

Реферат

«Полупроводниковый транзистор. Свойства и функции»

автор: ученик 9 класса «Б»

Чувильгин Евгений

Руководитель: Ветюков Дмитрий Алексеевич

Москва

2013-2014

Оглавление

1. Введение.....2
2. Глава I. Электрический ток. Основные характеристики тока. Основные принципы расчета электрических цепей.....3-6
3. Глава II. Полупроводниковые элементы. Примесные полупроводники р и n типа. Полупроводниковый диод.....6-10
4. Глава III. Основные характеристики транзистора.10-13
5. Глава IV. Режимы работы транзистора. 13-15
6. Заключение.....15-16
7. Список литературы.....17

Введение

Целью настоящей работы является знакомство с природой и свойствами электрического тока, элементами электрических цепей, полупроводниковыми приборами, принципом их работы, назначение и использование; описать принципы работы полупроводникового транзистора. Транзистор - полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления электрического тока и управления им. В общих словах принцип работы транзистора можно сравнить с работой обычного водяного крана. Повернули задвижку – поток воды усилился, повернули в другую сторону – поток уменьшился или прекратился. Практически в этом и заключается принцип работы транзистора. Только вместо воды в нем течет поток электронов.

Обычный (биполярный) транзистор состоит из двух близко расположенных ("спина к спине") переходов, образующих две отдельные области. Поэтому возможны два типа транзисторов: pnp и npn . В транзисторе входная внешняя область называется эмиттером, средняя область - базой, а выходная внешняя область - коллектором. Выделяют 2 основных режима работы транзистора: режим усилителя и режим электронного ключа.

В наше время транзисторы используются в большинстве электронных приборов, будь то электронные часы, телефон, смартфон, телевизор или ноутбук. Отсюда актуальность данной работы и возможный интерес к ней со стороны людей, не связанных с электротехникой напрямую.

Работа состоит из нескольких глав, в которых излагаются общие понятия и законы электрических явлений и цепей, принцип работы полупроводников, виды полупроводниковых приборов, устройство транзистора, его назначение и использование.

Глава 1. Электрический ток

Начнем с основных понятий, таких как электрический ток, так как действие всех полупроводниковых приборов основано на свойствах электрического тока.

Электрический ток — это упорядоченное движение заряженных частиц в проводнике. Чтобы он возник, необходимо предварительное создание электрического поля. Под его действием вышеупомянутые заряженные частицы начинают двигаться. Первые **электрические заряды** были получены много лет назад путем трения. Уже в древности люди знали, что если потереть янтарь о шерсть, он получает способность притягивать легкие предметы. Но в конце XVI века английский врач Джильберт провел исследование этого явления и выяснил, что такими же свойствами обладают другие вещества. Тела, способные после натирания притягивать легкие предметы, он назвал наэлектризованными (от греческого «Электрон»-янтарь). Мы говорим, что на телах в таком состоянии имеются электрические заряды, а сами тела называются «заряженными».

Появление электрических зарядов характеризуется телесным контактом различных веществ. Соприкосновению твердых тел препятствуют различные малые выступы и неровности, которые присутствуют на поверхности тел. В процессе сдавливания такие тела сближаются поверхностями, так как без нажима поверхности соприкасались бы только несколькими точками. В некоторых телах электрические заряды могут свободно перемещаться между различными частями, в других же это невозможно. В первом случае тела называют «проводниками», а во втором — «диэлектрики, или изоляторы». Проводниками являются все металлы, водные растворы солей и кислот и др. Изоляторы – многие газы в нормальных условиях, полимерные вещества, резина, дерево.

Существует ряд основных характеристик, которыми можно описать электрический ток.

Напряжение – обозначает работу электрического тока, проделанную для перемещения заряда. Измеряется в вольтах ($1 \text{ в} = 1 \text{ Дж/1 Кл}$). Если знаем работу тока на определенном участке и величину заряда, то можем определить напряжение – работу тока. Для измерения напряжения используется вольтметр. **Сила тока** - это количество заряда, прошедшее за единицу времени на данном участке цепи. Измеряется в амперах. По **закону Ома** сила тока прямо пропорциональна приложенному напряжению. Для измерения силы тока используют специальный прибор — амперметр. Его включают в разрыв цепи в том месте, где нужно измерить силу тока. Сила тока также обратно пропорциональна

сопротивлению проводника. **Сопротивление** - это физическая величина, равная отношению напряжения на концах проводника к силе тока, проходящего через проводник. Величину сопротивления для участка цепи можно определить из формулы закона Ома для участка цепи. Для каждого отдельного материала характерно удельное сопротивление, так как вещества имеют разную проводимость. **Закон Ома** гласит, что сила тока на данном отрезке цепи пропорциональна напряжению на концах этого проводника и обратно пропорциональна его сопротивлению.

$$1. R = U/I$$

Ом установил зависимость между длиной проводника и площадью его поперечного сечения.

$$2. R = (\rho * l)S$$

где ρ - удельная проводимость, l - длина проводника, S - площадь поперечного сечения.

Величина **потенциала электрического поля** характеризует отношение потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду. Численно потенциал равен работе электрического поля при перемещении единичного заряда по силовым линиям поля.

$$3. \varphi = \frac{W}{q} = \text{const}$$

Резистор - представляет из себя полупроводниковый прибор, работающий на основе зависимости сопротивления от различных параметров, таких как температура, свет, напряженность и т. д. Выделяют 5 основных типов резисторов: линейные резисторы, варисторы, тензорезисторы, терморезисторы, фоторезисторы. Линейные и варисторы в отличие от других групп сохраняют свои характеристики почти вне зависимости от внешних факторов. Для остальных групп наоборот, характерна сильная зависимость свойств от внешних факторов.

Для расчета характеристик электрических цепей необходимо начать с определений. Ветвью электрической цепи называется участок, состоящий из последовательно включенных источников электродвижущей силы и приемником с одним и тем же током. Узлом называется место или точка соединения трех и более ветвей. Контур - замкнутый путь, проходящий по нескольким ветвям, при этом каждый узел в рассматриваемом контуре встречается не более одного раза. **«Первый закон Кирхгофа** применяется к узлам и звучит: сумма токов в узле равна 0. Это следует из того, что частицы тока находятся в постоянном

движении и не могут накапливаться в узлах.»¹Для расчета характеристик электрических цепей применяют **метод потенциалов** - метод расчета электрических цепей путём записи уравнений, в которой неизвестными являются потенциалы в узлах цепи. В результате применения метода определяются потенциалы во всех узлах цепи, а также, при необходимости, токи во всех ветвях.

«Так как ток представляет собой перемещение заряда под действием электрического поля, то работа тока вычисляется по формуле напряжение умножить на величину заряда, или напряжение умножить на ток и время перенесения заряда

$$4. dA = QU = IU * dt$$

Если взять за сопротивление величину R, то через закон Ома получим, что работа равна квадрату тока, умноженному на сопротивление и время

$$5. dA = I^2 R * dt$$

Или квадрату напряжения, деленному на сопротивление, умноженному на время.

$$6. dt = U^2 / R * dt$$

Из этих формул следует, что мощность тока P, равная отношению работы тока dA к времени dt, находится как квадрат тока I, умноженному на сопротивление R, или как отношение квадрата напряжения U к сопротивлению R.

Выражения справедливы как для постоянного, так и для переменного тока. Если сила тока выражается в амперах, напряжение в вольтах, сопротивление в омах, то работа тока – в джоулях, а мощность – в ватах.

Если ток проходит по неподвижному металлическому проводнику, то вся работа тока идет на нагревание. Получается –

$$7. dQ = dA$$

Таким образом, получим, что теплота dQ равняется напряжению U, умноженному на ток I и время dt, или квадрату тока I на сопротивление R и на время dt или отношению квадрата напряжения U к сопротивлению R и на время dt. Эти формулы представляют собой закон Джоуля-Ленца, экспериментально подтвержденный Э. Х. Ленцом и ДЖ. Джоулем.

¹ Кабардин О. Ф. Учебник с углубленным изучением физики – восьмое издание.-М.: Просвещение, 2005. С 278

Например, возьмем цилиндрический объём проводника dV . За определенное время в этом объеме выделится теплота. Количество теплоты, выделяющееся за единицу времени в единице объёма, это и есть удельная тепловая мощность тока. Тепловое действие тока впервые было открыто в 1873 году русским инженером Лодыгиным и находит широкое применение в технике по сей день. На тепловом действии тока основана работа различных приборов, таких как муфельные печи, электрические дуги, бытовые электронагревательные приборы и т.д.»²

Глава 2. Полупроводниковые элементы, полупроводники.

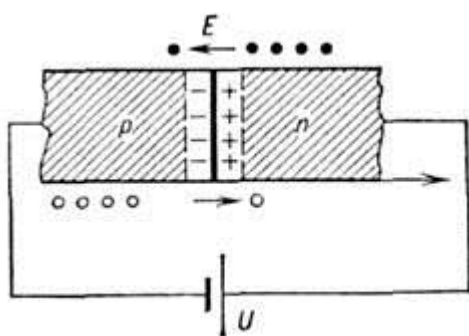
Полупроводниковые элементы – приборы, действие которых основано на свойствах полупроводников., содержащих p-n переходы. В полупроводниковых элементах используются различные явления, связанные со свойствами полупроводниковых материалов: изменение температуры, действие света, и др. Односторонняя проводимость контактов двух полупроводников используется для преобразования переменных токов. Полупроводниковые приборы делятся на точечные и плоскостные. В качестве примера можно рассмотреть точечный германиевый диод, в котором вольфрамовая проволока прижимается к n-германию острием, покрытым алюминием. Если через диод пустить кратковременный импульс тока, то при этом повышается диффузия Al в Ge, образуется обогащенный алюминием слой германия, который обладает p-проводимостью. Таким образом, на границе слоя образовывается p-n переход. Также полупроводниковые приборы делятся на чистые и примесные. Свойства примесных полупроводников определяются в основном примесями других химических элементов. Процесс введения примесей в полупроводник называют легированием проводника, а сами примеси называют легирующими. Легирование осуществляется в процессе выращивания монокристалла полупроводника из жидкой или газообразной фазы. Роль примесей также могут играть различные неровности на поверхностях кристаллической решетки полупроводника. Различают 2 основных типа примесей, которые при легировании создают электронный или дырочный тип проводимости. Примеси, в последствие введения которых создается электронный тип проводимости,

² Трофимова Т. И. Курс физики.-М.:Высш. Шк., 1985. С 126-127

называются донорными. Примесь, создающая дырочную проводимость – акцепторная. Главная особенность примесных проводников в том, что в них количество электронов и дырок неравно. В полупроводниках типа n преобладают электроны, в полупроводниках типа p – дырки. В n основными носителями заряда являются электроны, в p – дырки. Для создания примесных полупроводников n-типа используются донорные примеси – 5-валентные элементы в периодической таблице Менделеева. Проводимость полупроводника увеличивается за счет образования свободных электронов.

«Чистые полупроводники обладают собственной проводимостью, в отличие от проводимости, обусловленной наличием примесей. Такая проводимость наполовину электронная, наполовину дырочная и зависит от температурных факторов. При низкой температуре проводимость падает, а при повышении температуры проводимость возрастает, так как большее количество электронов переходит в свободное состояние, и вместе с тем возникает такое же количество дырок. Проводимость химически чистого проводника определяется наличием свободного числа электронов и дырок (электропроводимость). Бесприимесный, химически чистый проводник называется собственным. Для создания чистых полупроводников используются кристаллы кремния и германия. Эти материалы обладают чистой равномерной кристаллической решеткой, атомы имеют 4 валентных электрона на внешней оболочке и обеспечивают устойчивую структуру.»³

Полупроводниковый диод. P-n переход



В семействе полупроводниковых приборов самый простейший по устройству это диод. Если в левую половину пластины полупроводника ввести акцепторную примесь, а в правую донорную, то с одной стороны получится проводник типа n, с другой стороны – p. А

³ Аладышкин Б, Транзисторы // <http://elektrik.info/main/fakty/638-tranzistory-ustroystvo-i-principy-raboty.html>
Ссылка действительна на 20.03.14

в середине получается переходная область, называемая p-n переход. В такой пластине две зоны с различной проводимостью, от которых идут два вывода. Этот прибор назвали диодом, что означает – два. Раньше использовались и другие модели диодов, например, ламповый диод – кенотрон.

P-n переход является основой всех полупроводниковых приборов. Но в отличие от транзистора, в диоде два p-n перехода, а не 3, а например, тиристоры состоят из 4-х переходов.

В пластине диода, даже когда он никуда не подключен, происходят интересные процессы. Некоторые электроны и дырки дрейфуют через границу областей с различными типами проводимости, образуя пограничную область с обедненным слоем основных носителей заряда.

Если к области N подключен положительный полюс источника питания, а к области P – отрицательный, то электроны из N устремляются к положительному полюсу источника. А положительные заряды (дырки) в области P притягиваются отрицательным полюсом источника питания. В результате в области p-n перехода возникает еще более обедненный слой носителей заряда и ток проходить не будет. При обратном подключении источника основные носители легко преодолеют пограничную область и возникнет электрический ток.

P-n переход может обладать смещением. Смещение это внешнее напряжение, которое прикладывается к выходам перехода. Смещение может быть прямым и обратным. При прямом смещении плюс источника прикладывается к p-области, а минус – к n области. При обратном, соответственно, наоборот, минус источника внешнего напряжения прикладывается к p- области, а плюс – к n области. Основным процессом в прямосмещенном переходе является инжекция – впрыскивание через переход основных носителей заряда из одной области в другую, где они становятся неосновными. «Суть инжекции – в повышении концентрации НОНЗ в приграничных областях полупроводников. В результате обратного смещения p-n перехода его ток незначителен и мало зависит от величины обратного напряжения. В основном он зависит от окружающей температуры.

Любой полупроводниковый прибор можно охарактеризовать зависимостью между током, проходящим через прибор и приложенным напряжением. Через эту зависимость можно определить ток, соответствующий данному напряжению, или напряжение, соответствующее заданному току. В простейшем случае ток прямо пропорционален напряжению. Если сопротивление постоянно, то оно выражается законом Ома. График

зависимости между током и напряжением называется «вольт-амперная характеристика» данного прибора. Для прибора, подчиняющемуся закону Ома, характеристикой является прямая линия, проходящая через начало координат. Но также существуют приборы, сопротивление которых не является постоянным. Зависимость таких приборов более сложная и выражается не через закон Ома. График не является прямой линией и зависимость будет нелинейной.»⁴

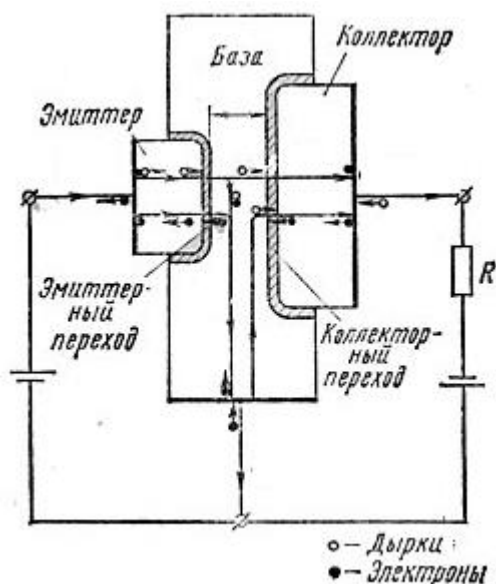
Полупроводниковый транзистор

Само слово транзистор состоит из двух слов («трансфер» - означает передатчик, и «резистор» - деталь электрических схем, основным свойством которой является сопротивление.) Во многих формулах электротехники встречается характеристика сопротивления. Поэтому слово «транзистор» можно растолковать, как преобразователь сопротивления. Образно говоря, у транзистора есть «задвижка», которая изменяет количество электрических зарядов, создающих электрический ток. Это изменение есть изменение внутреннего сопротивления полупроводникового прибора. Транзистор используется для усиления, генерации, преобразования электрических сигналов.

Транзистор представляет из себя небольшой кристалл полупроводникового материала, помещенный в металлический или пластиковый корпус, снабженный тремя выводами, присоединенными к соответствующим зонам кристалла. Для изготовления кристалла используют сверхчистый материал, в который добавляют строго дозированные примеси. Они определяют появление в кристалле проводимости.

В транзисторе чередуются по типу электропроводности три области полупроводника. В зависимости от порядка чередования областей различают транзисторы типов *p-n-p* и *n-p-n*; принцип действия их одинаков. Одну из крайних областей транзисторной структуры легируют сильнее; ее используют обычно в режиме инжекции и называют *эмиттером*. Промежуточную область называют *базой*, а другую крайнюю область — *коллектором*. Основным назначением коллектора является экстракция носителей заряда из базовой области, поэтому размеры у него больше, чем у эмиттера. Электронно-дырочный переход между эмиттером и базой называют *эмиттерным*, а между коллектором и базой - *коллекторным*.

⁴ Электротехника // <http://www.ruselectronic.com/>. Ссылка действительна на 20.03.14



«Коллекторный ток в транзисторе зависит от тока эмиттера пропорционально. Коэффициент пропорциональности a называется коэффициентом передачи тока эмиттера.

Усилительные свойства транзистора проявляются в том, что если теперь к эмиттеру и базе приложить малое электрическое напряжение — входной сигнал, то в цепи коллектор — эмиттер потечет ток, по форме повторяющий входной ток входного сигнала между базой и эмиттером, но во много раз больший по значению.

Для нормальной работы транзистора в первую очередь необходимо подать на его электроды напряжение питания. При этом напряжение на базе относительно эмиттера (это напряжение часто называют напряжением смещения) должно быть равно нескольким десятым долям вольта, а на коллекторе относительно эмиттера — несколько вольт.»⁵

В зависимости от типа носителей заряда различают транзисторы с **n-каналом** или **p-каналом**. В n-канальных ток канала обусловлен направленным движением электронов, а p-канальных — дырок. В связи с этой особенностью полевых транзисторов их иногда называют также униполярными. Это название подчеркивает, что ток в них образуют носители только одного знака, что и отличает полевые транзисторы от биполярных.

Глава 3. Основные характеристики транзистора.

Итак, транзистор представляет собой полупроводниковое устройство с двумя p-n переходами.

⁵ Кабардин О. Ф. Учебник с углубленным изучением физики – восьмое издание.-М.: Просвещение, 2005.-С 367 - 10 -

С помощью соответствующих примесей в кристалле германия или кремния создают три области: между двумя областями проводимостью р-типа создают слой с проводимостью п-типа, называемый базой. Одна из разделенных областей называется эмиттером, в вторая – коллектором.

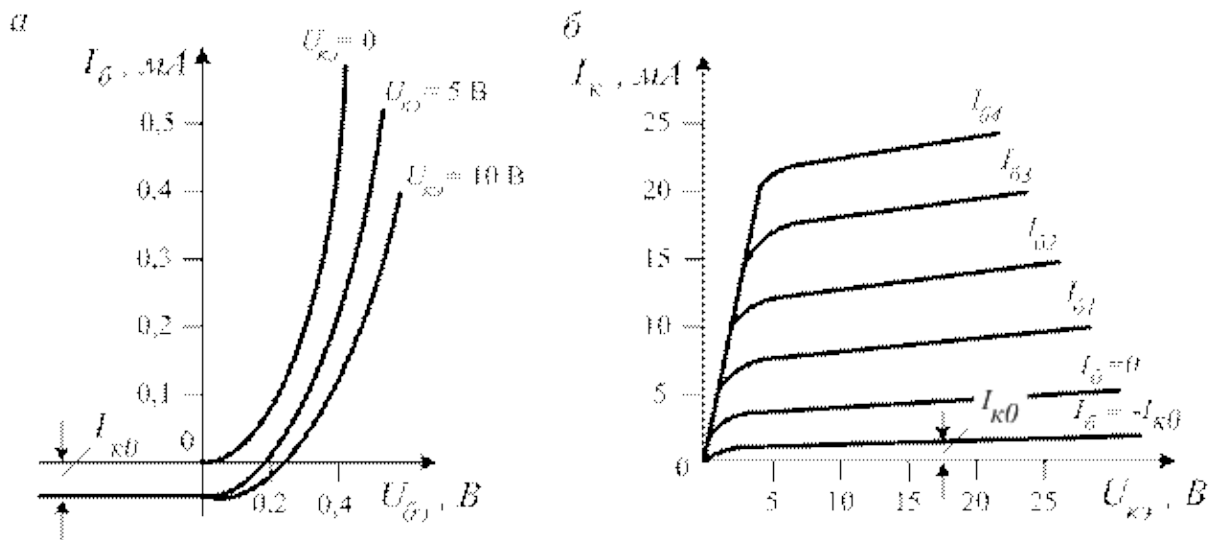
Транзистор соединяют с двумя источниками тока, при этом переход эмиттер-база включают в пропускном, а переход коллектор-база – в запирающем направлении. Цепь, в которую включены эмиттер и база, называют цепью эмиттера, а цепь, в которую включены база и коллектор, называют цепью коллектора. Пока цепь эмиттера разомкнута, в цепи коллектора ток очень мал, так как сопротивление такого р-п перехода для основных носителей в запирающем состоянии велико. Как только цепь эмиттера замкнута, «дырки» переходят из него в базу, создавая ток в этой цепи. При этом значительная часть «дырок» проникает из базы в коллектор, так как для «дырок» - неосновных носителей заряда базы - такой переход является пропускным, и они создают ток в цепи коллектора.

Одним из главных действий транзистора является усилительное действие. Сила тока в эмиттере и коллекторе почти одинакова. Это объясняется тем, что большая часть дырок, попадающих из эмиттера в базу, переходит в коллектор, так как базу делают в виде очень тонкого слоя, который дырки легко пересекают, почти не рекомбинируя с электронами базы. Поэтому при изменении силы тока в цепи эмиттера, например, с помощью источника переменного напряжения, одновременно почти во столько же изменяется сила тока в цепи коллектора. Эту особенность используют для управления током в цепи коллектора. Для этого в цепь коллектора включают, например, резистор с большим сопротивлением. Тогда небольшие изменения напряжения в цепи эмиттера приводят к заметным скачкам напряжения на резисторе: при одинаковой силе тока в эмиттере и коллекторе напряжения на них пропорциональны сопротивлениям.

При включении транзистора в различных схемах рассматриваются графические зависимости напряжения и тока входной цепи (вольт -амперная характеристика эмиттер-база) и выходной цепи (выходные или коллекторные вольт-амперные характеристики). Вид характеристик зависит от способа включения транзистора.

Наибольшее распространение получили входные и выходные статические характеристики для двух схем включения транзистора: с общей базой и общим эмиттером. На практике схемы включения транзистора с ОЭ имеют преимущественное применение.

Выходные (коллекторные) характеристики транзистора в схеме с ОЭ представляют собой зависимости тока коллектора I от напряжения коллектор-эмиттер U выходной цепи.



При $U_{кэ}=0$ входная характеристика транзистора соответствует прямой ветви вольт-амперной характеристики эмиттерного $p-n$ -перехода. С увеличением $U_{кэ}$ ток базы $I_{б}$ уменьшается. Это объясняется тем, что при увеличении $U_{кэ}$ растет напряжение, приложенное к коллекторному $p-n$ -переходу в обратном направлении. Из-за этого уменьшается вероятность рекомбинации носителей заряда в базе, так как большинство носителей быстро втягиваются в коллектор.

«При дальнейшем увеличении напряжения $U_{кэ} > U_{бэ}$ крутизна выходных характеристик уменьшается, они располагаются почти параллельно оси абсцисс. Положение каждой из выходных характеристик зависит главным образом от величины тока базы $I_{б}$. Изменение показателя тока в разных цепях получило своё название.

Коэффициент усиления транзистора по току – отношение изменения соответствующего показателя в цепи коллектора и в цепи базы.

Коэффициент усиления по току транзистора, включенного по схеме, с общим эмиттером, находят по формуле

$$\beta = \left(\frac{R}{U} \right) I_k$$

где — R сопротивление, U — напряжение источника питания.

Так как коэффициент усиления транзистора при повышении температуры также несколько падает, приходится не только компенсировать дрейф входной характеристики, но даже обеспечивать некоторую перекомпенсацию.

Для оценки усилительных свойств используют коэффициенты передачи $h_{21э}$ и $h_{21б}$. Отличаются они величиной усиления.

Коэффициент передачи

$$9. h_{21э} = \frac{I_k}{I_b}$$

используется для схемы включения транзистора с общим эмиттером. Данная схема имеет большой коэффициент передачи, т.к. $\beta > 1$, следовательно, ток возрастает значительно. Коэффициент передачи $h_{21б} = I_k / I_э = \alpha$ (альфа) используется для схемы включения транзистора с общей базой. Т.к. $\alpha < 1$, схема имеет низкий коэффициент передачи, т.е. малое усиление по току.

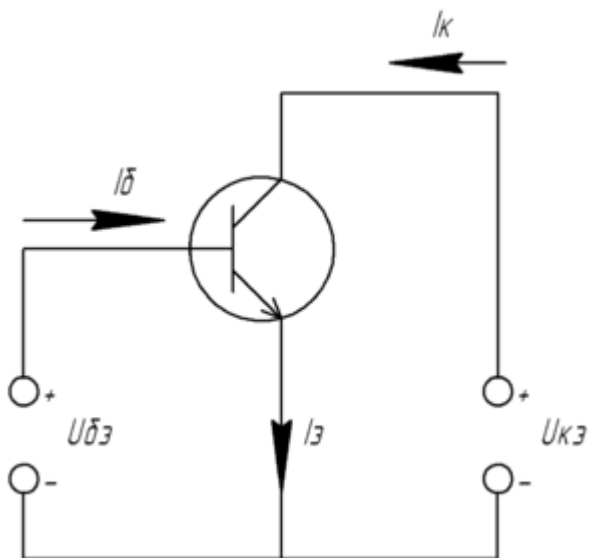
Связаны они между собой следующей зависимостью:
($\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$)

Т.е. для схемы с общим эмиттером это можно записать так :
 $h_{21э} = \frac{\alpha}{1-\alpha}$, (где $\alpha = h_{21б}$).

Предельная рассеиваемая мощность зависит от внутренних свойств транзистора. Каждый отдельно взятый транзистор в зависимости от своих характеристик имеет различную предельную рассеиваемую мощность. Само понятие означает перегрузку транзистора и выход его из строя.

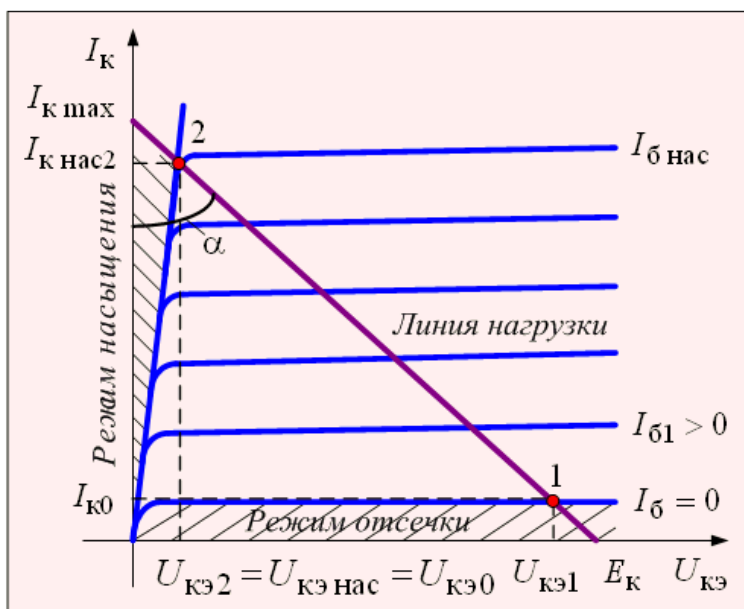
Глава 4. Режимы работы транзистора.

«Режимы работа транзистора разделяют на два: режим электронного ключа и режим усиления. Режимы отсечки и насыщения характерны для работы транзистора в качестве электронного ключа; активный режим используют при работе транзистора в усилителях. В режиме отсечки оба перехода заперты, через них проходят незначительные обратные токи, что эквивалентно большому сопротивлению переходов.



Включение в режиме ключа

В режиме отсечки электронного ключа ток, протекающий по нагрузке, исчезающе мал, а почти всё напряжение источника питания приложено к закрытому транзистору, в этом режиме транзистор можно представить в виде разомкнутого ключа.»⁶



Зона отсечки расположена на данном графике между осью абсцисс и начальной выходной характеристикой, соответствующей $I_b=0$. Характеризуется тем, что оба перехода транзистора – эмиттерный и коллекторный смещены в обратном направлении. Коллекторный ток очень мал и поэтому почти все напряжение источника питания E_K падает между эмиттером и коллектором закрытого транзистора.

В режиме насыщения через оба перехода проходит большой прямой ток.

Оба перехода открыты. Соответственно, основные носители заряда коллектора и эмиттера «бегут» в базу, где активно рекомбинируют с ее основными носителями. Из-за возникающей избыточности носителей заряда сопротивление базы и p-n переходов уменьшается.

Базовый ток, соответствующий характеристике в точке 2, называется током базы насыщения. Транзистор входит в режим насыщения, и дальнейшее увеличение тока базы не приведет к увеличению тока коллектора. На графике зона между осью ординат и зоной резкого изменения выходных характеристик называется зоной насыщения. В таком случаи оба перехода транзистора смещены в прямом направлении; ток коллектора достигает

⁶ Кабардин О. Ф. Учебник с углубленным изучением физики – восьмое издание.-М.: Просвещение, 2005.-С. 275

максимального значения. Иногда электронные ключи применяют и для управления силой тока при нагрузке. Например, используются в лампах накаливания и нагревательных приборах.

Второй режим работы транзистора – режим усилителя сигнала. Чтобы перевести транзистор в этот режим работы, он должен быть открыт только частично. Для обеспечения такого состояния транзистора на его базу подается небольшое напряжение. Эта процедура называется смещением транзистора. Смещение базы транзистора и является основной разницей между использованием транзистора в режиме усилителя и режиме ключа. Применяя транзистор как электронный ключ, следят за тем, чтобы транзистор мог находиться лишь в одном из двух состояний: быть включенным или быть выключенным.

Для усиления же сигналов на базу подается напряжение смещения, которое позволяет транзистору находиться в частично открытом состоянии.

Смещение базы транзистора позволяет ему отвечать на любое, даже малейшее, воздействие входного сигнала. Для включения транзистора на базу подаётся определенное напряжение. Если же транзистор не должен находиться в проводящем состоянии, то достаточно обеспечить любое входное напряжение ниже этого уровня.

При смещении же базы транзистора происходит усиление входного сигнала любой величины. Разница в том, что при отсутствии смещения усиливается лишь часть входного сигнала; остальная часть теряется. Смещение позволяет усиливать весь сигнал. Транзистор работает в усилительном режиме в усилительных схемах. Существуют разработки цифровых усилителей, полностью состоящих из транзисторов.

Заключение

Итак, в работе рассмотрены основные свойства и характеристики полупроводниковых приборов. Подробно изучена работа полупроводникового транзистора, определены основные параметры работы и возможности для его применения в электротехнике. В процессе изучения были использованы многочисленные научные и учебные источники. Проведены практические исследования работы полупроводниковых приборов в различных электрических цепях.

Выполненная работа может представлять определенный интерес для ознакомительного изучения полупроводниковых приборов и несомненно будет полезна для дальнейшего углубленного изучения их в будущем.

Список литературы

1. Трофимова Т. И. Курс физики.-М.:Высш. Шк., 1985.-432 с..
2. Кабардин О. Ф. Учебник с углубленным изучением физики – восьмое издание.-М.: Просвещение, 2005.-332 с.
- 3.Электротехника // <http://www.ruselectronic.com/>. Ссылка действительна на 20.03.14
4. Фролов В. В. Язык радиосхем-М.: Издательство «Радио и связь», 1998
5. Аладышкин Б, Транзисторы // <http://elektrik.info/main/fakty/638-tranzistory-ustroystvo-i-principy-raboty.html> Ссылка действительна на 20.03.14