МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОСИИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛНЬОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА «ИНФОРМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Практическое задание по курсу «Технические средства и элементная база робототехнических систем. Сенсорика»

на темы лекций 5-6.

Выполнила:

ст. 1-го курса

гр. УТС/б-20-2-о

Коршуненко А. А.

Принял:

ст. преподаватель

Татурин В. А.

Севастополь, 2021 г.

1. Что такое вольтаические сенсоры?

Ответ: Вольтаические сенсоры – это сенсоры, в которых под действием внешнего фактора первичный информационный сигнал возникает в виде электрического потенциала, разности потенциалов или напряжения между какими-то точками электрической цепи.

1. В чем заключается эффект Зеебека? Привести пример работы термопары.

Ответ: Если места их электрического контакта ("спаи") находятся при разных температурах, то между ними возникает разность потенциалов, которую называют "термо-ЭДС". Соответствующее физическое явление по имени первооткрывателя называют эффектом Зеебека.

Термопары – электрически соединённые между собой проводники из двух разных материалов. Чтобы уменьшить их собственную теплоёмкость, термопары делают проволочными или пленочными. Благодаря незначительной толщине и массе измерительный спай пленочной термопары может иметь очень малую собственную теплоемкость и поэтому достаточно малую тепловую инерционность (меньше 10 мс). С помощью пленочной термопары можно измерять температуру даже очень малых тел миллиметровых и субмиллиметровых размеров, к которым ее приклеивают.

1. Что такое фотовольтаический эффект? Принцип работы солнечных батарей.

Ответ: Фотовольтаический  эффект – появление под действием падающего света разности потенциалов между освещенной и темной зонами полупроводника. Это связано с появлением в полупроводнике при поглощении фотонов дополнительных носителей электрического заряда (внутренний фотоэффект), которые начинают мигрировать в темную зону. Возникающую фото-ЭДС измеряют электронными схемами с очень высоким внутренним сопротивлением на разомкнутых выводах полупроводника. Благодаря весьма малой инерционности, её используют для контроля мощности и формы сверхкоротких импульсов излучения лазеров.

Принцип работы солнечных батарей: при попадании солнечных световых потоков на n-слой его электроны высвобождаются из атомов и под действием электрического поля перемещаются на p-слой, где изначально наблюдалась их недостача. После перенаправления выработанной энергии на АКБ они вновь перемещаются на первый слой, где для них есть свободное место. Направленное движение электронов – это и есть электрический ток. Процесс не прекращается, пока аккумулятор не наберет заряд. Мощность солнечной панели длиной в метр может достигать 125 Вт.

1. Что такое прямой и обратный пьезоэффект? Что такое пьезоэлектрический резонатор? Примеры использования его на практике.

Ответ: Прямой пьезоэлектрический эффект - явление возникновения электрической поляризации в кристалле под действием механического напряжения. Данное явление впервые наблюдали братья Кюри - Жак и Пьер в 1880 году. Тогда в качестве испытуемых выступили кристаллы хрусталя, турмалина и сегнетовой соли. Обратный пьезоэлектрический эффект - возникновение механических напряжений в кристалле под действием электрического поля был предсказан в 1881 году французским физиком Габриэлем Липпманом.

Пьезоэлектрические резонаторы являются пассивными компонентами радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и предназначены для использования в аналоговых цепях для стабилизации и выделения электрических колебаний определенной частоты или полосы частот. Термин «пьезоэлектрический» показывает, что действие компонента основано на использовании пьезоэлектрических свойств материала, из которого изготовлен пьезоэлемент - основная деталь резонатора. Иногда пьезоэлектрические резонаторы определяют как прибор, представляющий одну или несколько электромеханических систем пьезоэлектрического типа.

Пример использования: акустические излучатели.

1. Принцип работы фотодиода. Что такое p-i-n структура фотодиода? Применение на практике.

Ответ: Основа действия фотодиодных элементов – внутренний фотоэффект. Он заключается в возникновении в полупроводнике под воздействием светового потока неравновесных электронов и дырок (т.е. атомов с пространством для электронов), которые формируют фотоэлектродвижущую силу.

* При попадании света на p-n переход происходит поглощение световых квантов с образованием фотоносителей
* Фотоносители, находящиеся в области n, подходят к границе, на которой они разделяются под влиянием электрополя
* Дырки перемещаются в зону p, а электроны собираются в зоне n или около границы
* Дырки заряжают p-область положительно, а электроны – n-зону отрицательно. Образуется разность потенциалов
* Чем выше освещенность, тем больше обратный ток

Если полупроводник находится в темноте, то его свойства аналогичны обычному диоду. При прозванивании тестером в отсутствии освещения результаты будут аналогичны тестированию обычного диода. В прямом направлении будет присутствовать маленькое сопротивление, в обратном – стрелка останется на нуле.

Чтобы обеспечить высокое быстродействие, надо, в первую очередь, уменьшать собственную емкость фотодиода. Этого достигают, используя фотодиоды p-i-n структуры. В такой структуре непосредственно возле p-области (анода) диода формируется обширная очень обедненная носителями, почти изолирующая, область кремния (так называемая i-область). Этим достигается значительное уменьшение собственной емкости фотодиода.

Примеры использования:

Оптоэлектронные интегральные микросхемы. Полупроводники обеспечивают оптическую связь, что гарантирует эффективную гальваноразвязку силовых и руководящих цепей при поддержании функциональной связи.

Многоэлементные фотоприемники – сканисторы, фоточувствительные аппараты, фотодиодные матрицы. Оптоэлектрический элемент способен воспринимать не только яркостную характеристику объекта и ее изменение во времени, но и создавать полный визуальный образ.

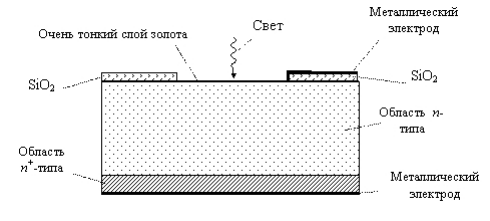
Оптоволоконные линии.

Лазерные дальномеры.

Установки эмиссионно-позитронной томографии.

1. Структура фотодиода Шоттки, отличие от обычного фотодиода.

Ответ: Структура



Для обеспечения чувствительности кремниевых фотодиодов также в фиолетовой и ультрафиолетовой областях используют так называемые фотодиоды Шоттки. Вместо   -перехода в них формируют т.н. "барьер Шоттки", возникающий на границе раздела "металл – полупроводник". Для этого на фоточувствительную область кремния напылением в вакууме наносят очень тонкий слой золота, достаточно прозрачный для видимого и ультрафиолетового света.

1. Что такое фототранзистор? Принцип работы.

Ответ: **Фототранзи́стор** — оптоэлектронный полупроводниковый прибор, вариант биполярного транзистора. Отличается от обычного биполярного транзистора тем, что полупроводниковый базовый слой прибора доступен для воздействия внешнего оптического облучения, за счёт этого ток через прибор зависит от интенсивности этого облучения.

Принцип работы: Обычный транзистор состоит из коллектора, эмиттера и базы. В работе фототранзистора, как правило, вывод базы остается отключенным, так как свет генерирует электрический сигнал, позволяющий току протекать через фототранзистор.

При отключенной базе, коллекторный переход фототранзистора смещен в обратном, а эмиттерный переход — в прямом направлении. Фототранзистор остается неактивным до тех пор, пока свет не попадает на базу. Свет активирует фототранзистор, образуя электроны и дырки проводимости — носители заряда, в результате чего через коллектор — эмиттер протекает электрический ток.

1. Устройство и принцип работы полевого транзистора.

Ответ: Полевой транзистор состоит из трёх элементов – истока, стока и затвора. Функции первых двух очевидны и состоят соответственно в генерировании и приёме носителей электрического заряда, то есть электронов или дырок. Предназначение затвора заключается в управлении током, протекающим через полевой транзистор. Таким образом, мы получаем классический триод с катодом, анодом и управляющим электродом.  
  
В момент подачи напряжения на затвор возникает электрическое поле, изменяющее ширину p-n-переходов и влияющее на величину тока, который протекает от истока к стоку. При отсутствии управляющего напряжения ничто не препятствует потоку носителей заряда. С повышением управляющего напряжения канал, по которому движутся электроны или дырки, сужается, а при достижении некоего предельного значения закрывается вовсе, и ПТ входит в так называемый режим отсечки. Как раз это свойство полевых транзисторов и позволяет использовать их в качестве ключей.  
  
Усилительные свойства радиокомпонента обусловлены тем, что мощный электрический ток, протекающий от истока к стоку, повторяет динамику напряжения, прикладываемого к затвору. Другими словами, с выхода усилителя снимается такой же по форме сигнал, что и на управляющем электроде, только гораздо более мощный.

1. Что такое МДП и МОП структуры полевого транзистора?

Ответ: Когда в тонком слое диэлектрика электрическое поле отсутствует, ток между истоком и стоком практически равен нулю из-за наличия p-n -перехода, смещенного в обратном направлении. Электрод вентиля, тонкий слой диэлектрика и кремний p-типа в вертикальном разрезе образуют структуру "металл – диэлектрик –

полупроводник" (сокращенно МДП). Поэтому транзисторы такой структуры называют еще МДП транзисторами.

Если тонкий слой диэлектрика в структуре полевого транзистора выполнен из окисла, то структуру "металл–окисел–полупроводник"  сокращенно называют МОП структурой, а соответствующий транзистор – МОП транзистором.

1. Что такое матрица приборов с зарядовой связью (ПСЗ)? Как это работает?

Ответ: В течение двух предыдущих десятилетий, когда не было еще такого прогресса КМДП технологии, широко использовались светочувствительные линейки и матрицы на основе так называемых " приборов с зарядовой связью " (сокращенно " ПЗС ").

Каждый из них представляет собой конденсатор со структурой "металл–окисел–полупроводник". Если на металлические электроды 1, 4, 7 и т.д. подать положительное напряжение относительно основы из кремния и осветить соответствующие области, то в кремнии будут возникать свободные носители заряда – электроны и "дырки". Последние под действием электрического поля будут отталкиваться от положительно заряженных электродов, а электроны будут притягиваться к ним. Поэтому под электродами накапливается отрицательный электрический заряд – тем больший, чем больше экспозиция падающего света. Под электродами, на которых нет напряжения, заряд не накапливается.

Как оказалось, накопленный электрический заряд можно перемещать между электродами. Если, например, подать положительное напряжение на электроды 2, 5, 8, ... , одновременно снимая его с электродов 1, 4, 7, ... , то под действием электрического поля отрицательный заряд из-под электрода 1 переместится под электрод 2. Заряд из-под электрода 4 переместится под электрод 5, из-под электрода 7 – под электрод 8 и т.д. В следующем такте подают положительное напряжение на электроды 3, 6, 9, ... , одновременно снимая его с электродов 2, 5, 8, ... Электрические заряды перемещаются под электроды 3, 6, 9, ... Цикл работы такой светочувствительной ПЗС структуры состоит из трех фаз, благодаря которым накопленный заряд можно перемещать вдоль линейки в обоих направлениях и в конце концов считывать полученный видеосигнал. Один пиксель черно-белого изображения состоит здесь из трех ПЗС. Кстати, электроды 1, 2, 3, ... могут быть не обязательно из металла, а, например, из легированного поликристаллического кремния. "Распознавание" цветов в ПЗС сенсорах достигается, как и КМДП матрицах, за счет использования цветных светофильтров. ПЗС сенсоры, благодаря своей простой элегантной структуре и хорошо отработанной технологии изготовления до сих пор удерживают еще свои позиции на рынке видеосенсоров.

1. Что такое туннельный диод? Объяснить его ВАХ.

Ответ: **Тунне́льный дио́д** — полупроводниковый **диод** на основе вырожденного полупроводника, на вольт-амперной характеристике которого при приложении напряжения в прямом направлении имеется участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением, обусловленный **туннельным** эффектом.

Туннелирование или туннельный эффект — это явление проводимости в полупроводниковом материале, в котором носитель заряда «пробивает» барьер, а не поднимается через него.

Участок АВ с отрицательным наклоном возникает в нём вследствие того, что на узкой границе раздела вырожденных областей полупроводника p+- и n+-типа при определенных условиях у свободных электронов появляется возможность прямого туннельного перехода из одной области в другую. Одним из этих условий является подача на туннельный диод достаточно большого обратного напряжения.

1. Что такое тиристор? Его устройство, принцип действия, применение на практике.

Ответ: Тиристор – это четырехслойная полупроводниковая p-n-p-n -структура с двумя или тремя выводами.

Обычно он представляется в виде двух транзисторов разной структуры, связанных между собой. Опытным путем можно проверить, как работают транзисторы, подключенные по такой схеме. Однако, имеются отличия в вольтамперной характеристике. И еще нужно учитывать, что приборы изначально спроектированы так, чтобы выдерживать большие токи и напряжения. На корпусе большинства таких приборов имеется металлический отвод, на который можно закрепить радиатор для рассеивания тепловой энергии. Тиристоры выполняются в различных корпусах. Маломощные приборы не имеют теплового отвода.

Принцип действия:К аноду тиристора подключается лампочка или светодиод, а к ней подсоединяется плюсовой вывод источника питания через выключатель К2. Катод тиристора подключен к минусу питания. После включения цепи на тиристор подается напряжение, однако светодиод не горит. Если нажать на кнопку К1, ток через резистор поступит на управляющий электрод, и светодиод начал светиться. Часто на схемах его обозначают буквой «G», что обозначает gate, или по-русски затвор (управляющий вывод).

Применение: сварочные инверторы, блоки питания зарядного устройства для автомобиля, в генераторах, для устройства простой сигнализации, реагирующей на свет.

1. Что такое Z-резистор, его ВАХ, как и где применяется?

Ответ: Их функционирование основано на явлении "управляемой прыжковой электропроводности", открытом в конце 1980-х г.г. Оно приводит к тому, что Z-резисторы имеют L-подобную ВАХ. На участке 1 полупроводниковый Z-резистор ведет себя как обычный резистор. Электрический ток в нем распределяется по всему объему. Но, когда напряжение достигает критического значения UП, то в наиболее узких участках между островками начинается электрический пробой, и весь ток стягивается в "шнур" вдоль цепочки наиболее близко расположенных локальных "островков" с повышенной концентрацией носителей заряда. Величина сопротивления и напряжение на Z-резисторе резко падают. Он переходит в режим 2. Увеличение силы тока в этом режиме в результате локального разогрева приводит к пропорциональному увеличению поперечного сечения токового "шнура" при практически неизменном падении напряжения.

Если Z-резистор находится в режиме 1 под напряжением, близким к напряжению переключения, то он становится очень чувствительным к влиянию разных внешних факторов и может быть использован как чувствительный сенсор со значительным внутренним усилением сигналов.

Если таким температурным сенсором провести по телу человека, то можно зарегистрировать изменения температуры в десятые и даже в сотые доли градуса. Это – настоящая находка для врачей при термодиагностике щитовидной и молочной желез, артритов, остеохондрозов и т.п. При лечении детского энуреза сенсор на ночь приклеивают на область мочевого пузыря ребенка. Когда пузырь наполняется, температура его несколько повышается. Сигнал от Z-термистора включает миниатюрный пьезоэлектрический зуммер, прикрепляемый к уху, который своевременно будит ребенка

1. Что такое счетчик Гейгера – Мюллера? Его устройство и принцип работы.

Ответ: "Счетчики Гейгера-Мюллера " – сенсоры для подсчета числа ионизирующих частиц, пролетающих сквозь счетчик за единицу времени.

Как правило, он имеет форму металлической трубки, на оси которой расположена металлическая проволока – анод. Трубка помещена в баллон с инертным газом. Электрическое поле внутри трубки еще сильнее, чем в пропорциональных камерах. Поэтому, когда через тонкое окошечко в трубку проникает ионизирующая частица, ионизирует атомы газа, и возникают носители заряда, то очень быстро (за наносекунды) развивается лавинный процесс, и на выходе схемы появляется импульс тока. Чтобы импульсы были короткими, и их можно было подсчитывать с высокой частотой, к инертному газу прибавляют органические молекулы, которые способствуют быстрому "гашению" лавинного процесса. А к источнику высокого напряжения подключают резистор большого номинала, на котором при возникновении импульса тока падает большое напряжение, в результате чего напряжение на аноде трубки снижается и становится недостаточным для продолжения лавинного пробоя.