Учебная дисциплина Основы электротехники

Преподаватель Лелаус Е.Ф*электронная почта*lelaus1953 @ mail.ru Viber 89029520758 WhatsApp 89029520758

Первый курс

Дата 20.11.2020г.

Профессия Сварщик

группа № 1-5 БФ

Раздел Электронные приборы и устройство

Тема Полупроводниковые приборы

Лекция

Содержание Полупроводниковые диоды Транзисторы Полупроводниковые диоды

**Электроника** – область науки и техники, изучающая и применяющая устройства, работа которых основана на протекании электрического тока в вакууме, газе и твердом теле. *В электронных устройствах* преобразование электрической энергии и сигналов осуществляется с помощью электронных приборов (электронных активных элементов). Кроме электронных приборов в них используются источники питания и пассивные компоненты: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности. В настоящее время используются в основном полупроводниковые электронные приборы. В них перенос электрических зарядов происходит в твердом теле (полупроводнике). К ним относятся диоды, транзисторы, тиристоры и др. Полупроводниковый диод ([вентиль](http://www.pandia.ru/text/category/ventilmz/)) представляет собой контакт­ное соединение двух полупроводников, один из которых с электронной проводимостью (n-типа), а другой — с дырочной (р-типа, рисунок 1., а).

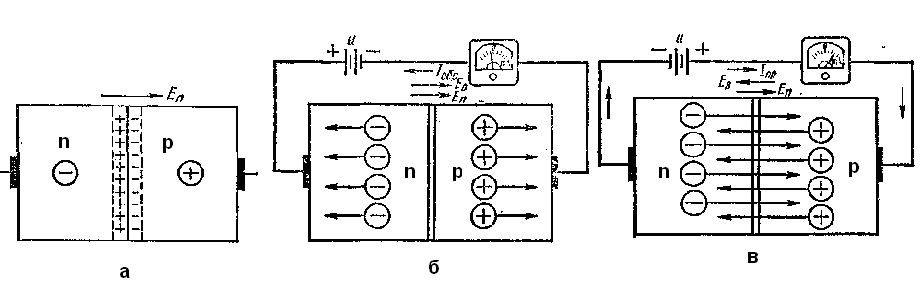
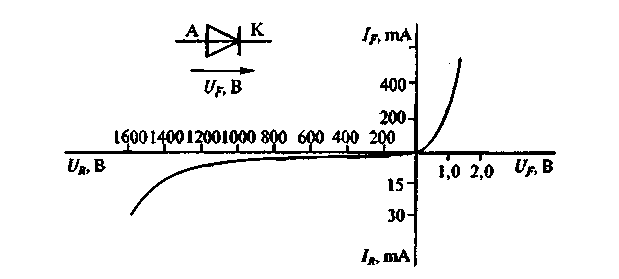


Рисунок 1. - Полупроводниковый вен­тиль и его схема включения: а — общий вид, 6 — схема  включения в обратном направлении, в — схема  вклю­чения в прямом направлении

Вследствие большой концентрации электронов в полупроводнике n-типа будет происходить диффузия их из первого полупроводника во второй. Аналогично будет происходить диффузия дырок из второго полупровод­ника р-типа в первый n-типа. В тонком пограничном слое полупроводни­ка n-типа возникает положительный заряд, а в пограничном слое полуводника р-типа — отрицательный заряд. Между этими слоями возникает разность потенциалов (потенциальный барьер) и образуется электриче­ское поле напряженностью Еп, которая препятствует диффузии элек­тронов и дырок из одного полупроводника в другой. Таким образом, на границе двух полупроводников возникает тонкий слой, обедненный носителями зарядов (электронов и дырок) и обладающий большим со­противлением*. Этот слой называется запирающим р-n - переходом*. Соединив положительный зажим источника питания с металличес­ким электродом полупроводника n-типа, а отрицательный зажим с электродом полупроводника р-типа, получим внешнее электрическое поле Ев, направленное согласно с полем р-n-перехода Еп, усиливаю­щее его (рисунок 1, б). Такое поле еще больше будет препятствовать прохождению основных носителей зарядов через запирающий слой и через диод пройдет малый обратный ток Iобр, обусловленный не основными носителями заряда. Обратный ток диода в значительной мере зависит от температуры, увеличиваясь с ее повышением. При изменении полярности источника питания (рисунок 1, в) внеш­нее электрическое поле  Ев, окажется  направленным встречно полю р-n - перехода Еп и под действием этого поля электроны и дырки нач­нут двигаться навстречу друг дру­гу и число основных носителей заряда в переходном слое возрас­тет, уменьшая потенциальный барьер и сопротивление переходного слоя. Таким образом, в цепи устанав­ливается прямой ток Iпр, который будет значительным даже при от­носительно небольшом напряжении источника питания. Рисунок 2



На рисунке 2 показана вольт-амперная характеристика германие­вого диода и его условное обозна­чение. Для большей наглядности прямая ветвь (правая часть графи­ка) и обратная ветвь (левая часть графика) характеристики изображе­ны в различных масштабах. Харак­теристика показывает, что при небольшом прямом напряжении Uпр=1В на зажимах диода в его цепи проходит относительно большой ток, а при значительных обратных напряжениях Uобр ток I обр ничтожно мал. Таким образом, полупроводниковый диод обладает односторонней проводимостью, т. е. является электрическим вентилем. Промышлен­ность производит электрические вентили германиевые, кремниевые, селеновые . Германиевые и кремниевые вентили изго­товляют двух типов: точечные и плоскостные. У точечного германиевого диода (рисунок 3, а) помещен кристалл германия 5 с электронной прово­димостью, в который острием входит контактный пружинящий вывод [анода](http://www.pandia.ru/text/category/anod/) 3. Под контактным острием в результате специальной термической обработки создается область с дырочной проводимостью. В плоскостном германиевом диоде (рисунок 3, б) на пластину германия 5 с элек­тронной проводимостью накладывается таблетка из индия, которая в процессе изготовления диода нагревается до 5000С п плавится так, что ее атомы диффундируют в германий, образуя область с дырочной про­водимостью.

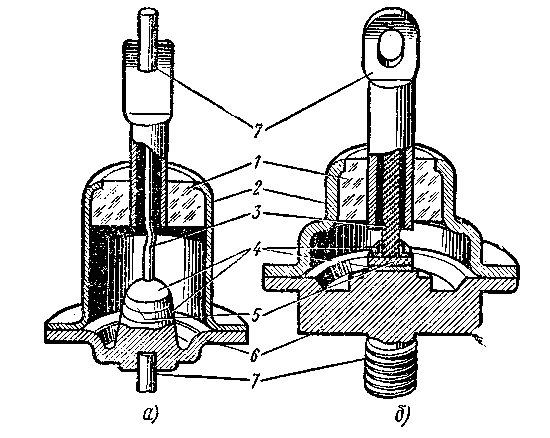


Рисунок 3 - Конструкция германиевого диода: а – точечного, б – плоскостного; 1—изолятор, 2 — корпус,3 — вывод анода, 4 — припой, 5 — кристалл,  6 — кристаллодержатель,  7 — внешние выводы

На границе двух областей (с электронной и дырочной проводи­мостью) появляется запирающий р-n-переход. Как в точечном, так и в плоскостном диоде германий 5 припоем 4 укреплен на кристаллодержателе 6, к которому приварен вывод катода (нижний) 7. Вывод анода 3 также припоем 4 укрепляется в области с дырочной проводимостью и выводится наружу в верхней части диода. Металлический корпус 2 сварен.

Кремниевые диоды отличаются от германиевых не только матери­алом полупроводника, но и некоторыми преимуществами, а именно: более высокой предельной температурой, много меньшим обратным током, более высоким пробивным напряжением. Однако сопротивление кремниевого вентиля в прямом направлении значительно больше, чем германиевого.

**2 Транзисторы**

Транзистором называется полупроводниковый прибор с двумя р-n-переходами, предназначенный для усиления и генерирования электрических колебаний и представляющий собой пластину крем­ния или германия, состоящую из трех областей. Дне крайние области всегда обладают одинаковым типом проводимости, а средняя — противоположной проводимостью. Транзисторы, у которых крайние об­ласти обладают электронной проводимостью, а средняя—дырочной проводимостью, называются транзисторами *n-р-n-типа* (рисунок 4 а); транзисторы, у которых крайние области обладают дырочной, а сред­няя электронной проводимостями — транзисторами n-р-n-типа  (рисунок 4, б). Физические процессы, происходящие в транзисторах двух типов, аналогичны. Эмиттер является областью, испускающей  но­сители зарядов электронов в транзисторе n-р-n-типа  и дырок в транзисторе р-n-р - типа  , коллектор - область, собирающая носители зарядов, база — средняя область, основание. В условиях работы транзистора к левому р-n-переходу прикладывается напряжение эмиттер — база Uэ в прямом направлении, а к правому р-n-переходу — напряжение база — коллектор Uк — в обратном. Под действием электрического поля большая часть носителей зарядов из левой области эмиттера), преодолевая р-n-переход, переходит в очень узкую среднюю область (базу). Далее большая часть но­сителей зарядов продолжает двигаться ко второму переходу и, приближаясь к нему, попадает в электрическое поле, созданное внешним источником  Uк.. Под влиянием этого поля носители зарядов втягиваются в правую область (коллектор), увеличивая ток в цепи.

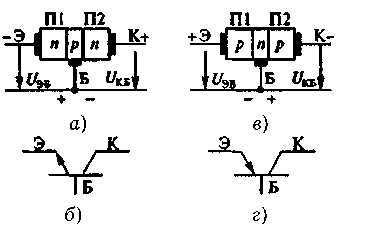


Рисунок 4 - Структура и графическое обозначение транзисторов: а  — n-р-n-типа,  б — р-n-р –типа

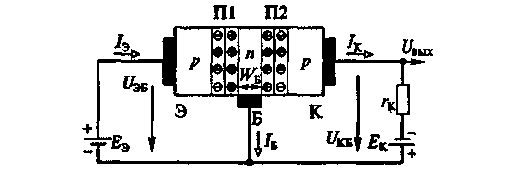
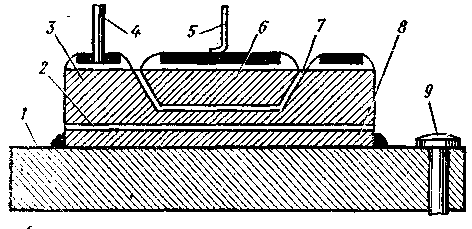


Рисунок 5 - Схема включения транзистора р-n-р –типа

В базе незначительная часть носителей зарядов, перешедших из эмиттера, рекомбинирует со свободными носителями зарядов проти­воположной полярности, образующими ток базы Iб. Таким обра­зом, ток коллектора img171_4, —окажется меньше тока эмиттера, незначительно отличаясь от последнего. Отношение img172_4 - называется коэффициентом усиления по току. Возможны три схемы включения транзисторов: с общей базой, с общим эмиттером и с общим коллектором. Название схемы показы­вает, какой электрод транзистора является общим для входной и вы­ходной цепей. Схемы включения транзисторов отличаются своими свой­ствами, но принцип усиления колебаний остается одинаковым. Устройство плос­костного германиево­го транзистора  р-n-р - типа показано на Рисунок 5. Базой является пластина 3 из кристаллического гер­мания с электронной проводимостью. С двух сторон в пластину вплавлены индиевые электроды, служащие эмиттером 6 и коллекто­ром 8. При плавлении индия между каждым из этих электродов и гер­маниевой пластиной — базой образуются области с дырочной прово­димостью и создаются эмиттерный 7 и коллекторный 2 р-n-переходы. Коллектор 8 крепится на кристаллодержателе 1, от которого наружу проходит вывод коллектора 9. Выводы от эмиттера 5 и базы 4 изоли­рованы от корпуса стеклянными проходными изоляторами. Транзис­тор помещается в металлический корпус.

Рисунок 6. - Устройства плоскостного германиевого тран­зистора р-n-р - типа: 1 — кристаллодержатель, 2 — коллекторный переход, 3 — база, 4 — вывод базы. 5 — вывод эмиттера, 6 — эмиттер, 7 — эмиттерный переход, 8 — коллектор, 9 — вывод коллектора

Транзисторы по сравнению с электронными лампами имеют сле­дующие преимущества: большую механическую прочность и долго­вечность, постоянную готовность к работе, малые габариты и массу, низкое напряжение питания и высокий кпд; кроме того, отсутствует цепь накала и, следовательно, упрощена схема и нет потребления мощности для разогрева катода. К недостаткам транзисторов относится зависимость режима ра­боты его от температуры окружающей среды, небольшая выходная мощность, чувствительность к перегрузкам, разброс параметров, вследствие которого отдельные транзисторы одного типа значительно отличаются друг от друга по своим параметрам, большое различие между входными и выходными сопротивлениями.

Домашнее задание Выполнение работы 16.11.2020

Контрольные вопросы

1. Какие устройства называю электронными приборами?
2. Какие приборы относятся к проводникам
3. Полупроводниковый диод-это ……………………
4. Какой слой называется запирающим р-n – переходом?
5. Как устроен транзистор, принцип работы, где применяется.
6. На чертите схему включения транзистора р-n-р –типа

Литература

П.А. Бутырин, О.В. Толчеев Ф.Н.Шакирзянов учебник Электротехника. Глава 8 Электронные приборы и устройства. Стр 150-156