

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

Кафедра интегральной электроники и микросистем

## Реферат

Тема: «**Донорные и акцепторные полупроводники**»

по курсу

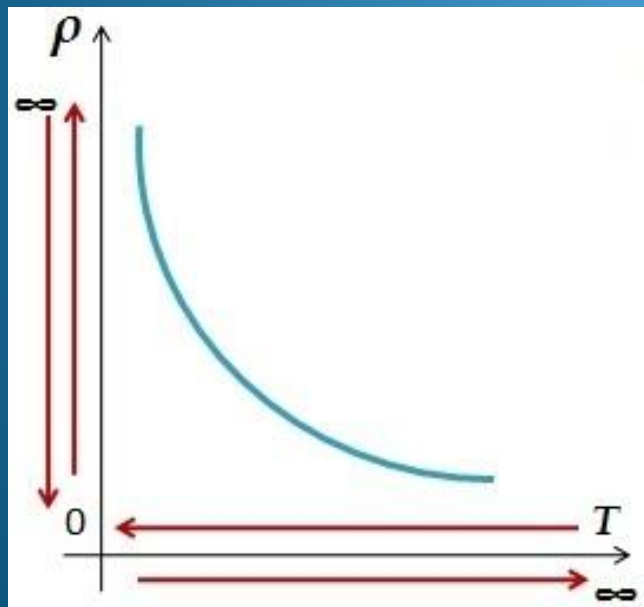
«Физические основы элементной базы электронно-вычислительных систем»

Подготовила: Долгих Е.В.  
Преподаватель: Козлов А.В.

Москва, Зеленоград - 2012

Полупроводники — материалы, которые по своей проводимости занимают промежуточное место между проводниками и диэлектриками и отличаются от проводников сильной зависимостью проводимости от концентрации примесей, температуры и различных видов излучения.

Основное свойство полупроводников – увеличение электрической проводимости с ростом температуры.



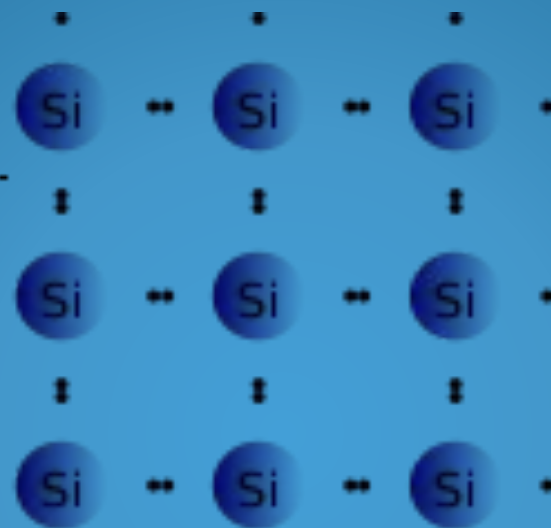
Из графика зависимости  $\rho(T)$  видно, что при  $T \rightarrow 0$ ,  $\rho \rightarrow \infty$ , а при  $T \rightarrow \infty$ ,  $\rho \rightarrow 0$

Вывод:

При низких температурах полупроводник ведет себя как диэлектрик, а при высоких обладает хорошей проводимостью

Полупроводники бывают собственными и примесными.

**Собственный полупроводник** – это полупроводник, в котором нет примесей – доноров и акцепторов.

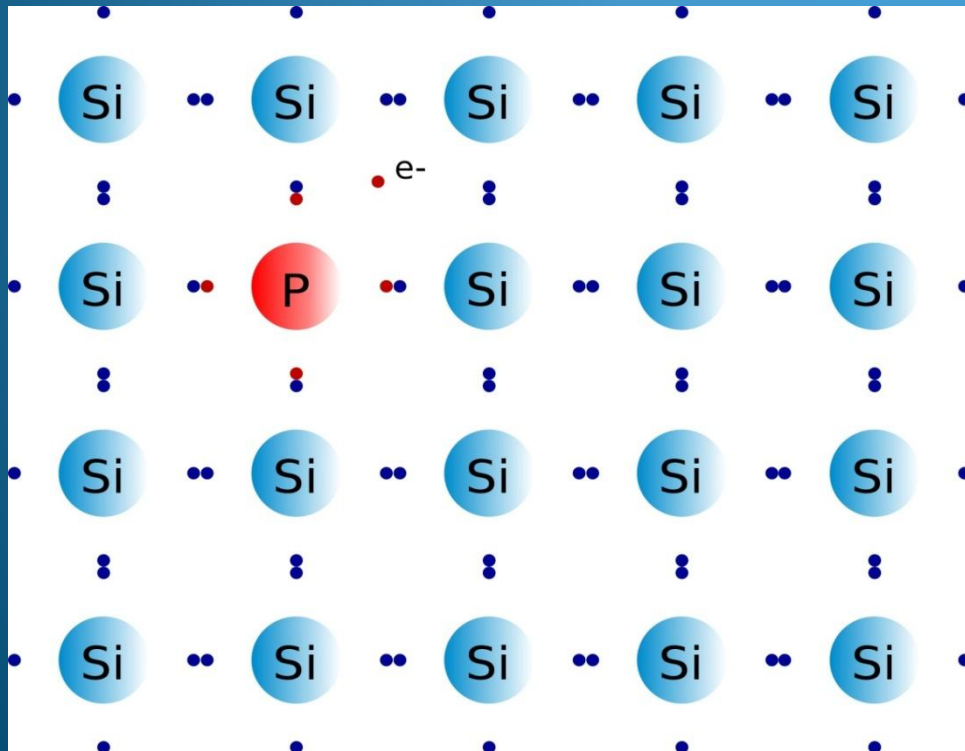


**Примесный полупроводник** – это полупроводник, электрофизические свойства которого определяются, в основном, примесями других химических элементов.

Процесс введения примесей в полупроводник называется *легированием* полупроводника. Примесные, в свою очередь, делятся на донорные и акцепторные.

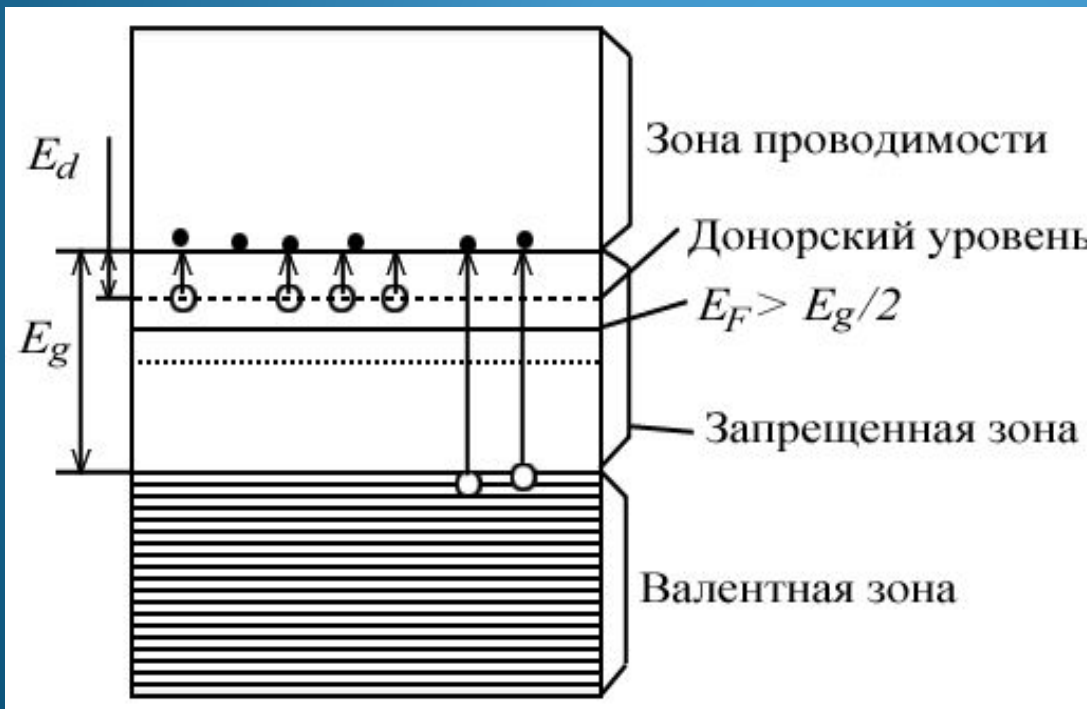
Если в полупроводник, состоящий из элементов 4 группы, ввести в качестве примеси элемент 5 группы, то получим донорный полупроводник или полупроводник n-типа.

Так как элементы пятой группы обладают валентностью 5, то четыре электрона образуют химическую связь с четырьмя соседними атомами кремния в решётке, а пятый электрон оказывается слабо связанным и образует так называемый водородоподобный примесный центр.



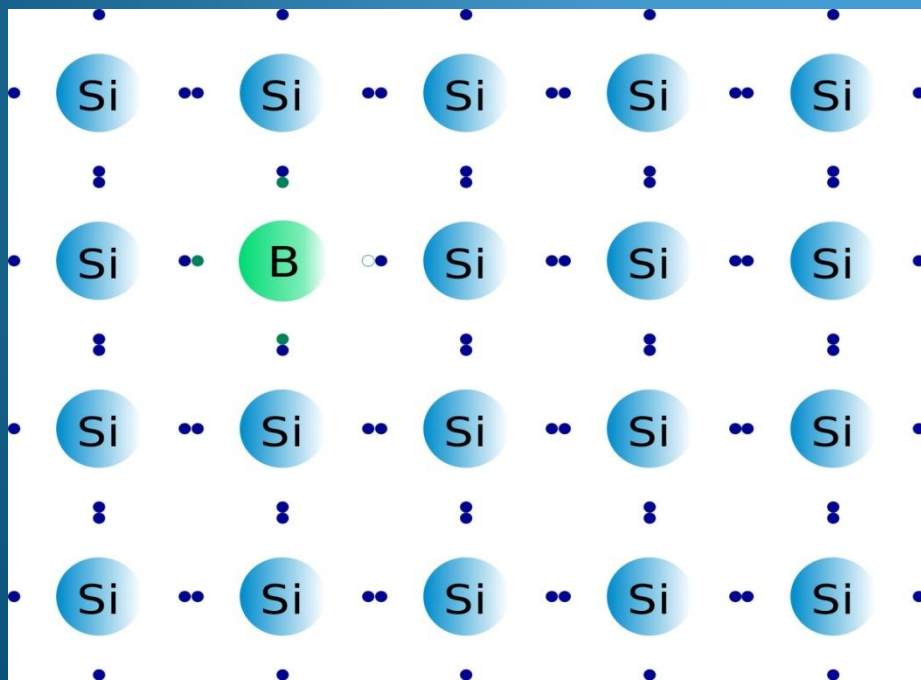
Атомы донора удерживают лишние электроны слабо, и при достаточной температуре эти электроны могут перейти в зону проводимости, где их состояния делокализованы и они могут вносить вклад в электрический ток, участвовать в электропроводности кристалла.

На языке зонной теории появление "легко отрывающихся" электронов соответствует появлению в запрещенной зоне донорных уровней вблизи нижнего края зоны проводимости. Электрону для перехода в зону проводимости с такого уровня требуется меньше энергии, чем для перехода из валентной зоны, чему соответствует уход электрона из обычной ковалентной связи.



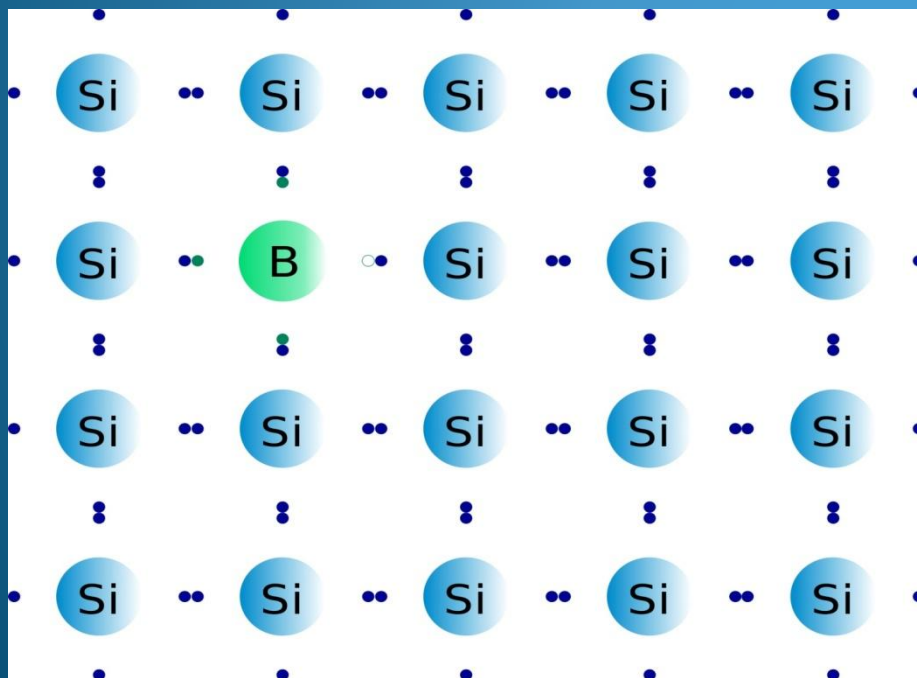


Если в полупроводник, состоящий из элементов 4 группы, ввести в качестве примеси элемент 3 группы, то получится акцепторный полупроводник, обладающий дырочной проводимостью - p-тип. Поскольку элементы третьей группы имеют валентность 3, то три электрона его внешней электронной оболочки образуют химическую связь с тремя соседними атомами, например, кремния в кубической решётке, а электрона для образования четвёртой связи не хватает.



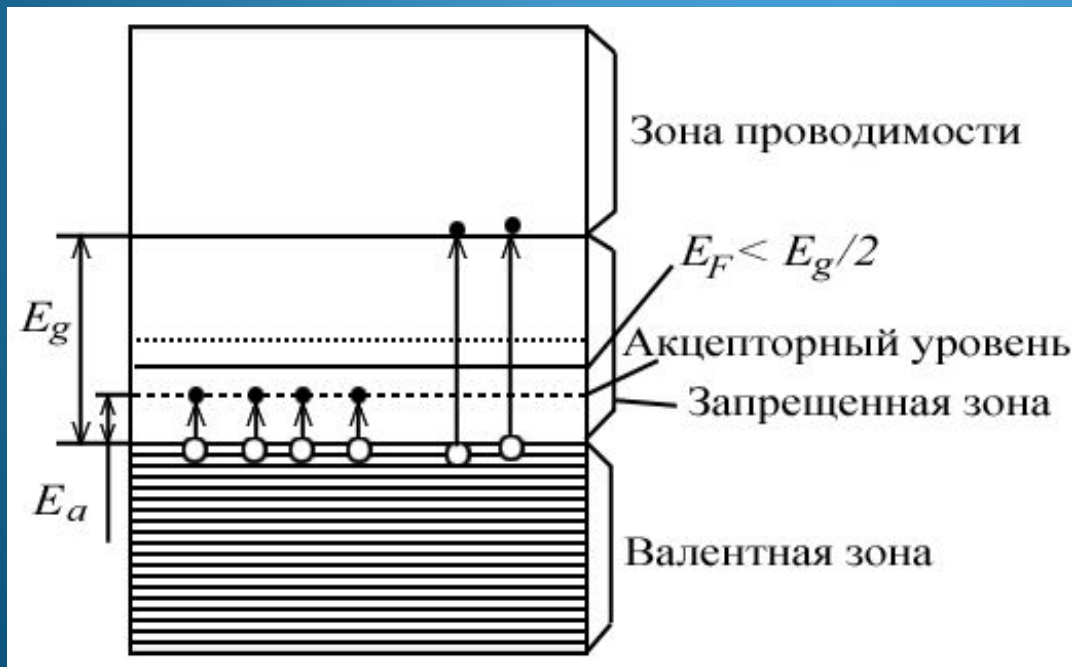
Однако при ненулевой температуре с определённой вероятностью четвёртая связь образуется за счет захвата недостающего 4-го электрона у атома кремния. При этом лишенный 4-го электрона атом кремния приобретает положительный заряд (вакансия).

Энергия захваченного акцептором электрона на несколько мэВ выше энергии потолка валентной зоны. Из-за теплового движения электронов вакансия может быть заполнена электроном, отнятым у соседнего атома кремния, при этом тот приобретёт положительный заряд - вакансия переместится на этот атом кремния. Поэтому, можно считать, что носителями заряда являются перемещаемые положительно заряженные вакансии. При приложении электрического поля вакансии начнут упорядоченно двигаться к катоду.



Естественно, истинными носителями заряда по-прежнему являются электроны, но для описания процессов и развития теории полупроводников удобно принять, что в валентной зоне кристалла образуется так называемая дырка с положительным зарядом, которая может свободно двигаться по кристаллу, и, таким образом, участвовать в электропроводности кристалла. В таком случае в кристалле образуется избыток дырок.

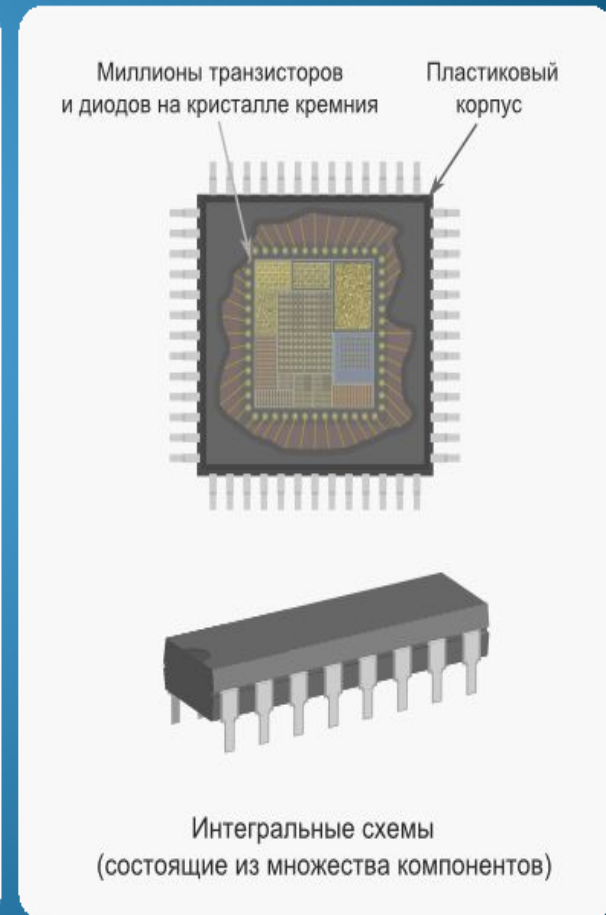
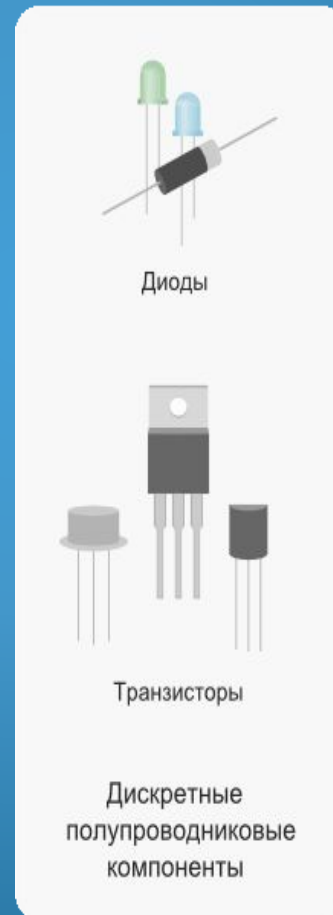
На языке зонной теории переход электрона из полноценной ковалентной связи в связь с недостающим электроном соответствует появлению в запрещенной зоне акцепторных уровней вблизи нижнего края зоны проводимости. Электрону для такого перехода из валентной зоны на акцепторный уровень (при этом электрон просто переходит из одной ковалентной связи в почти такую же другую связь) требуется меньше энергии, чем для перехода из валентной зоны в зону проводимости, то есть для "полного ухода" электрона из ковалентной связи.





В большинстве полупроводниковых приборов используются явления, происходящие на границе р-п-перехода. Способность р-п-перехода хорошо пропускать ток только в одном направлении применяется в полупроводниковых приборах, служащих для преобразования переменного тока в постоянный (выпрямления тока). Сочетание нескольких р-п-переходов позволяет создавать транзисторы - полупроводниковые приборы, используемые для усиления и преобразования электрических сигналов.

В современной электронике на основе полупроводников производят *активные* элементы. То есть те, которые способны менять свои электрические характеристики в зависимости от подаваемого на них напряжения. Фундаментальными активными элементами являются транзисторы и диоды. Другие полупроводниковые приборы, такие как варикапы, тиристоры и симисторы - это модификации и тех же транзисторов и диодов. Приборы с одним элементом называются *дискретными*. Соединив множество полупроводниковых элементов на одном кристалле, получают *интегральную схему*.



## Литература и интернет-ресурсы

Ансельм А. И. «Введение в теорию полупроводников»

Винтайкин Б.Е. «Физика твердого тела»

Богданов К.Ю. «Полупроводники и их применение»

<http://dssp.petrso.ru/book/main.shtml>

[http://avnsite.narod.ru/physic/pp/teor\\_p1.htm](http://avnsite.narod.ru/physic/pp/teor_p1.htm)