

Gulyamov Gafur

Namangan davlat texnika universiteti professori

email: gulyamov1949@mail.ru

Umarov Kudiratulla Bekboyevich

Namangan davlat texnika universiteti dotsenti

email: umarovqudratilla1961@gmail.com

Soliyev Alisher Zokirjonovich

Namangan davlat texnika universiteti

email: szalisher2002@gmail.com

UO'K 621.315.592

SHOTTKI DIODI VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASIGA ISSIQLIK VA MAGNIT MAYDONNI TA'SIRI

Annotatsiya: *Ushbu ishda, Shottki diodi volt-amper xarakteristikasiga zarayad tashuvchilar va fononlar qizishining hamda magnit maydonining ta'siri o'rganilgan. Tokning tashqi kuchlanishga, zarayad tashuvchilar va fononlar hamda magnit maydon induksiyasiga bog'liqligi bo'yicha matematik ifodasi olingan.*

Kalit so'zlar: *Shottki diodi, potensial to'siq, zaryad tashuvchilar va fononlar, Xoll potentsiali, diffuziya va dreyf toklari, harakatchanlik.*

Гулямов Гафур

Наманганский государственный технический университет профессор

Умаров Кудиратулла Бекбоевич

Наманганский государственный технический университет доцент

Солиев Алишер Зокиржонович

Наманганский государственный технический университет

старший преподаватель

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛА И МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОЛЬТ-АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИОДА ШОТТКИ

Аннотация: В данной работе исследовано влияние нагрева носителей заряда и фоонов, а также магнитного поля на вольт-амперную характеристику диода Шоттки. Получено математическое выражение зависимости тока от внешнего напряжения, носителей заряда и фоонов, а также индукции магнитного поля.

Ключевые слова: диод Шоттки, потенциальный барьер, носители заряда и фооны, потенциал Холла, диффузионные и дрейфовые токи, подвижность.

Kirish. Shottki potensial to'siqli yarimo'tkazgichli strukturalar yarimo'tkazgichli elektronikaning asosiy elementlari hisoblanadi. Zamonaviy yarimo'tkazgichli elektronikasi rivojlanishida yetarli darajada yarimo'tkazgichlar fizikasi sohasida fundamental tadqiqotlar olib borishni taqoza etadi. Shottki potensial to'siqli metall-yarimo'tkazgich kontaktli qurilmalarning VAX iga tashqi maydonlar ta'sirini o'rganish sohasidagi tadqiqotlar asosiy o'rinlarni egallaydi. Shottki potensial to'siqli yarimo'tkazgichli strukturalarning VAX va kontakt qarshiligiga qizigan zaryad tashuvchilar va fononlar ta'siri yetarlicha o'rganilgan [1-6].

[7-9] ishlarda, doimiy magnit maydonning VAX va kuchlanishga ta'siri o'rganilgan. Bunda, magnit maydon ta'sirida kuchlanishning ortishini Xoll kuchlanishi diffuziya uzunligi orqali tushuntirilgan. Ammo Shottki diodi VAX ga zaryad tashuvchilar va fononlar qizishini hamda magnit maydoni ta'sirini analitik ifodasi olinmagan.

Ushbu ishda, Shottki diodi VAX ga qizigan zaryad tashuvchilar va fononlar hamda magnit maydoni ta'sirini analitik ifodasi olishga bag'ishlangan.

Nazariy ma'lumotlar. Metall-yarimo'tkazgichkontaktiga magnit maydoni ta'sir qilganida, bu muvozanat buziladi. Magnit maydon ta'sirida n-sohadagi zaryad tashuvchilar Lorens kuchi ta'sirida namuna chekkalariga to'plana

boshlaydi. Soddalashtirish maqsadida, hajmiy zaryadlar sohasining chegarasini o'zgartirish konsentratsiya gradienti tufayli Lorens kuchini muvozanatlashi mumkin deb hisoblasak, u holda hajmiy zaryadlar sohasi ichida generatsiya-rekombinatsiya toklari hosil bo'lmaydi. Bundan, zaryad tashuvchilar konsentratsiyasining o'zgarishi kuchsiz magnit maydonlarida ham juda sezilarli bo'lishi kelib chiqadi. Bunda, hajmiy zaryadlar sohasida zaryad tashuvchilar harakati diffuziya tenglamalariga bo'ysunadi, ya'ni

$$j = e\mu_e nE + eD_e \frac{dn}{dx} + e\mu_e n(\mu_e E) H \quad (1)$$

Bu yerda E va H – elektr va magnit maydon kuchlanganliklari. Bu tenglamadagi birinchi qo'shiluvchi dreyf tokini, ikkinchi qo'shiluvchi diffuziya tokini va uchinchi qo'shiluvchi induksion tokni ifodalaydi.

Bu tenglamani yechish uchun quyidagi chegaraviy shartlardan foydalanilsa

$$n(0) = n_0 \exp\left(-\frac{\phi_0}{kT}\right), n(L) = n_0 \quad (2)$$

$$x=L, \phi=0 \text{ va } x=0, \phi=\phi_0 - eU \quad (3)$$

foydalanilsa, u holda tokning kuchlanishga va magnit maydon induksiyasiga bog'lanishini ifodalovchi quyidagini hosil qilamiz:

$$j = j_s \left(\exp\left(\frac{eU - eU_x}{kT}\right) - 1 \right) + j_s \frac{e\mu_e B}{kT} (e\phi_0 - eU + eU_x) \quad (4)$$

bu yerda U_x – Xoll potentsiali, μ_e - asosiy zaryad tashuvchilar harakatchanligi, j_s – to'yinish toki. (4) ifoda magnit maydonida joylashgan metall-yarimo'tkazgichli to'g'rilovchi kontaktlarning VAX ini ifodalaydi. Agar $B=0$ bo'lsa, u holda VAX ning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$j = j_s \left(\exp \left(\frac{eU}{kT} \right) - 1 \right) \quad (5)$$

Diffuziya uzunligini magnit maydoniga quyidagi

$$L = L_0 \left(1 - (\mu_e B)^2 \right), \quad L = \sqrt{D_n \tau_n} \quad (6)$$

bog'liqligidan foydalanib, to'yinish toki uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$j_s = \frac{2e(\phi_0 - eU + eU_x)}{L} \mu_e n_0 \exp \left(-\frac{\phi_0}{kT} \right) \quad (7)$$

bu yerda L_0 – magnit maydoni ta'sir etmagan holdagi diffuziya uzunligi, τ_n – relaksatsiya vaqti.

Shottki diodi volt-amper xarakteristikalarini nazariy hisoblash uchun kontakt $x=0$ metall-yarimo'tkazgich chegarasidagi nuqtada joylashgan, to'siq balandligi ϕ_0 hajmiy zaryadlar sohasi kengligi δ va tunnel effektini e'tiborga olmay, zaryad tashuvchilar potensial to'siq orqali o'tayotganda baryer va tashqi maydon ta'sirida qiziydi deb hisoblaylik. Maydon ta'sirida zaryad tashuvchilar olgan energiyasining bir qismini fononlarga va zaryad tashuvchilar va fononlarning issiqlik o'tkazuvchanligi natijasida kontaktga uzatadi.

Agar namunada elektr maydoni va zaryad tashuvchilar konsentratsiyalari o'zgarsa, unda hosil bo'layotgan to'liq tokning qiymati yuqoridagi kabi omik va diffuziya toklarning yig'indisidan iborat bo'ladi (1).

Kontakt chegaralarida elektronlar konsentratsiyasi quyidagi shartlar (2) o'rinli deb, (1) tenglamani variatsiya usuli orqali yechilsa, u holda quyidagi yechimga ega bo'lamiz:

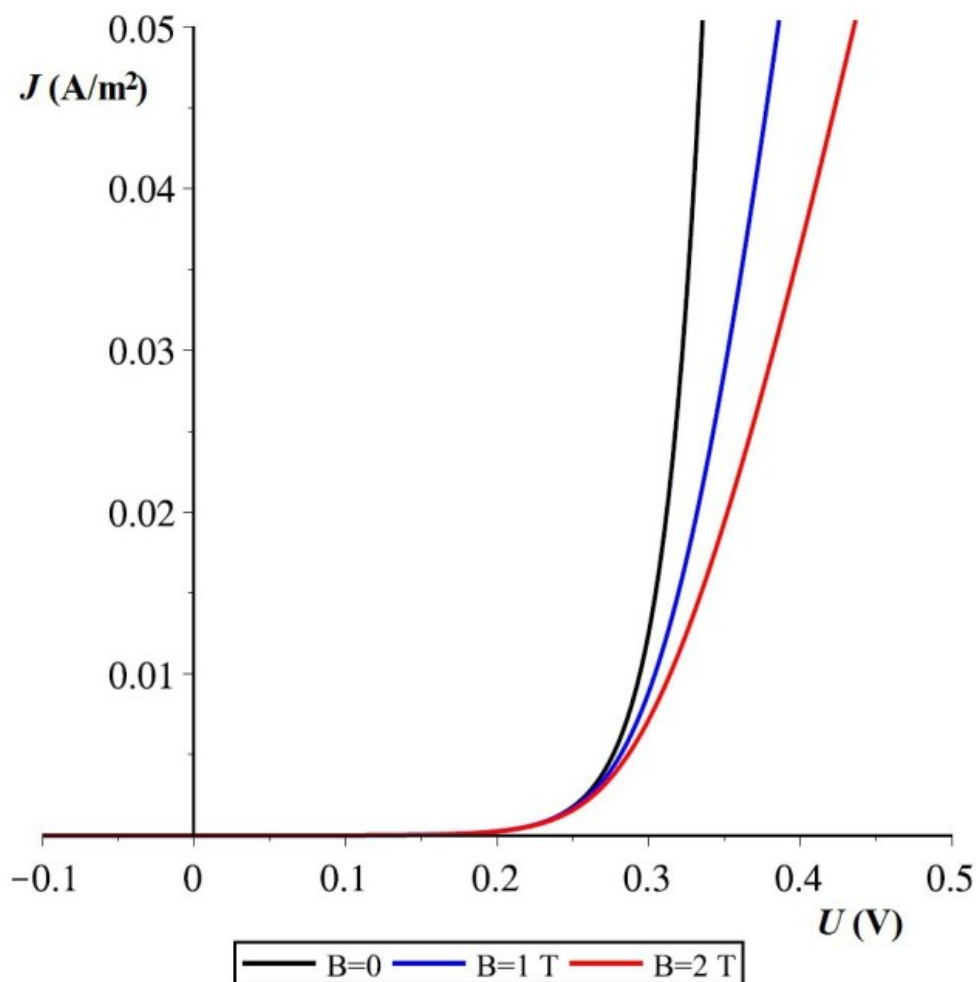
$$j = j_s \left[\exp \left(\frac{e\phi_0}{kT} - \frac{e(\phi_0 - U)}{kT_e} \right) - 1 \right] \quad (8)$$

Magnit maydon ta'sir qilganda qo'shimcha Xoll kuchlanishi hosil bo'lishi va elektronlarning qizishini hisobga olgan holda hosil qilingan ifoda Shottki diodi volt-amper xarakteristikasini o'zgarishiga sabab bo'ladi, unda VAX uchun quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$j = j_s \left[\exp \left(\frac{e\phi_0}{kT} - \frac{e\phi_0 - eU - eU_x}{kT_e} \right) - 1 \right] + j_s \frac{e\mu B}{kT_e} (e\phi_0 - eU - eU_x) \quad (9)$$

bu yerda U_x - Xoll kuchlanishi. Agar magnit maydoni ta'sir etirilmasa ($B=0$), u holda (9) ifodani ko'rinishi (8) ifodaga almashadi. Agar elektronlarning qizishini ham hisobga olmasak (9) ifodani ko'rinishi (5) ifodani ko'rinishiga keladi.

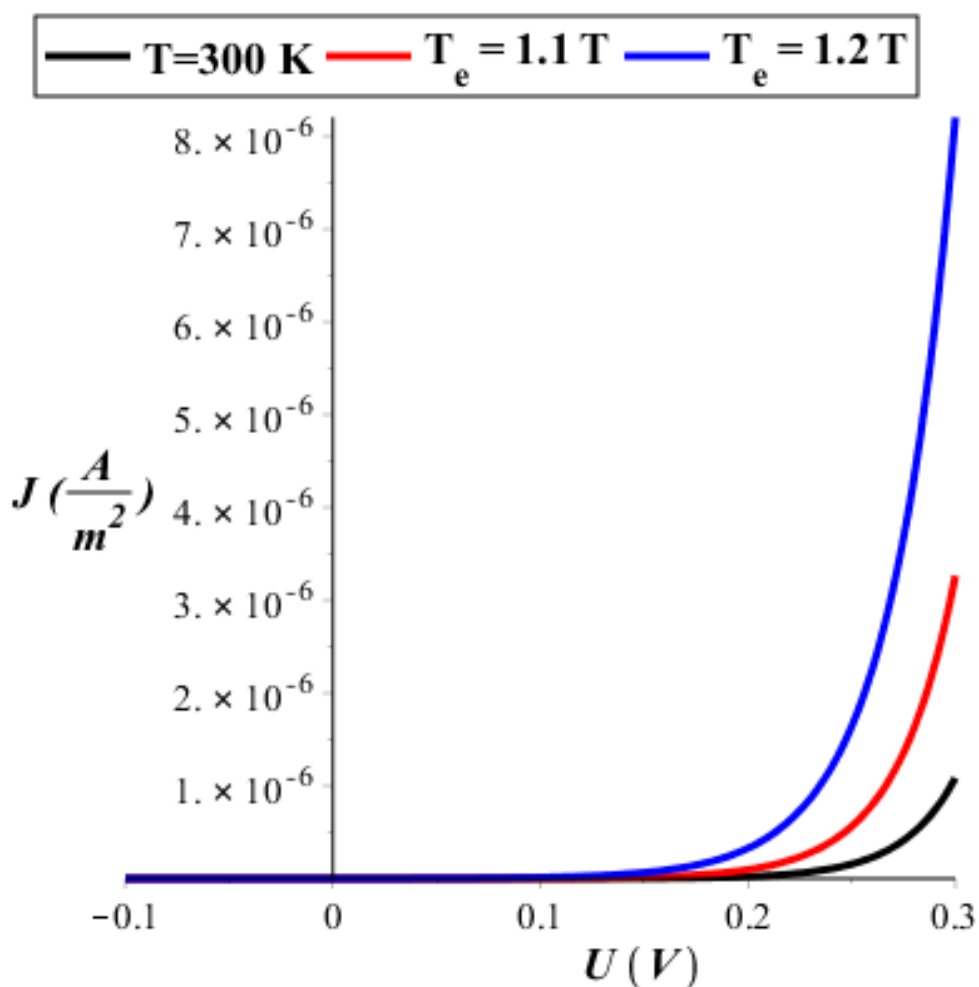
Olingan natijalar tahlili. (4) ifodadan foydalanib hisoblashlar amalga oshirilsa, unda magnit maydonida joylashtirilgan metall-yarimo'tkazgichli to'g'rilovchi diodning VAX quyidagicha ko'rinishda bo'ladi (1-rasm). Hisoblashlarda: $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$, $q=1,62 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$, $T=300 \text{ K}$, $j_s=10^{-8} \text{ A}$, $l=0,001 \text{ m}$, $R_x=0,001 \text{ m}^2\text{s/Kl}$, $\phi_0=0,6 \text{ eV}$, $\mu=0,12 \text{ m}^2/\text{V}\cdot\text{s}$.



1-rasm. Metall-yarimo‘tkazgichli to‘g‘rilovchi diodning VAX iga magnit maydonning ta’siri.

VAX lardan ko‘rinadiki, dioddan o‘tayotgan tokka perpendikulyar yo‘nalgan doimiy magnit maydoni dioddan o‘tayotgan toklarni kamayishiga olib keladi. Magnit maydoni ta’sirida asosiy zaryad tashuvchilar harakatchanlikning kamayishi tokning kamayishiga olib keladi. Ularning harakatchanligini kamayishi o‘z navbatida zaryad tashuvchilar diffuziya uzunligi kamaytiradi.

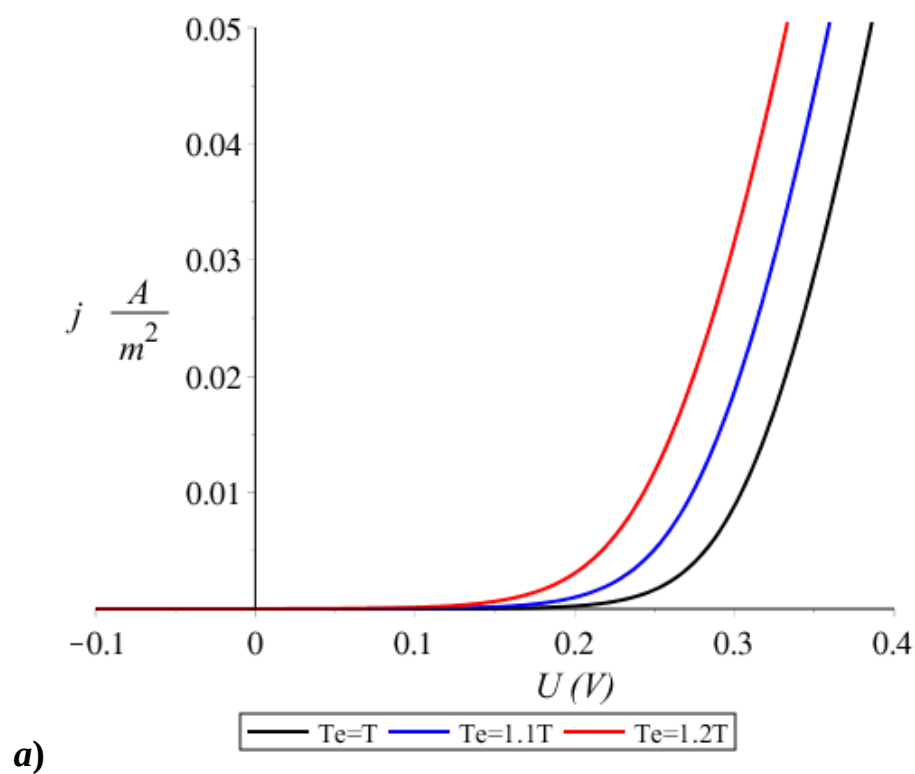
(8) ifoda orqali hisoblangan qizigan elektronlar va fononlarning metall-yarimo‘tkazgichli to‘g‘rilagichning volt-amper xarakteristikalariga ta’siri 2-rasmda keltirilgan. Hisoblashlarda quyidagi qiymatlar olingan: $j_s=10^{-8} \text{ A}$, $\phi_0=0,6 \text{ V}$, $T=300^\circ\text{C}$, $T_e=360^\circ\text{C}$, $T_e=420^\circ\text{C}$.



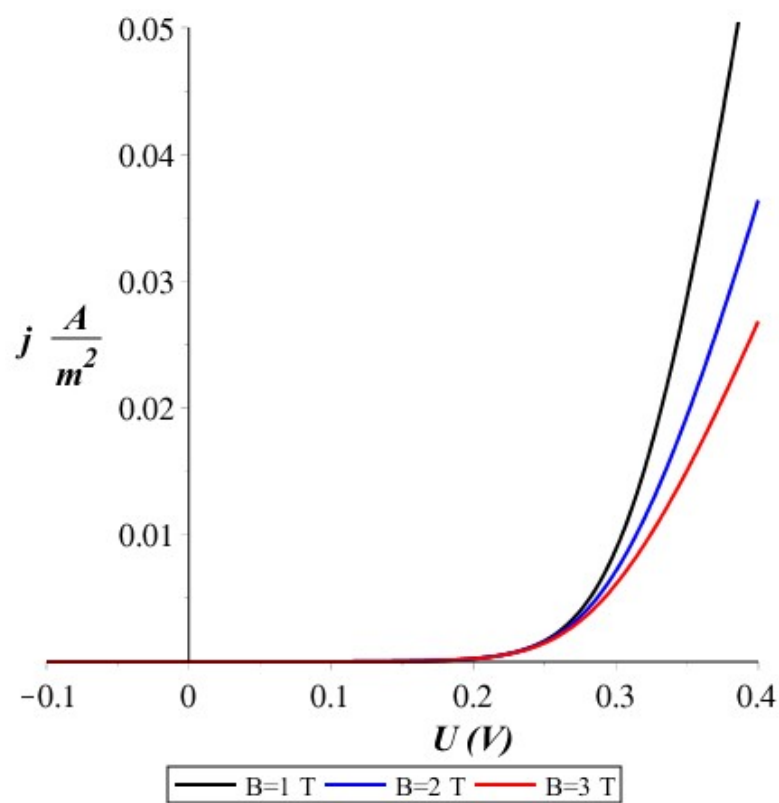
2-rasm. Metall-yarimo‘tkazgichli to‘g‘rilovchi diodning VAX iga qizigan elektronlarning ta’siri

(8) ifoda orqali olingan VAX lardan ko‘rinadiki, elektronlarnig qizishi diodddan o‘tayotgan toklarning ortishiga sabab bo‘ladi.

Metall-yarimo‘tkazgichning VAX iga magnit maydon va elektronlarning qizishini bir vaqtning o‘zida ta’sirini kuzatishimiz uchun (9) ifodani hosil qildik. Ushbu (9) ifoda orqali magnit maydon va elektronlarning qizishini turli xil holatlari uchun quyidagi grafiklarni hosil qilindi (3-rasm).



a)



b)

3-rasm. Magnit maydon va elektronlarning qizishini birgalikdagi ta'siri uchun VAX. a) magnit maydonining o'zgarish B=1 T qiymati uchun qizigan elektronlarning turli temperaturalarida. b) qizigan elektronning o'zgarish $Te=1,1T$ qiymati uchun magnit maydonning turli qiymatlarida

Xulosa

VAX lardan ko‘rinadiki, dioddan o‘tayotgan tokka perpendikulyar yo‘nalgan doimiy magnit maydoni dioddan o‘tayotgan toklarni kamayishiga olib kelsa, qizigan zaryad tashuvchilar va fononlar tokni ortishiga sababchi bo‘ladi. Shuning uchun, umumiy tok sezilarli darajada kamayadi.

Adabiyotlar

1. Joshi G., Mitchell D., Ruedin J., Hoover K., Guzman R., McAleer M., Wood L., Savoy S. J. Mater. Chem. C, **7** (3), 479 (2019).
2. Gulyamov, G., Umarov, K. B., Soliyev, A. Z. (2024). East European Journal of Physics, (3), 359-363.
3. G Gulyamov, Q Umarov, A Soliyev, B Shahobiddinov, (2024), AIP Conference Proceedings 2924 (1).
4. Gulyamov G., Umarov K.B., IJOT, 2020, 12, vol.02, 34-37.
5. Sakamoto T., Taguchi Y., Kutsuwa T., Ichimi K., Kasatani S., Inada M.. J. Electron. Mater., 45(3), 1321 (2016).
6. Liu W., Jie Q., Kim H.S., Ren Z.. Acta Mater., **87**, 357 (2015)
7. Wang T., Si M., Yang D., Shi Z., Wang F., Yang Z., Zhou S., and Xue D., Nanoscale 6, 3978 (2014).
8. Wu L. H., Zhang X., Vanacken J., Schildermans N., Wan C. H., and Moshchalkov V. V., Appl. Phys. Lett. 98, 112113 (2011).
9. J. Panda, P. Banerjee, and T. K. Nath, J. Phys. D 47, 415103 (2014).