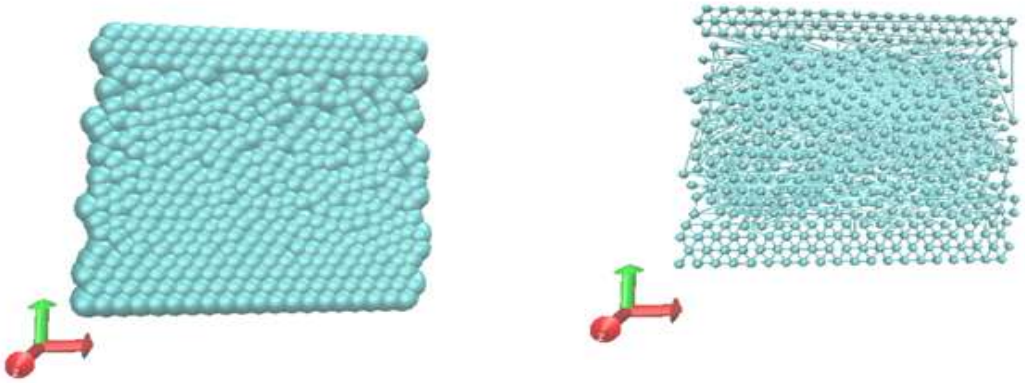
Bu dasturda quyosh elementining tarkibidagi atomlar orasidagi joylashuv, ularni o‘zaro ta’sirlashuvi, ularda kechadigan issiqlik harakatini kuzatish imkonini beradi. Ushbu dasturning imkoniyatlari juda keng bo‘lib, barcha fanlar yuzasidagi kattaliklarni ham o‘rganish mumkin. Xususan, moddalarning kimyoviy tuzilishi, ularning bog‘lanishi, biologik tuzilishi ularni vizual holdagi tasvirlari va moddalar almashinuvi harakatini ham ko‘rsatib bera oladi. Bundan biz atom tuzilishini modeli yasadik va bog‘lanishlarini o‘rgandik va 2D modelini tuzishga harakat qildik. Bundan asosiy maqsad shuki, atomlar orasidagi bog‘lanish, bog‘lamlarning o‘lchami, ular orasidagi issiqlik harakati hamda ularga kiritilayotgan yangi

moddalarda mustahkam bog‘ hosil qilishdan iboratdir. LAMMPS dasturida moddalarning bir-biriga diffuziya qilish, qatlam hosil, qatlamlardagi bog‘lanish хossalarini o‘rganish ham mumkin.



2-rasm. Kimyoviy elementni molekula holatdan atom holatga kelishi.

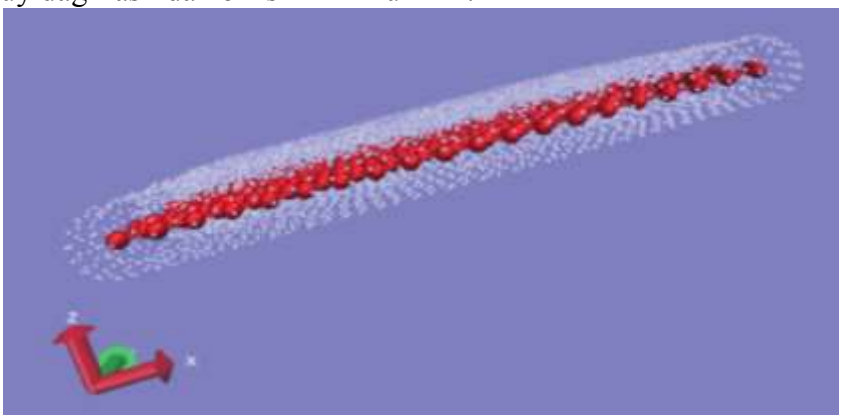
Xususan molekula va atom xossalarini o‘rganish mumkin. Biz ushbu dastur orqali quyosh elementini materialini o‘zgartirgan holda boshqa modda yaratishni ko‘zda tutdik. Bu ko‘rilayotgan moddamiz optimal samara beruvchi quyosh elementi bo‘lib xizmat qiladi. Dastur bilan birgalikda barcha qiymatlarni ko‘rsatib beruvchi vizual holda molekulalarni ko‘rsatib beruvchi qurilma orqali ko‘rish imkoniga ega bo‘lamiz. Dastlab LAMMPS dasturidagi kutubxonasidan barcha fizik parametrlarni ko‘rib chiqamiz. Shundan so‘ng, ulardan foydalanib moddalarning 2D holatini yasaymiz. Yasashdan oldin moddalar joylashuvi, olarni qaysi o‘qda qanday joylashuvini algoritmini tuzib chiqamiz. Modda atomlari orasidagi masofa angestremlarda o‘lchanadi va modda molekulalari bog‘lanishdagi bog‘lam o‘lchami kiritiladi. Bunga sabab esa, bog‘lam kuchli yoki kuchsiz bo‘lishi uning qalinligiga bog‘liq ekanligidir. Ularni harakati asosan *vx, vy, vz* o‘qlarida harakatda bo‘ladi ularni harakatini vaqtini pemtosekundlarda qo‘yishimiz kerak. Harakat vaqti diffuziya qilish imkonida molekulalarni bir-biriga va yangi molekula bilan ta’sirlashish jarayonida yuzaga keladi. Har bir molekula orqali modda yaratishda ularni yuqori va quyi chegaralari qo‘yiladi. Bu chegaralar esa kimyoviy bog‘lanishni buzilishiga yoki bunday bog‘lanish mavjud bo‘lmasligiga olib keladi. LAMMPS dasturi orqali yozilgan algoritmlarni vizual studio orqali moddaning umumiy ko‘rinishini hosil qilamiz. Natijada, ekranda moddalar joylashuvini molekula ko‘rinishida tasvirlash imkoniyatiga ega bo‘lamiz.



3-rasm. Dasturda tuzilgan modda molekulalari va ularni bog‘lanishi**.**

Moddalar joylashuvini o‘zgartirish, ularga diffuziya qilish, molekulalarni harakatga keltirish va molekulyar bog‘lanishlarni o‘zgartirish visual studio orqali amalga oshiriladi, ya’ni VMD studiosi orqali. Bu studioda barcha elementlar mavjud bo‘lib materialni *x,y,z* o‘qlari bo‘yicha o‘stirish imkoniga ega bo‘lamiz. Jumladan, barcha tomonidan boshqa

elementni qoplaymiz. Bunga biz kremniy elementiga boshqa elementni joylab qatlam hosil qilganmiz. Buni quyidagi rasmda ko‘rishimiz mumkin.



4-rasm. Yangi hosil qilingan moddani visual studioda ko‘rinishi.

Bu uslubda yangi modda hosil qilish o‘ziga xos uslub hisoblanib, model ko‘rinishni yasash imkonini beradi. Dastab, dasturga kiritilgan kodlar orqali ularga boshqa parametrlar ham kiritish mumkin bo‘ladi. Buning uchun ushbu o‘lchamda ishlaydigan har bir qonuniyatlarni ham kiritish kerak. Masalan, Lenar Jons qonuniyatini aytishimiz mumkin. Ushbu qonuniyatning qisqacha mazmun-mohiyati shundan iboratki, modda molekulalari orasidagi bog‘ hosil bo‘lishiga qarab o‘zaro ta’sir potensial energiya ham o‘zgarishini belgilaydi.

Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkinki, ushbu dasturlar orqali yangi turdagi moddalarni yaratish, tayyor moddalarning tarkibi bilan ishlash, kimyoviy elementlarga boshqa bir kimyoviy elementni kiritish imkoniyatini beradi. Yaratmoqchi bo‘lgan quyosh elementlarini optik va elektrik xususiyatlarini oshirishga imkon beradi.

Adabiyotlar

1. M.Nosirov Modern methods of the solving of physical tasks with use of information technologies, ADU xabarnomasi, 2010, 21-26 b.

2. М.Насиров, Р.Алиев, Б.Туланова, А.Базаров. Изучение электрического поля на компьютере с использованием анимаций и численных методов, Москва, Физика в школе, №1, 2011, с.40-43.

3. S.Kerli and Alver, “Preparation and characterisation of ZnO/NiO nanocomposite particles for solar cell applications,” Journal of Nanotechnology, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/4028062.

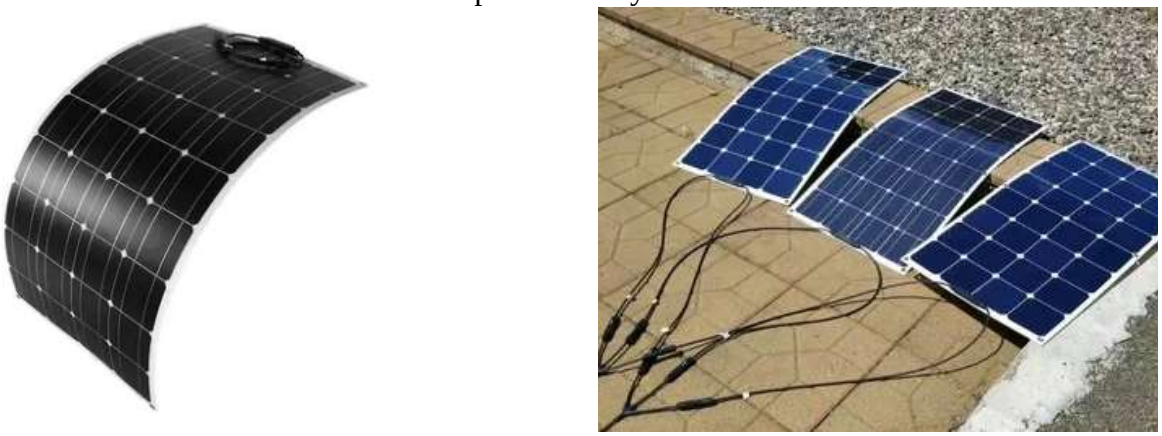
KREMNIYLI QUYOSH ELEMENTLARI ASOSIDAGI EGILUVCHAN QUYOSH PANELLARINING AFZALLIKLARI

D.A.Xonbutayeva [1], J.I.Qahhorov [2], R.B.Rahmatullayev[2]
[1]Andijon mashinasozlik instituti
[2]Andijon davlat universiteti

Quyosh energetikasi qayta tiklanadigan energiyaning istiqbolli manbai bo‘lib, jahonning o‘sib borayotgan energiya talablarini qondirish imkoniyatiga ega. Biroq, an'anaviy quyosh elementlari qattiq va katta hajmga ega, bu ularning turli sohalarda qo'llanilishini cheklaydi. Ushbu cheklovni bartaraf etish uchun hozirgi kunda jahonda yetakchi ilmiy tadqiqot markazlari egiluvchan quyosh panellarni ishlab chiqish ustida ishlar olib borishmoqda. Ular keng ko'lamli ilovalarga, jumladan, kiyinadigan qurilmalar, notekkis joylashgan landshaftga ega binoga o'rnatiladigan quyosh panellari va ko'chma elektronika qurilmalarida foydalanish mumkin. Ushbu maqolada biz egiluvchan quyosh panellarining rivojlanishi va ularning afzalliklarini muhokama qilamiz.

Moslashuvchan quyosh panellari yupqa, yengil va egiluvchan bo'lib, bu ularni moslashuvchanlik va ko'chmalikni talab qiladigan qurilma va jihozlar uchun qulay hisoblanadi. Kremniyli quyosh elementlari yuqori samaradorlik va ishonchlilik tufayli dunyodagi eng keng tarqalgan quyosh panellari hisoblanadi. Biroq, kremniyli quyosh elementlari asosidagi egiluvchan quyosh panellarini ishlab chiqish kremniyning mo'rt tabiati tufayli qiyin bo'ladi. Ushbu qiyinchilikni bartaraf etish uchun biz kremniyli quyosh elementlarini lazer orqali kesib, egiluvchan EVA plyonkasiga yotqizishning yangi usullarini ishlab chiqdilar.

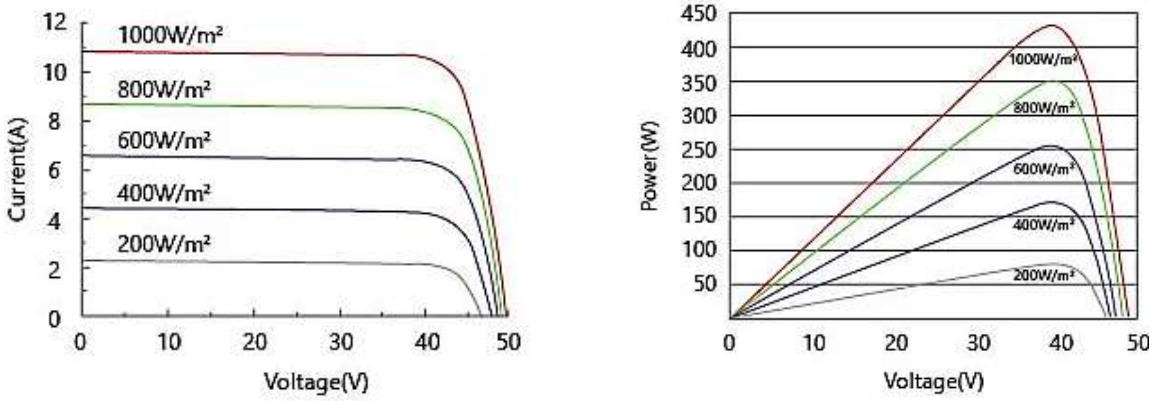
Kremniyli quyosh elementlari asosida egiluvchan quyosh panellarini yaratish bo'yicha eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Ushbu tadqiqotlar kremniyni quyosh elementlarini lazer orqali kesib olib, ularni ketma-ket ulash orqali kerakli parametrdagi kuchlanganlik va quvvatni olishga erishiladi. Ushbu egiluvchan quyosh panellarining ishlashi samaradorlik, chidamlilik va moslashuvchanlik kabi turli parametrlar yordamida baholanadi.



1-rasm. Monokristal kremniyli quyosh elementlaridan yasalgan egiluvchan quyosh panellari

Eksperimental tadqiqotlar bilan bir qatorda, kremniyli quyosh elementlari asosidagi moslashuvchan quyosh panellarining dizayni va ishlashini optimallashtirish uchun modellashtirish ishlari ham olib borildi. Ushbu tadqiqotlar turli xil sharoitlarda moslashuvchan quyosh panellarining parametrlarini bashorat qilish uchun kompyuter simulyatsiyalaridan foydalanishni o'z ichiga oladi. Simulyatsiyalar tadqiqot jarayonida

moslashuvchan quyosh panellari uchun optimal materiallar, qalinliklar va konfiguratsiyalarni aniqlashda yordam beradi.



a) b)

2-rasm. Yarimo’tkazgichli Egiluvchan quyosh panelining *a)* volt-amper xarakteristikasi va *b)* salt ishlash kuchlanishini quvvatga bog’liqlik grafiklari.

Kremniyli quyosh elementlari asosidagi egiluvchan quyosh panellarini ishlab chiqish bir qator afzalliklarga ega. Ushbu quyosh panellari afzalliklaridan biri portativligi, osongina o'ralishi yoki taklab-yig’ilishi mumkin, bu ularni tashish va o'rnatishni osonlashtiradi. Bu ularni an'anaviy quyosh panellarini ishlatish mumkin bo'lmagan chekka hududlarda foydalanish uchun qulay. Bundan tashqari, egiluvchan quyosh panellari kiyim-kechak, ryukzak va chodirlarni o'z ichiga olgan keng doiradagi loyihalarda qo’llash mumkin, Ular sayohat paytida elektron qurilmalarni quvvat bilan ta'minlaydi. Ikkinchidan, boshqa turdagi moslashuvchan quyosh panellari bilan solishtirganda yuqori samaradorlikka ega. Kremniyli quyosh elementlari 26% gacha samaradorlikka ega, bu boshqa turdagi egiluvchan quyosh panellarining samaradorligidan yuqori.

Xulosa qilib aytganda, kremniyli quyosh elementlari asosidagi egiluvchan quyosh panellarini eksperimental va modellashtirish bo'yicha ishlar quyosh energiyasinidan elektr energiyasini ishlab chiqarish va undan foydalanish usulini inqilob qilish potentsialiga ega bo'lgan istiqbolli tadqiqot yo'nalishidir. Ushbu quyosh panellari yupqa, yengil va egiluvchan, bu ularni moslashuvchanlik va ko'chmalikni talab qiladigan ilovalar qulay. Texnologiya takomillashib borar ekan, kelajakda kremniyli quyosh elementlari asosidagi egiluvchan quyosh panellarining kengroq qo'llanilishini kutishimiz mumkin.

Adabiyotlar

1. Merten, J., Asensi, J.M., Voz, C., et al., Improved equivalent circuit and analytical model for amorphous silicon solar cells and modules, IEEE Trans. Electron Devices, 1998, vol. 45, no. 2, pp. 423–429.
2. Voswinckel, S., Wesselak, V., and Lustermann, B., Behaviour of amorphous silicon solar modules: a parameter study, Solar Energy, 2013, vol. 92, pp. 206–213.
3. Ikegami, T., Maezono, T., Nakanishi, F., et al., Estima tion of equivalent circuit parameters of PV module and its application to optimal operation of PV system, Solar Energy Mater. Solar Cells, 2001, vol. 67, no. 1, pp. 389– 395.
4. King, D.L., Kratochvil, J.A., and Boyson, W.E., Photovoltaic array performance model. United States, Department of Energy, 2004.

LEGIRLANGAN KREMNIYGA TERMIK ISHLOV BERISH.

Sh.X.Daliyev, M.N.Abduraxmonova
Farg’ona davlat universiteti

Hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan yarimo‘tkazgichli asboblar va integral sxemalar u yoki bu jihatdan issiqlik ta’siriga duchor bo‘lar ekan. Shuning uchun, issiqlik ishlov berish jarayonida, kremniyda qanday o‘zgarishlar sodir bo‘lishini aniqlash lozim. Kremniyni qisqa vaqtda va nisbatan yuqori haroratda qizdirish, uning elektrofizik xususiyatlarini (konsentratsiya va zaryad tashuvchilar yashash vaqti) o‘zgartirib yangi strukturaviy nuqsonlar va boshlang‘ich materialdagi nuqsonlarning qayta o‘zgartishga olib keladi.

Termik ishlov berish natijasida kremniyning elektrofizik xususiyatlari o‘zgaradi, kremniyning taqiqlangan zonasida murakkab spektrli lokal sathlarning (issiqlik markazlari) hosil bo‘lishi bilan bog‘liq ekan. Mazkur issiqlik markazlari manbai, bu kristall hajmi va sirti hisoblanadi.

Past haroratli ishlov berishda hosil bo‘ladigan markazlar, odatda elektr faol kremniy-kislorod komplekslari hosil qilishi va undan tashqari kristallning turli chala nuqson komplekslari bilan bog‘liq.

Kremniyga issiqlik ishlov berish jarayonida asosan donor tipdagi nuqsonlar hosil bo‘lar ekan. Bunday kremniydagi termik nuqsonlarning hosil bo‘lishida kislorod asosiy rolini o‘ynaydi. Ma’lumki, Choxralskiy usulida o‘stirilgan kremniyga past haroratli ishlov berilganda, ya’ni 300-500 ^{0}C da issiqlik donorlari (termodonorlar) hosil bo‘lar ekan. Donor tipidagi markazlarning hosil bo‘lishi, SiO_4 tetroedr tipidagi birinchi yoki ikkinchi tartibli kremniy-kislorod komplekslarining hosil bo‘lishi bilan tushuntiriladi.

Past haroratli ishlov berishda issiqlik nuqsonlarini hosil bo‘lishi, kislorodning kremniydagi to’yingan qattiq eritmasining ertaroq bo‘linishi hisobiga ekan. Haqiqatan, 450^{0}C da uzoq vaqt temperaturaviy ishlov berilsa, termik nuqsonlar maksimal konsentratsiyaga erishishgandan so‘ng, ularning konsentratsiyasi kamayishi aniqlangan.

Kislorod miqdoriga qarab, kremniydagi termik nuqsonlarning maksimal konsentratsiyasi kubik bog‘lanishga ega ekanligi, kislorod kompleksni 4 atomdan katta elektr faol bo‘lmay kattalashish jarayoni sodir bo‘ladi. Shunday qilib berilgan temperaturada muvozanatga erishish statsionar holat deyiladi. Mazkur markazning keraklicha to‘planishi temperaturani oshishiga qattiq eritmaning tez bo‘linishiga, natijada kurtaklarni o‘ta yuqori konsentratsiyasi (>10^{15} sm^3) hosil bo‘lishiga olib kelar ekan. To‘yinish darajasini kamayishi sirtiy energiyaning ortishi hisobiga pretsipitatlarning ittifoqini xosil qiladi.

Issiqlik ishlov berishning harorati oshirilganda o‘ta murakkab komplekslar SiO_4 (x=4) hosil bo‘ladi, ular donor xususiyatga ega emas ekan. Haroratni yana ham oshirish ya’ni 600-900^0 C ga yuqoridagi komplekslar bo‘linishi sodir bo‘lib, natijada erkin strukturali SiO_4 guruhi hosil bo‘lib, u issiqlik nuqsonlar o‘sishining ikkinchi sohasiga to‘g‘ri kelar ekan. Namunalarga oldindan uzoq vaqt 350-500^0 C da ishlov berilsa, issiqlik nuqsonlar konsentratsiyasining ikkinchi sohasida o‘sishi aniqlangan.

Termik ishlov berishda sirtga kirishmalarni ketkazish, sirt iflosliklarini parchalash va uchuvchi birikmalarni bug’lantirish uchun qo’llaniladi. Termik ishlov to’g’ridan to’g’ri oksidlash epitaksiya va boshqa jarayonlar oldidan vakuumli va termik qurilmalarda olib boriladi. Masalan, kremniy plastinkada epitaksial qatlam o’stirishda,qoplovchi gaz pardalar va namliklar sirtidan uzoqlashtirish uchun oksidlanish temperaturasigacha qizdiriladi. Yarim o’tkazgich plastinkalarni vakuumda termik ishlov berishda oksidlangan sirtdan namligini, karbonat angidrid gazini, yengil uglevodlarni 400^0 C da oson uchirib yuborish mumkin. Kremniy sirtidan oksid parda 900 ^{0} C dan yuqori temperaturada ketadi. Kremniyli epitaksial

qatlamni hosil qilishdan oldin oksid pardani vodorod muhitida 1200 ^{0} C termik ishlov berish bilan ketkaziladi. Keramika, shisha, kvars, sapfir tagliklarning oxirgi amallari vakuumda ishlov berishdir. Termik ishlovni samaradorligi, albatta, temperaturaning ortishi bilan yaxshi bo’ladi, biroq kirishmalarning diffuziyasi va materialning erib ketishi bilan chegaralangan.

Issiqlik ishlovi jarayonida, ya’ni temperaturaning 600-800^0 C da, qachonki, tuyingan qattiq eritmaning bo‘linish kompensatsiya hodisasi natijasida kislorod komplekslarining dissotsiatsiyasi oddiy holga utib boradi. Bunda kislorod tetraedrining elektr xususiyatlari yana ham o‘zni namoyon qiladi. Yuqori harorat ishlov berishda markazlarning hosil bo‘lishi kristallning hajmi va sirtida bo‘layotgan jarayonlarning yuzaga kelishi bilan bog‘liq ekan. Yuqori haroratli ishlov berish jarayonida uzoq vaqtli qizdirishda sirtning roli ochilib, sirtning nisbiy roli hajm maydon munasabati hisobiga ortdi, undan tashqari yana diffuziya koeffitsienti oshishi, masalan: dislokatsiya zichligining oshishi hisobiga 800-1250^0 C da yuqori haroratli ishlov berishda yashash vaqtini o‘zgarishi sodir bo‘ladi, bu o‘z navbatida kristall hajmida sodir bo‘lishi jarayoni bilangina bog‘liq bo‘lmay, balki sirtdagi kirindilarni diffuziyasi bilan ham bog‘liqdir. Maxsus choralar ko‘rilmasa, asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning kamaytirilishi kirindilarni diffuziyasi asosiy rolni o‘ynashi mumkin. Qator ishlarda asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning 2-3 mk.sek gacha kamayishi mumkinligi ko‘rsatilgan. 1200 ^{0} C da asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning kamayishi katta tezlikda sovutilganda maksimal bo‘ladi, qizdirishga olib kelishi natijasida rekombinatsion markazlar konsentratsiyasining kamayishiga olib keladi, sekin sovutilganda hosil bo‘lgan rekombinitsiya maxsus energetik holat energiya intervaliga Ev+(0,1 ÷ 0,02) eV mos tushar ekan.

Adabiyotlar

1. Yarimo’tkazgichlar fizikasi lug’ati. Nazirov N., Teshaboyev A., Toshkent -2008.
2. Yarimo’tkazgichlar va yarimo’tkazgichli asboblar texnologiyasi. Teshaboyev A. , Zaynobidinov S., Musayev E. Toshkent – 2006.
3. Yarimo’tkazgichlarda atomlar diffuziyasi. Zaynobiddinov S. , Yo’lchiyev Sh. , Nazirov M. Toshkent.
4. Akramov H., Zaynabiddinov C., Teshaboyev A. Yarim o’tkazgichlarda fotoelektrik hodisalar. O'quv qo'llanma. -T.: O’zbekiston, 1994. – 134 b.

METALLOKSIDLI QUYOSH ELEMENTLARI

M.B.Rasulova
Andijon mashinasozlik institute

Jamiyat qayta tiklanadigan energiya kelajagiga qarab rivojlanar ekan, quyosh elementlari yorug'likni iloji boricha samarali ravishda elektr energiyasiga aylantirishi juda muhimdir. Fotovoltaikalar bugungi kunda ekologik toza energiya manbalarini rivojlantirishning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun quyosh nurini elektr energiyasiga aylantirish tezligini yaxshilash, quyosh batareyalari samaradorligini oshirish ya’ni, arzon, ekologik toza va yer yuzida ko'p miqdorda fotoaktiv materiallardan foydalanadigan, tegishli yarimo'tkazgichli tuzilishga ega bo'lgan muqobil variantlarni topish dolzarbdir.

Ko’plab metallooksidlar orasida quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish, ko’p qatlamli geterotuzilmalar tayyorlash uchun mos keladigani materiallar bor. Metall oksidi (M_nO_x) asosidagi quyosh elementlari an'anaviy quyosh batareyalarida yuzaga keladigan ba'zi muammolarni hal qilish potentsialiga ega. Ularning xossalarining ajoyib ko'p qirraliligi va oddiy, arzon va oson ishlab chiqarish usullari bilan ishlab chiqarilishi mumkin. M_nO_x odatda quyosh batareyalarida shaffof o'tkazuvchan elektrodlar ,elektron (TiO_2, SnO_2, ZnO, Fe O3 va boshqalar) kabi funktsional qatlamlar sifatida ishlatiladi. Asosiy (qo'shilgan va qo'shilmagan) yarimo'tkazgich oksidlari Organik va perovskit quyosh elementlari kabi zamonaviy fotoelementlarining uzoq yillar barqarorligini ta'minlashini ko'rsatdi, bu elementlarni sanoatlashtirish va tijoratlashtirish yo'lidagi muhim qadamdir[1]. Quyosh elementlarining turli tuzilmalari va kombinatsiyalarini o'rganish uchun har xil metalloksidli yarimo'tkazgichlar qo'llaniladi. 1-jadvalda ba'zi bir tabiatda keng tarqalgan yarimo'tkazgichli metalloksidlarning ayrim xususiyatlari ko’rsatilgan.

Yarimo’tkazgichli metalloksidlarning ayrim xossalari

1-jadval

№	Yarimo’tkazgichli materiallar	Taqiqlangan soha kengligi(E_g, eV)	Elektronga yaqinligi(Xe,eV)	E_g+Xe
1	ZnO	3.37	4.2~4.6	7.6~8
2	TiO2.	3.0~3.3	3.9~4.1 6	9~7.4
3	ITO	3.6~4.06	>4.7	(8.3~8.76
4	CuO	1.21~1.51	4.07	5.28~5.58
5	Cu2O	2.10	3.20	5.30
6	Fe2O3	2.0~2.1	3.88	5.88~5.98

Ular fotovoltaika uchun potentsial yarimo'tkazgichlar guruhi sifatida taklif etiladi[2]. Biroq, turli xil metalloksid(MO) materiallarning muammolari tufayli, quyosh batareyalari hali ham amalda qo'llanilmaydi. Birinchidan, MO yarimo'tkazgichlarida har doim juda ko'p nuqsonlar mavjud bo'lib, ularni hozirda samarali tarzda kamaytirish mumkin emas. Ikkinchidan, uchun ko'pgina MO yarimo'tkazgichlarda u n-tipi va p-tipining boshqariladigan o'tkazuvchanligini ta'minlay olmaydi, lekin oddiygina zaif tabiiy n-tipli yoki p-tipli o'tkazuvchanlik samarali rekombinatsiya markazlari vazifasini bajaradigan kislorod/metall bo'shliqlari/interstitslari tomonidan kiritiladi. Shuning uchun ularni getero tuzilmalardan foydalanish kerak. Bundan tashqari, panjara mos kelmasligi natijasida kelib chiqadigan getero-tuzilma interfeysi holatlari ham MO quyosh batareyasining ish faoliyatini yomonlashtiradigan samarali rekombinatsiya markazlari mavjud. Ideal holatlarda TiO_2/CuO

getero-tuzilmali quyosh elementsi CuO plyonkasi qalinligi atigi 1,5 mkm bo'lgan ~ 16% konversiya samaradorligini ko'rsatishi aniqlandi[3]. Ushbu qurilmaning orqa tomoniga Cu_2O kabi orqa yuza maydon qatlami qo'shilsa, qisqa tutashuv oqimini yo'qotmasdan ochiq tutashuv kuchlanishini 70% ga yaxshilash mumkin, buning natijasida ~28% konversiya samaradorligi, ikki qatlamli tuzilishga nisbatan 70% ga oshadi. Bu plyonka qalinligi 200–400 mkm bo'lgan bir tutashgan kremniy quyosh batareyasining nazariy maksimal samaradorligiga yaqin. Modellashtirish ham muqobil yarimo'tkazgichli Schottky to'siqli quyosh elementlari yaxshi ishlashi mumkinligini ko'rsatadi. Ideal metall/CuO Schottky to'siqli quyosh elementsi uchun konversiya samaradorligi ~ 17% ga yetadi. Bundan tashqari nuqsonlar va interfeys holatlarining ta'siri hisobga olinadi, chunki metalloksidda ko'p nuqsonlar mavjud, asosan plyonkalarda kislorod/metall bo'sh joylar/ interstitsiallarda Quyosh elementi qatlamlaridagi barcha nuqsonlar va interfeys holatlari, getero-birikma interfeyslari va metall/yarim o'tkazgich birikmalari elemntlar uchun zararli[4]. Misol uchun, agar TiO_2/CuO strukturasidagi CuO qatlamidagi nuqsonlar konsentratsiyasi $1x10^{16}$ sm^{-3} akseptor konsentratsiyasiga mos kelsa, hujayra samaradorligi keskin 7% ga tushadi. $1x10^{13}$ sm^{-3} kabi past nuqsonli konsentratsiyada ham TiO_2 / CuO/Cu_2O qotishmalarida uchuvchi organik birikmalar tarkibining sezilarli yaxshilanishi ahamiyatsiz bo'ladi. Interfeys holatlariga kelsak, ular getero-birikma interfeysi orqali o'tuvchi elektronlar va atomlarni ushlab turadi va rekombinatsiya qiladi, natijada unumdorlik pasayadi Biroq, p-n o'tish joylarida legirlash kontsentratsiyasining farqi ortishi bilan interfeys holatining ta'siri sezilarli darajada kamayishi aniqlandi. *Amaliyotda metalloksidlar asosidagi quyosh elementlarini qo’llash kremniyga nisbatan olish texnologiyasi arzon(zol-gel usulida) hamda moslashuvchandir. Ushbu tadqiqotlar natijasida qurilma quvvati oshiriladi va ishlab chiqarish narxi keskin pasayadi.* Shu sababli, yuqorida keltirilgan misollar quyosh batareyasi qurilmalari uchun yanada samarali tor diapazonli, toksik bo'lmagan va arzonroq materiallarni topish uchun qo'shimcha tadqiqotlar zarurligini ko'rsatadi. Demak biz asosan tannarxi arzon va keng tarqalgan moddalardan tarkib topgan quyosh elementlarini loyihalashimiz kerak.

Adabiyotlar

1. Академик АН РУз С.З. Зайнабидинов, Ш.Х. Йўлчиев, Х.Ж. Мансуров. Марфологические и фотоэлектрические свойства *n*-ZnO/*p*-Si гетероструктуры. Альтернативная энергетика и экология. - 2020. - V. 25-27. С. 131-137.

2. Х. Йўлчиев и др. Исползование пиролитических металлооксиднқх пленок для изготовления фотоэлектрических преобразователей энергии. Вестник Воронежского государственного технического университета. 2019.т. 15, № 5, С. 72-77.

3. Naveen K. E., Chellappan V.,” Metal oxide semiconducting interfacial layers for photovoltaic and photocatalytic applications Mater Renew Sustain Energy (2015)178-190p

4. Le Zhu” Development of metal oxide solar cells through numerical modelling” Institute for Renewable Energy and Environment Technologies, University of Bolton 2012. 18-22 pp

MONO VA POLIKRISTALLI KREMNIYNI ISHLAB CHIQARISH SAMARADORLIGI

B.Karimjonova
Andijon davlat universiteti

Qayta tiklanuvchi energiya manbalarining dolzarb sur’atda o’sib borishi natijasida ularning asosi bo’lgan kremniyni ishlab chiqarish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Shu jumladan, mono va polikristalli kremniy asosidagi quyosh panelleri ishlab chiqarish samaradorligi ustidagi olib borilayotgan ishlar tobora rivojlanmoqda hamda bunga bo’lgan talab ham ortib bormoqda. Bunga ko’ra, kremniyni ishlab chiqarish eng asosiy vazifa bo’lib kelmoqda. Kremniyning kristalli kremniy, monokristalli kremniy, polikristalli kremniy, amorf kremniy, nanokristalli kremniy, protokristalli kremniy kabi ishlab chiqarish turlari mavjud bo’lib, ulardan hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan mono va polikristalli kremniy haqida to’xtalib o’tamiz.

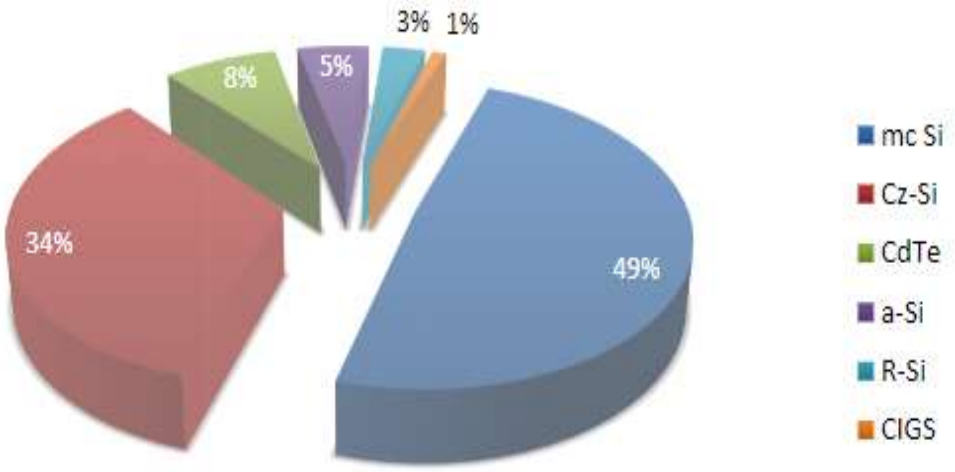
Quyosh elementlarini ishlab chiqarishda polikristalli kremniydan foydalanish kamroq material talab qiladi va shuning uchun yuqori foyda va ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi. 2011-yil iyul oyida 2010-yilda polisilikon ishlab chiqarishning umumiy hajmi 209.000 tonnani tashkil etdi. 2013-yilda mamlakatlar bo'yicha polikristalli kremniy ishlab chiqarish 227.000 tonnani tashkil qilgan. Birinchi darajali yetkazib beruvchilar bozorning 64 foizini, Xitoyda joylashgan polisilikon firmalari esa bozor ulushining 30 foizini tashkil qiladi. Umumiy ishlab chiqarish 2011-yil oxiriga kelib 281.000 tonnagacha 37.4 foizga oshishi mumkin. 2012- yil uchun Eetimes Asia 328.000 tonna ishlab chiqarmoqda, atigi 196.000 tonna talab 56 foizga tushishi kutilmoqda. Dunyo bo’yicha ishlab chiqarishda Xitoy (36,1%), AQSh (25,9%) , Janubiy Koreya (11,4%), Germaniya (21,6%), Yaponiya (4,9%)ni tashkil etmoqda.

Xitoy dunyodagi eng yirik kremniy ishlab chiqaruvchisi bo'lib, ishlab chiqarish hajmi 2022- yilda olti million metrik tonnaga baholangan. Ushbu metalloidning dunyodagi ikkinchi yirik ishlab chiqaruvchisi o'sha yili 640 000 metrik tonna ishlab chiqargan Rossiya edi. 2022 - yilda kremniyning umumiy global ishlab chiqarilishi taxminan 8,8 million tonnani tashkil etdi.

Fotovoltaik texnologiyasining ikkinchi eng keng tarqalgan shakli bo'lgan monokristalli kremniy faqat singlisi polikristalli kremniydan orqada. Poli-kremniyning ishlab chiqarish darajasi ancha yuqori bo'lganligi va narxining barqaror pasayishi tufayli mono-Si ning bozor ulushi kamayib bormoqda: 2013 -yilda monokristalli quyosh elementlari bozor ulushi 36% ni tashkil etdi, bu esa 12,6 GVt fotovoltaik quvvat ishlab chiqarishga aylandi, ammo bozor ulushi 25% tushib ketgan. Bozor ulushining pasayishiga qaramay, 2016 -yilda ishlab chiqarilgan ekvivalent monokristalli kremniy Fotovoltaik quvvati 20,2 GVtni tashkil etdi, bu fotovoltaik texnologiyalarning umumiy ishlab chiqarishida sezilarli o'sishni ko'rsatdi.

Laboratoriya samaradorligi bilan aniqlanganda monokristalli kremniy 26,7% oldinda polkristalli kremniyi (22,3%) va bunday CIGS elementlari (21,7%), CdTe elementlari (21,0%), bor va amorf kremniy elementlari (10,2%) yupqa qatlamli texnologiyalar,barcha tijorat texnologiyalarida eng yuqori samaradorlik tasdiqlangan. Monokristalli kremniy uchun quyosh modulining samaradorligi—bu har doim mos keladigan elementlarnikidan past-nihoyat 2012 –yilda 20 % belgisini kesib o'tdi va 2016 yilda 24,4 % ni tashkil etdi. Yuqori samaradorlik asosan bitta kristallda rekombinatsiya joylarining yetishmasligi va poli-kremniyning xarakterli ko'k rangiga nisbatan qora rang tufayli fotonlarning yaxshi singishi bilan bog'liq. Ular polikristalli kremniyga qaraganda

qimmatroq bo'lganligi sababli, monokristalli kremniy elementlari asosiy fikrlar og'irlik yoki mavjud maydon cheklovlari bo'lgan ilovalar uchun foydalidir.



Rasm 1. 2021 yildagi fotovoltaik elementlarning taqsimlanishi.

Ishlab chiqarishning past darajasidan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida isrof qilingan materiallar bilan bog'liq muammolar ham mavjud. Kosmik tejamkor quyosh panellarini yaratish uchun dumaloq gofretlarni bir-biriga yaqin joylashishi mumkin bo'lgan sakkiz burchakli elementlarga kesish kerak. Qolgan material Fotovoltaik elementlarini yaratish uchun ishlatilmaydi va eritish uchun ingot ishlab chiqarishga qaytish orqali tashlanadi yoki qayta ishlanadi. Bundan tashqari, monokristalli kremniy elementlari 20 yil ichida fotonlarning aksariyatini o'zlashtira oladilar. katta arralash jarayonidagi cheklovlar tijorat gofret qalinligi odatda 200 atrofida bo'lishini anglatadi. Biroq, texnologiya yutuqlari gofret qalinligini 2026yilga kelib 140 km gacha kamaytirishi kutilmoqda.

Qayta ishlatiladigan kremniy substratlarda gazsimon qatlamlarni o'stirishni o'z ichiga olgan to'g'ridan-to'g'ri gofret epitaksial o'sishi kabi boshqa ishlab chiqarish usullari tadqiq qilinmoqda. Yangi jarayonlar kvadrat kristallarning o'sishiga imkon berishi mumkin, ular keyinchalik sifat va samaradorlikni buzmasdan ingichka gofretlarga qayta ishlanishi mumkin va shu bilan an'anaviy quyma arralash va kesish usullaridan chiqindilarni yo'q qiladi.

Adabiyotlar

1. M.K. Baxodirxonov, N.F. Zikrilayev, X.M. Iliyev, “ Yarimo’tkazgichlar fizikasi” “Tafakkur” nashriyoti Toshkent 2020
2. Hatto-Zohar (2007). Menikidan xo'jayinga: xalqaro olmos sanoatida korporativ strategiyalar va hukumat siyosati (2-nashr). Mining Journal Press.
3. Berdnikov V. S., Panchenko V. I. Choxralskiy usulining laboratoriya modelidagi aralash konveksiyaning ba'zi xususiyatlari / / moddalar va materiallarning kristallanish Termofizikasi: Sat. ilmiy. tr. Novosibirsk. — 1987. - 5-15 betlar.
4. Berdnikov V. S. va boshq. kristallarni tortib olish usuli bilan o'stirishda eritmaning gidrodinamikasini modellashtirish / / kristallanish va qotish paytida termofizik jarayonlar. — 1984. - 66-83 betlar.

5. Polejaev V. I., Prostmolotov A. I. Choxralskiy usuli bilan kristallarni o'stirishda gidrodinamika va issiqlik-massa uzatish jarayonlarini o'rganish / / Izv. SSSR FANLAR AKADEMIYASI. Mfg. — 1981. — №. 1. - 55-65 betlar.
6. Petrusevich I. V. dissertatsiya referati, Moskva 1965 yil Yuqori toza polikristalli kremniy metallurgiyasi. Lapidus I. I., Kogan B. A. Perepelkin va boshqalar; M: metallurgiya 1971; 143s

MUNDARIJA

1	Yarimo‘tkazgich asosidagi sezgir fotoelementlarda TiO_2 qalamli ishchi elektrodni tavsiflariga tashqi omillarning ahamiyati.	N.Y.Sharibayev, A.Q.Ergashov	4
2	Yarimo’tkazgichli gasb nanokristallari bilan n- va p-tipli geterostrukturalarning termoelektrik xususiyatlari.	O.O.Mamatkarimov, B.X.Quchqarov, H.O.Qo’chqarov, S.B.Fazliddinov, A.A.Botirjonov	7
3	Quyosh suv isitgichini andijon sharoitida o’rnatish va tahlili	A.J.Eraliyev, M.Z.Nosirov	11
4	O‘stirish usuli bilan legirlangan kremniyning parametrlarini o‘rganish	X.S.Daliyev, D.N.G’ofurova	14
5	Elektr stansiyalari va ularning ahamiyati	D.I.Kamalova, S.Q.Bekniyozov, O.D.O’rinova	16
6	$p-por-Si/p-Si$ strukturalar kontakt sohasidagi differensial qarshilikni haroratga bog’liqligi	U.S.Boboho’jayev, M.A.Usmanov, I.Sh.Voxobjonov, Z.Z.Salimjonova	18
7	Image processing toolbox paketida tasvirlarga raqamli ishlov berishning dasturiy vositalari tahlili	N.A.Qarshiboyev	21
8	Vertikal o‘qli shamol energetik qurilmasi parragining qo‘zg‘atish uchun kerakli tezlikni aniqlash.	M.E.Yo’lchiyev, X.T.Kamilov, N.M.Abdullayev, N.M.Abdullayev, A.B.Raxmonov	24
9	$Cspbi_2br$ perovskit faol qatlamlarini oson va past haroratlarda tayyorlash	I.R.Boynazarov, A.X.Tursunova, A.A.Saparbayev	28
10	Yarimo`tkazgich termoelektr energiya o`zgartirgichlar ning issiqlik va elektrofizik tavsifnomalarini tekshirish	M.B.Nabiyev, M.Omonova	30
11	Termoelektrik generatorlar modulidan foydalanish	X.A.Mo’minov, A.J.Iskandarov, M.SH.Mamadaliyev	33
12	Organik quyosh elementlarini yutilish spektrlarini o’rganish (p3htva pcbm asosli).	B.K.Sobirova, I.I.Tojiboyev	35
13	Kremniyga asoslangan boshqariladigan foto sezuvchan spektorli fotodetektorlar.	A.A.Abdullayev, Q.A.Yo’ldashev	37
14	Planar fotoqarshiliklar	Abdulaziz	38
15	Tarkibida scn bo’lgan li polimer batareyalarining ishlash kuchlanish	O.O.Mamatkarimov, A.A.Abdukarimov, B.I.O’ktamaliyev	44
16	Quyosh elementlari asosidagi shaffof materiallar	M.R. Xamroboyev	46
17	Quyosh energiyasi “yashil energiya” manbasi – davr talabi	R.A.Ametov	48
18	Turli usulda “spin coating” qilingan polimer faol qatlamlarning optik xossalari	F.M.Ro’ziyev, A.Y.Turg’unboyev, B.G‘.Xidirov , I.R.Boynazarov, A.A.Saparbaev	51
19	To‘lqin o‘tkazuvchan kvant o‘rali yarimo‘tkazgichli lazerlarning eksperimental tadqiqotlari	D.F.Sayfilloyev, F.M.Ro’ziyev, A.U.Soatillayev	54
20	Развитие солнечных элементов	А.К.Тургунов	57
21	Statsionar bo’lmagan inshootlarda issiqlik rejimida ichki va tashqi iqlimning ta’sirini modellashtirish.	Sh.U.Eshonqulov, A.L.Ne’matov	60
22	Современное состояние и перспективы развития полупроводниковой фотовольтаики	Р.Алиев	63

23	Kremniyli quyosh panellerining rivojlanish istiqbollari	S.I.Jiyanova, X.X.To’raev, X.E.Eshmurodov	66
24	Eruvchanlik va germaniy taglikda $(Ge_2)_{1-x}(GaAs)_x$ qattiq eritmalarni olish texnalogiyasini o’rganish	Q.A. Yo’ldashev, A.A. Abdullayev	69
25	O’zaro har xil nisbatli donor-akseptor ega faol qatlamlarning yutilish hamda fotolyuminessensiya spektrlari	Saparbaev A.A. Turg’unboyev A.Y. Ro’ziyev F.M. Quvondikov V.O.	71
26	$CSPBI_2BR$ faol qatlamga ega samarali perovskit quyosh elementlarni past haroratlarda yasash	A.X.Tursunova, A.A.Saparbayev	74
27	Eksperimental qurilmalar va tadqiqot usullari yordamida polarizatsiyalangan fotoluminesansni o'lchash.	B.X.Qo’chqarov, A.I.Xolmatov, M.A.Ergashev	76
28	Yarim o‘tkazgichli quyosh elementlarning istiqbollari	S.E.Karimova	78
29	Yarimo’tkazgich materiallarning sintezi, tuzilishi va elektrofizik xususiyatlari qo’rg’oshin selen asosidagi.	O.O.Mamatkarimov, B.X.Quchqarov, A.B.Nabiyev, A.A.Yusufjonov	81
30	Quyosh qurilmalarida quyosh energiyasi hisobiga yuz berayotgan fizik protsesslarni nazariy o‘rganish.	M.B.Nabiyev, B.Akramov	85
31	Quyosh energiyasi – istiqbolli energiya manbai	I.R.Kamolov, A.R.Sattorov, M.Abduvaliyeva	88
32	O’zbekistonda shamol energiyasidan samarali foydalanish	I.X. Izzatullayev	91
33	Морфология поверхности кремния, легированного никелем с помощью диффузионной технологии	А.Б.Камалов, Д.Ж.Асанов, М.М.Жоллыбаева	93
34	Состояние атомов легирующих элементов в решетке кремния	Р.М. Жалалов, К.М. Файзуллаев, А.М. Саматов	96
35	Kremniyda kirishma atomlarning diffuziyasi va eruvchanligi	R.M. Jalalov, K.M. Fayzullayev, A.M. Samatov	99
36	Elektr energiyasi hosil qilishda fotoelementlarning tutgan o‘rni	I.R.Kamolov, S.T.Barakaeva, M.Abduvalieva	101
37	Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot institutining quyosh tarmog'i fotoelektr stantsiyasining samaradorligini hisoblash	Sh.B.Utamuradova, I.M.Komolov, V.P.Kononerov, E.D.Muxamediyev, K.A.Djumamuratov, S.A. Daminov	103
38	Различные критерии эксперимента в преподавании физики	Л.А.Рахимова,	106
39	Уменьшение утечки свинца в эффективных и стабильных солнечных элементов на основе перевернутого перовскита с уменьшением утечки свинца	И.И.Тажибаев, А.А.Сапарбаев, М.Х.Имомов, Ф.М.Рузиев, И.Р.Бойназаров	109
40	Влияние примесных атомов на электрофизические свойства кремния, легированного никелем и медью	Э.Х.Беркинов, Р.М.Турманова, Н.А.Тургунов, Н.Б.Хайтимметов	111
41	Принцип работы ГЭС	Ш.У.Эшонкулов	114
42	Kompozit fermionlar	B.D.Mamadaliyev	117
43	Andijon iqlim sharoitida o’rnatilgan mono- va polikristall kremniy asosli quyosh panellariga qor	J.I.Qahhorov, N.A.Mirzaalimov,	119

	ta’sirini taxlil qilish	B.D.Rashidov, S.Baktrova	
44	Водоподъёмный гидронасос на основе зеленной энергии	Б.Х.Каримов, Д.К.Юлдашалиев	122
45	Comsol multiphysics dasturi yordamida quyosh panellarini modellashtirish	M.Abdumannopova, A.Mirzaalimov, S.Temirov, N.Mirzaalimov	124
46	Muqobil energiya manbaalaridan foydalanishning afzalliklari.	M.F.Raxmatullaeva, K.X.Nazirov, I.I.Absalyamova, M.A.Axmadov	127
47	Солнечные элементы с голографическим концентратором	Н.А.Ахмедова, А.С.Ганиев	129
48	Polimer elektrolitlarning turlari	O.O.Mamatkarimov, A.A.Abdukarimov, B.I.O’ktamaliyev	131
49	A new type of alternative energy source: study of bifacial solar cells	M.E.Abdumannopova	133
50	Yuqori sezgir bo‘yoqli quyosh elementlari (dssc) va ularni tayyorlash texnologiyasi	A.A.Abdukarimov, A.A.Yoqubbaev	136
51	Atmosfera qatlamalarida kuzatiladigan turli optik hodialar.	M.M.Sobirov, D.Sh.Tursunboyeva	138
52	Yuqori samaradorlikdagi fotoqabulqilgichlarni geterostrukturalar asosida yaratishning ba`zi xususiyatlari	A.Baxtiyorov	141
53	Pbdb-t polimeri bilan yuqori samaradorli va barqaror perovskit quyosh elementlari	Boynazarov I.R., Xidirov B.G’., Turg’unboyev A.Y., Saparbayev A.A.	143
54	Recombination processes in the Si/CdTe diodes	I.B.Sapaev, S.O.Sadullaev, M.R.Kurbanova	146
55	Structural and optical properties of sb_2se_3 thin films of various compositions produced from separate sb and se sources at a substrate temperature of 450^o	K.Kouchkarov, R.Khurramov, D.Isakov, M.Mahmudov, A.Olimov, M.Pirimmetov	149
56	Ko‘p qatlamli quyosh elementi tarkibidagi materiallarning modelini “lammps” dasturi yordamida o‘rganish.	O.Ahmedova	152
57	Quyosh elementini tashkil qiluvchi materiallarni 2d ko‘rinishida tahlil qilish	M.Komilov, J.Ziyoitdinov, M.Abdumannopova	155
58	Kremniyli quyosh elementlari asosidagi egiluvchan quyosh panellarinining afzalliklari	D.A.Xonbutayeva , J.I.Qahhorov , R.B.Rahmatullayev	158
59	Legirlangan kremniyga termik ishlov berish.	Sh.X.Daliyev, M.N.Abduraxmonova	160
60	Metalloksidli quyosh elementlari	M.B.Rasulova	162
61	Mono va polikristalli kremniyni ishlab chiqarish samaradorlig	B.Karimjonova	164