

Заведите новую тетрадь для новой дисциплины «Основы электроники»

Запишите в тетрадь конспект. Тетрадь проверю и поставлю оценку.

Электрический ток в полупроводниках.

1. Главное отличие полупроводников от проводников:

Наиболее отчетливо полупроводники отличаются от проводников характером зависимости электропроводности от температуры.

2. Полупроводниками называют – вещества, у которых с увеличением температуры удельное сопротивление чрезвычайно резко уменьшается.

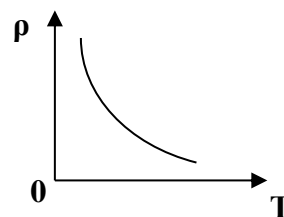
3. Примеры полупроводников:

кремний, германий, селен т. д.

4. График показывает:

При температурах, близких к абсолютному нулю, удельное сопротивление полупроводников очень велико.

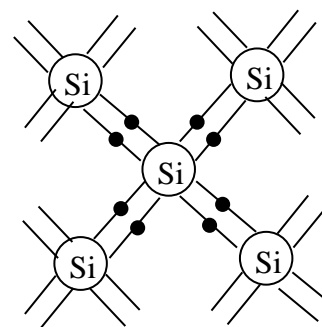
Это означает, что при низких температурах полупроводник ведет себя как диэлектрик.



5. Кремний - четырехвалентный элемент. Это означает:

Это означает, что во внешней оболочке атома имеются четыре электрона, сравнительно слабо связанные с ядром.

Число ближайших соседей каждого атома кремния также равно четырем.



6. Взаимодействие пары соседних атомов осуществляется с помощью парноэлектронной связи называемой ковалентной связью.

Суть ковалентной связи:

В образовании этой связи от каждого атома участвует по одному валентному электрону, которые отщепляются от атома и при своем движении большую часть времени проводят в пространстве между соседними атомами. Их отрицательный заряд удерживает положительные ионы кремния друг возле

друга. Каждый атом образует четыре связи с соседними, и любой валентный электрон может двигаться по одной из них. Дойдя до соседнего атома, он может перейти к следующему, а затем дальше вдоль всего кристалла. Валентные электроны принадлежат всему кристаллу.

7. При низкой температуре кремний не проводит ток:

Парноэлектронные связи кремния достаточно прочны и при низких температурах не разрываются.

8. Электронной проводимостью называют проводимость полупроводников, обусловленную наличием у них свободных электронов.

Причина появления электрического тока в кремнии:

При нагревании кремния кинетическая энергия частиц повышается, и наступает разрыв отдельных связей.

Некоторые электроны покидают свои «проторенные пути» и становятся свободными, подобно электронам в металле. В ЭП они перемещаются между узлами решетки, образуя электрический ток.

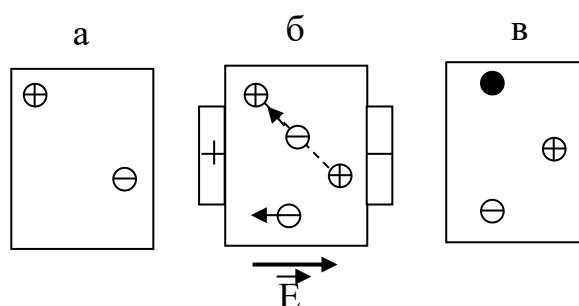
9. При разрыве связи образуется вакантное место с недостающим электроном, его называют дыркой.

Поясните, как дырка может перемещаться по кристаллу?

Один из электронов, обеспечивающий связь атомов, перескакивает на место образовавшейся дырки и восстанавливает здесь парноэлектронную связь, а там, откуда перескочил этот электрон, образуется новая дырка.

10. Механизм электронной и дырочной проводимости.

Поясните рисунок:

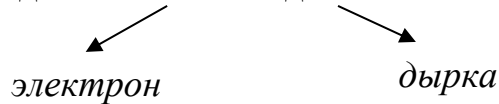


а) $E_{\text{внеш}}=0$, имеется e (-) и дырка (+)

б) $E_{\text{внеш}} \neq 0$, e смещается против напряженности поля, в этом же направлении смещается также один из связанных e .

в) это выглядит как перемещение дырки в направлении поля.

11. В полупроводнике имеются два типа носителей

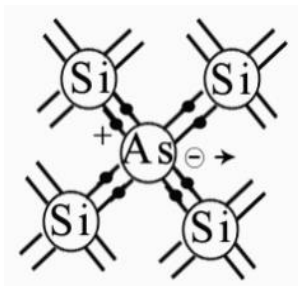


12. Собственной проводимостью называют *проводимость чистых полупроводников.*

Электрическая проводимость полупроводников (п/п) при наличии примесей.

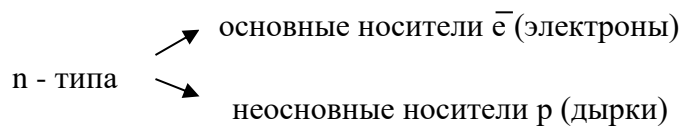
1. Донорные примеси

Примеси легко отдающие электроны, и, следовательно, увеличивающие число свободных электронов, называют донорными (отдающими) примесями.



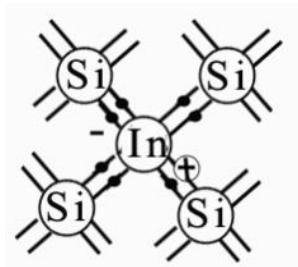
Примесь мышьяк (As) $n = 5$
(Si) $n = 4$

п/п имеющие донорные примеси обладают большим числом электронов, называются п/п **n- типа** (negative – отрицательный)



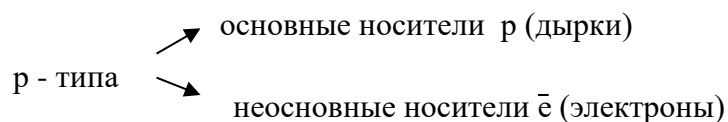
2. Акцепторные примеси.

Акцепторными (берущими) примесями называют примеси, которым не хватает электронов для создания ковалентной связи.



Примесь индий (In) $n = 3$
(Si) $n = 4$

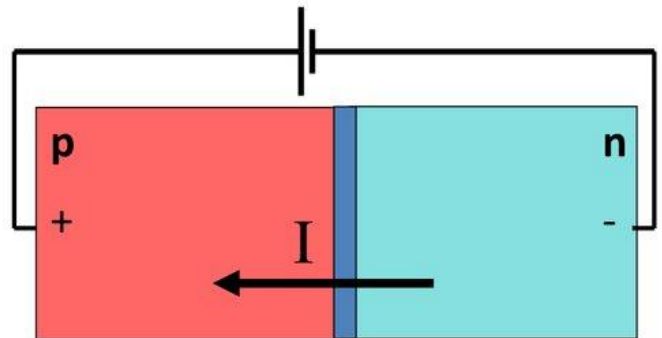
п/п с преобладанием дырочной проводимости над электронной, называется п/п **p – типа** (positiv-положительный)



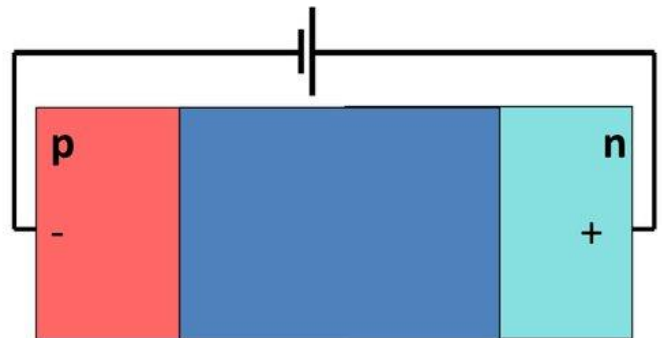
Г. Свойства электронно-дырочного p-n- перехода, виды пробоев.

Электронно-дырочный переход

При подключении к краям полупроводника напряжения таким образом (прямое подключение), через зону перехода течет ток, она сужается и ее сопротивление резко падает. Через полупроводник идет большой ток.



При обратном включении внешнее поле усиливает поле запирающего слоя, запирающий слой увеличивается в размерах. Через полупроводник ток почти не идет.



Пробой электронно-дырочного перехода

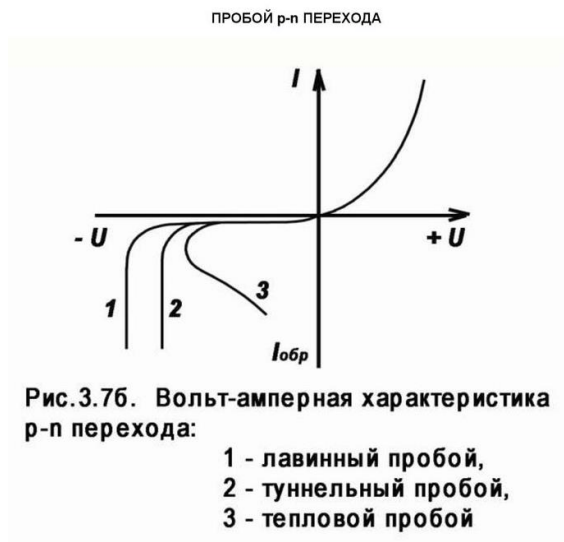
При больших обратных напряжениях происходит *пробой p-n-перехода* – резкое увеличение обратного тока. В зависимости от физических явлений, приводящих к пробую, различают *лавинный, туннельный и тепловой* виды пробоя.

Лавинный пробой – это пробой, вызванный лавинным размножением носителей заряда под действием сильного электрического поля. Неосновной носитель заряда, попав в сильное электрическое поле, ускоряется до такой степени, что приобретает энергию, достаточную для образования новых электронно-дырочных пар; вновь образованные электроны и дырки, в свою очередь, ускоряются и могут вызвать появление новых электронов и дырок. Таким образом, происходит лавинное размножение носителей заряда. При таком виде пробоя обратное напряжение остается почти постоянным. Лавинный пробой (при ограничении тока) носит обратимый характер и не приводит к разрушению p-n-перехода.

Обратное напряжение может оставаться постоянным и при другом виде пробоя – *туннельном*. При туннельном пробое электроны проходят сквозь узкий потенциальный барьер p-n-перехода за счет волновых свойств. *Туннельный пробой* – это пробой, вызванный квантово-механическим туннелированием носителей заряда сквозь запрещенную зону полупроводника без изменения энергии. Условия для туннелирования возникают только в тонких p-n-переходах при превышении некоторого критического напряжения. Следовательно, туннельный пробой может происходить только в p-n-переходах, изготовленных в полупроводниках с большой концентрацией примесей. Туннельный

пробой, как и лавинный, носит обратимый характер и не приводит к разрушению р-п-перехода. Лавинный и туннельный виды пробоев характерны для р-п-переходов на основе кремния.

Тепловой пробой – это пробой, развитие которого сопровождается выделением теплоты вследствие прохождения тока через р-п-переход. При развитии пробоя с ростом тока напряжение не остается постоянным – оно уменьшается. Этот вид пробоя необратим, он приводит к разрушению прибора. Тепловой пробой чаще развивается в германиевых приборах. Однако при повышенной температуре или плохом теплоотводе лавинный или туннельный пробой кремниевого прибора может перейти в тепловой.



Д. Классификация и условные графические обозначения.

Условные графические обозначения полупроводниковых приборов В технической документации и специальной литературе применяются условные графические обозначения полупроводниковых приборов в соответствии с ГОСТ 2.730–73 «Обозначения условные, графические в схемах. Приборы полупроводниковые». В табл. П.8 приведены графические обозначения основных полупроводниковых приборов.

Таблица П.8 -Графические обозначения полупроводниковых приборов

Наименование прибора	Обозначение
Транзистор типа р-п-р	
Транзистор типа н-р-п	
Однопереходный транзистор с н-базой	
Полевой транзистор с каналом н-типа	

4. Условные буквенные обозначения полупроводниковых приборов в электрических схемах.

Элементы, входящие в состав изделия, на электрической принципиальной схеме должны иметь буквенно-цифровые обозначения.

Типы условных буквенно-цифровых обозначений и правила их построения устанавливает ГОСТ 2.710–81.

Позиционное обозначение элемента в общем случае состоит из трех частей, указывающих вид, номер и функцию элемента и записывается без разделительных знаков и пробелов. Вид и номер являются обязательной частью условного буквенно-цифрового обозначения и присваивается всем элементам схемы.

Подкласс приборов	Условные обозначения	Подкласс приборов	Условные обозначения
Выпрямительные, универсальные, импульсные диоды	Д	Стабилитроны	С
Транзисторы биполярные	Т	Выпрямительные столбы	Ц
Транзисторы полевые	П	Диоды Ганна	Б
Варикапы	В	Стабилизаторы тока	К
Тиристоры диодные	Н	Сверхвысокочастотные диоды	А
Тиристоры триодные	У	Излучающие оптоэлектронные приборы	Л
Туннельные диоды	И	Оптопары	О

Классификация диодов по функциональному назначению и их УГО

