

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИК-ДАТЧИКА

Азизов М.К.¹, Гаибназаров Б.Б.¹, Мавлянов А.Ш.², Бабажанов Б.А.²,
Абжалилов О.Ш.².

¹Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова, кафедра «Технология производства электронной аппаратуры»

²Научно-исследовательский институт Физики полупроводников и микроэлектроники при Национальном Университете Узбекистана

e-mail: microelectronics74@mail.ru

Аннотация: Разработан универсальный контроллер в корпусе с оптодатчиками для сеялки и посадочных машин. В качестве чувствительного элемента инфракрасного спектра использован Si с примесями Mn и S. Для сопряжения применена схема усиления и фильтрации сигналов на основе операционного усилителя. Подтверждены стабильность параметров датчика ИК-излучения при наличии фонового ИК-излучения.

Ключевые слова: оптодатчик, микроконтроллер, инфракрасный диапазон, кремний, марганец, соединение, молекула, чувствительность, фильтрация сигнала, операционный усилитель, фотодиод, печатная плата.

ИНФРАҚИЗИЛ ДАТЧИК АСОСИДА МИКРОКОНТРОЛЛЕР ОРҚАЛИ БОШҚАРИЛАДИГАН ҚУРИЛМА

Азизов М.К., Гаибназаров Б.Б., Мавлянов А.Ш., Бабажанов Б.А.,
Абжалилов О.Ш.

Азизов М.К., Гаибназаров Б.Б., Мавлянов А.Ш., Бабажанов Б.А.,
Абжалилов О.Ш.

¹И. Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Электрон аппаратларни ишлаб чиқариш технологияси» кафедраси

²Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги Яримўтказгичлар физикаси ва микроэлектроника илмий тадқиқот институти

e-mail: microelectronics74@mail.ru

Аннотация: Сеялка ва уруг экиш машиналари учун мўлжалланган корпусда оптодатчикли универсал контроллер ишлаб чиқилди. Инфрақизил спектрнинг сезгир элементи сифатида таркибида Mn ва S киришмалари мавжуд Si намунаси олинди. Операцион кучайтиргич асосида сигналларни

кучайтиргувчи ва филтрловчи схема қўлланилди. Фонли инфрақизил нурланиш мавжудлигида датчик параметрларини барқарорлиги тасдиқланди.

Калит сўзлар: оптодатчик, микроконтроллер, инфрақизил диапазон, кремний, марганец, бирикма, молекула, сезгирлик, сигнал фильтрацияси, операцион кучайтиргич, фотодиод, печат плата.

MICROCONTROLLER-DRIVEN DEVICE ON THE BASIS OF INFRARED (IR) SENSOR

Azizov M.K., Gaibnazarov B.B., Mavlyanov A.Sh., Bababzhanov B.A.,
Abjalilov O.Sh.

¹Tashkent State Technical University, Department of Technology of
Manufacture of Electronic Equipment

²Scientific Research Institute of Physics of Semiconductors affiliated with
National University of Uzbekistan

e-mail: microelectronics74@mail.ru

Annotation: A universal controller in a casing with optodetectors for seeders and planting machines has been developed. Si with Mn and S impurities was used as a sensitive element for infrared spectrum. A signal amplification and filtering scheme based on an operational amplifier is used for coupling. The stability of parameters of IR radiation sensor in the presence of background IR radiation has been confirmed.

Key words: optic sensor, microcontroller, infrared diapason, silicon, manganese, compounds, molecule, sensitivity, filtration of signal, operational amplifier, photodiode, board.

ВВЕДЕНИЕ.

Датчики инфракрасного излучения (ИК-датчик) в последнее время находят широкое применение в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства и охране окружающей среды. В частности, известны датчики движения с использованием ИК диода и ИК приемника на STM32 с минимальным использованием ядра (т.е. с максимальной загрузкой периферии) на регистрах, используя таймеры. Общий принцип работы таких датчиков следующий: передатчик ИК сигнала излучает сигнал инфракрасного диапазона длин волн, а приемник ИК сигнала их принимает. Между этими устройствами

образуется «луч», пересечение которого каким-либо объектом фиксируется приемным устройством.

Тем не менее, актуальной остается задача разработки таких датчиков со стабильными параметрами и способностью регистрировать сигналы в заинтересованном диапазоне спектра при наличии фонового излучения.

Целью исследования было исследование датчиков ИК-излучения, изучение и подтверждение стабильности параметров, сборка прототипа прибора с микроконтроллерным управлением на основе такого датчика.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР:

В последнее время многими лабораториями в мире проводятся исследования по увеличению чувствительности датчиков температуры посредством создания кластеров атомов различных элементов в кремнии. Параметры таких материалов хорошо изучены авторами работы [1].

Для разработки инфракрасных датчиков в основном используется кремний, легированный халькогенидами, поскольку они создают глубокие уровни в кремнии. В частности, сера как элемент VI– группы периодической таблицы, находясь в состоянии замещения, участвует в образовании sp^3 -гибридной связи с четырьмя близлежащими атомами кремния. При этом оставшиеся два избыточных электрона вносят в запрещенную зону кремния два донорных уровня. В действительности, при исследовании спектров энергетических уровней серы в кремнии, были обнаружены ряд глубоких донорных уровней ($E_c - 0,12$, $E_c - 0,18$, $E_c - 0,27$, $E_c - 0,37$, $E_c - 0,53$, $E_c - 0,62$) эВ, наличие которых невозможно объяснить в рамках одиночных центров замещения серы. [2-7], да и мнения различных авторов относительно спектров энергетических уровней, вносимых одиночными центрами замещения серы в кремний расходятся. Если авторы [2] считают, что одиночные центры замещения серы вносят в запрещенную зону кремния два глубоких донорных уровня с энергиями ионизации $E_c - 0,18$ и $E_c - 0,37$ эВ, то авторы [3-5] из обнаруженных ими четырех уровней ($E_c - 0,11$, $E_c - 0,19$, $E_c - 0,36$ и $E_c - 0,61$) эВ

верхних и нижних приписали к одиночным центрам серы, а две средние к комплексам пар (S-S) или нескольким F-S [5]. Тогда как авторы [6-7] к одиночным центрам серы в кремнии приписывают уровни $E_c - 0,275$ и $E_c - 0,53$ эВ. Такой разброс мнений относительно спектров энергетических уровней серы в кремнии видимо, связано с тем, что при изготовлении кристаллов Si<S> различными авторами не были учтены влияния как условий легирования, так и после диффузионной закалки на состояния примесных центров серы в кристаллической решетке кремния. Действительно, авторами [8-10] было установлено, что в кристаллах Si<S> n – типа, полученных путем резкой закалки обнаруживались четыре уровня $E_c - 0,12$, $E_c - 0,18$, $E_c - 0,36$ и $E_c - 0,5$ эВ. Тогда как при медленном охлаждении обнаруживались только три уровня $E_c - 0,12$, $E_c - 0,18$, $E_c - 0,5$ эВ. Уровень $E_c - 0,36$ эВ также не обнаруживался в кристаллах Si<S>, изготовленных при температурах ниже, чем 1200°C независимо от условий закалки.

В качестве элемента датчика для исследования поглощения в области инфракрасного спектра авторы использовали Si примесями Mn и S (Si<Mn,S>). Примеси в кремний вводились диффузионным способом при определенных рассчитанных температурных условиях. Известно, что марганец Mn в кремнии может создавать как донорные, так и акцепторные уровни в зависимости от его расположения в узле или междоузлии.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Для исследований был использован криостат с оптическим окошком, источник питания лампы накаливания (установка иммитатора Солнца), светофильтр. Свет от лампы накаливания фокусировался объективом на окошко криостата далее на образец через светофильтр ИКС-1, который устраняет наложение видимого и ультрафиолетового спектров на исследуемый спектральный интервал.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

Исследования спектрального хода проводимости показали, что в образцах $\text{Si}(\text{Mn},\text{S})$ наблюдается существенное увеличение напряжения холостого хода в ИК области $\sim 30\%$ при $T=300\text{K}$ по сравнению с образцами $\text{Si}(\text{S})$ ($\sim 23.5\%$) и $\text{Si}(\text{Mn})$ ($\sim 3.3\%$) при $T=300\text{K}$. Аналогичные показатели наблюдаются и для значений токов короткого замыкания в процентном соотношении.

Дальнейшие исследования показали, что датчики на основе данных образцов в условиях фонового ИК-излучения показали достаточную стабильность (параметры датчиков не меняются). Таким образом, датчики являются термостойкими и демонстрирует стабильность детектируемых параметров. Исследования по увеличению чувствительности подобных датчиков температуры посредством создания кластеров атомов различных элементов в кремнии, в частности были изучены авторами работы [10].

На основе такого фотодиода с достаточно высокой чувствительностью и быстродействием на основе кремния с кластерами атомов марганца и серы ($\text{Si}(\text{Mn},\text{S})$) авторами спроектирован и разработан прибор с микроконтроллерным управлением. В ходе исследований параметров сигналов датчика на основе кремния с кластерами атомов марганца и серы обнаружилось, что величина импульса на выходе датчика имеет малое значение и недостаточна для непосредственной подачи сигнала на вход микроконтроллера с целью обработки импульса. Для решения этой задачи применена схема усиления и фильтрации сигналов на основе операционного усилителя. Операционный усилитель MC602, примененный в схеме является сдвоенным операционным усилителем, работающим от однополярного источника напряжения. Выходной сигнал имеет размах, равный напряжению питания. Предусмотрена фильтрация сигнала для блокирования высокочастотного шума.

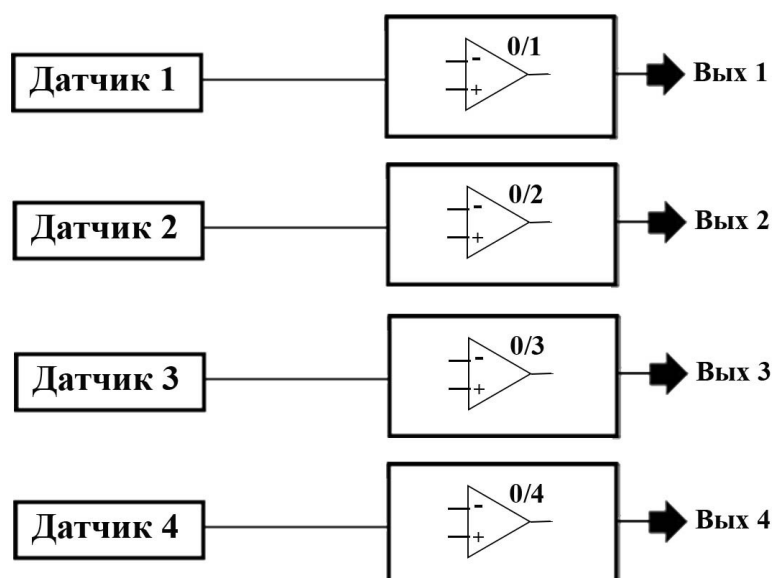


Рис.1. Схема операционного усилителя сигналов

После усиления сигнала операционным усилителем, коэффициент усиления каждой ступени равен 101, а итоговое усиление 10.000. Коэффициент усиления рассчитывался по формуле: $\frac{1}{2RfCf}$

Такая схема обладает достаточными возможностями для повышения уровня сигнала с фотодиода (Si<Mn,S>)и его фильтрации, преобразования в импульсы для дальнейшего подсчета микроконтроллером. Светодиод на выходе фильтра мигает каждый раз, когда появляется импульс. Светодиод сигнализирует при каждом появлении импульса от фотодиода. Управление, подсчет импульсов и вычисление выполняются на микроконтроллере. Микроконтроллер работает на тактовой частоте 8МГц. В качестве источника тактовой частоты применен кварцовый резонатор. При включении устройства микроконтроллер находится в режиме ожидания появления первого импульса с операционного усилителя.

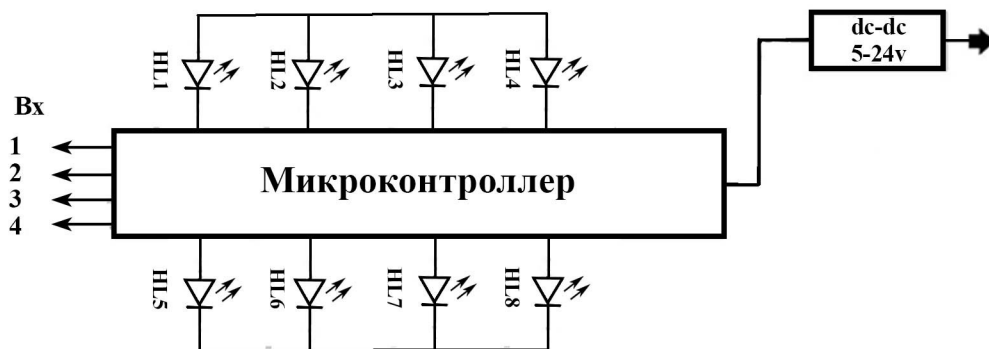


Рис.2. Схема контроллера для обработки сигналов.

При появлении импульса микроконтроллер считает количество импульсов в течении 2 секунд (задается программно). В течении этих двух секунд в случае сбоя импульса, микроконтроллер сигнализирует об отсутствии импульса и загорается красный светодиод. Затем следует нажать кнопку “Сброс” и микроконтроллер сбрасывается и снова переходит в режим ожидания импульса. Микроконтроллер обрабатывает сигналы от 1 до 6 линий одновременно и контролирует прохождение или сбой сигнала на каждом из этих линий. Быстродействие микроконтроллера позволяет одновременно обрабатывать сигналы до 6 линий.

Программное обеспечение для данной специфической задачи разработано авторами на CodeVisionAVR.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Спроектирован и разработан прибор с микроконтроллерным управлением на основе фотодиода с достаточно высокой чувствительностью и быстродействием на основе кремния, легированного примесями марганца и серы.

В связи с малой величиной импульса на выходе датчика, что недостаточно для непосредственной подачи сигнала на вход, с целью обработки

импульса была применена схема усиления и фильтрации сигналов на основе операционного усилителя.

В целом можно утверждать, что авторами подтверждены стабильность параметров датчика ИК-излучения на основе Si примесями Mn и S, осуществлена сборка прототипа прибора с микроконтроллерным управлением на основе такого датчика успешно проведены испытания данного прибора с датчиком в полевых условиях.

Литература

1. Бахадырханов М.К., Азизов М.К., Мавлянов А.Ш. / /Прибор для непрерывного измерения и контроля температуры. Шестая международная конференция «Кристаллофизика и деформационное поведение перспективных материалов», г. Москва, 2015 год, стр. 52.
2. Carlson R.O., Hall K.N., Pell E.M.//Phys.Chem.Sol.1959. Vol. 8. P. 81-83.
3. Camphausen D.L., Sladen R.I.//Bull. Amer. Sol. 1968. Vol.13. P. 406-407.
4. Camphausen D.L., James H.M., Sladen R.I.//Phys.Rev. 1970. Vol.2. P. 1899-1917.
5. Sah C.T., Walker T.N. // Appl. Phys. Letters. 1973. Vol. 22. №8. P. 384-385.
6. Rosier L.F., Sah C.T.// sol.St.Electron. 1971. Vol.14. P.41-54.
7. Rosier L.L., Sah C.T.// JAppl. Phys. 1971. Vol. 42. P. 4000-4005.
8. Юнусов М.С., Турсунов Н.А., Каримов М. // Радиационно-активированные процессы в кремнии. под ред. Вахидова Ш.А. Ташкент. Фан. 1977. с.145-164.
9. Берман Л.С., Лебедев А.А. Емкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках. Л.Наука, 1981. с.176.
10. Юнусов М.С., Каримов М. //Докл. АН УзССР. 1976. Вып.8. с.19-21.