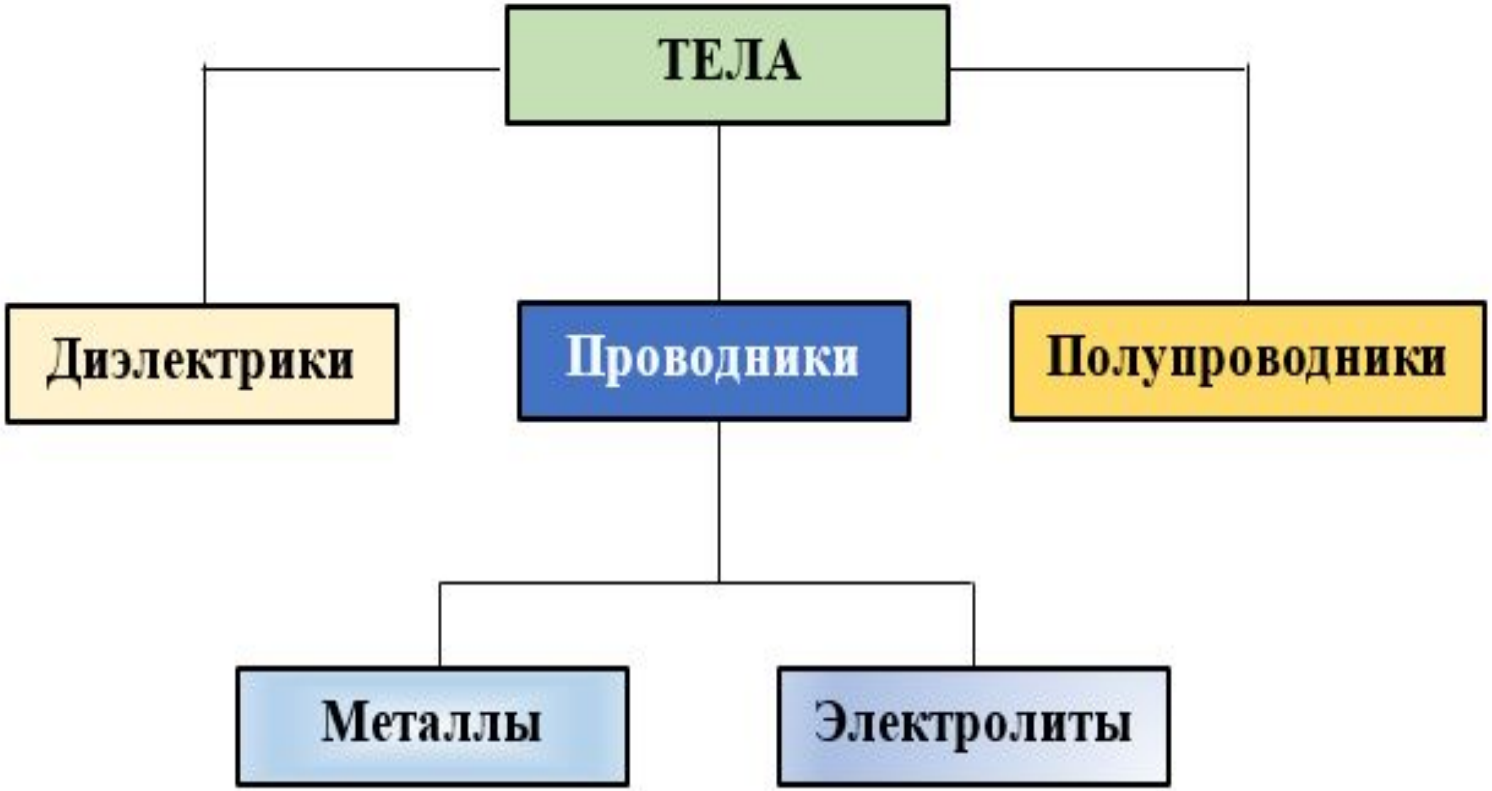
Полупроводники



Полупроводники

К основным полупроводникам относятся элементы IV гр. табл. Менделеева.

- Порядковый номер элемента соответствует количеству электронов (отрицательно заряженных частиц) в атоме и протонов (положительно заряженных частиц) в ядре.

- Количество электронов и протонов в нейтральном атоме одинаковое, поэтому он электрически нейтрален.

Полупроводники

- Номер группы соответствует количеству валентных электронов.

Валентным электроном называется электрон, находящийся на внешней орбите и определяющий химическую и электрофизическую активность атома.

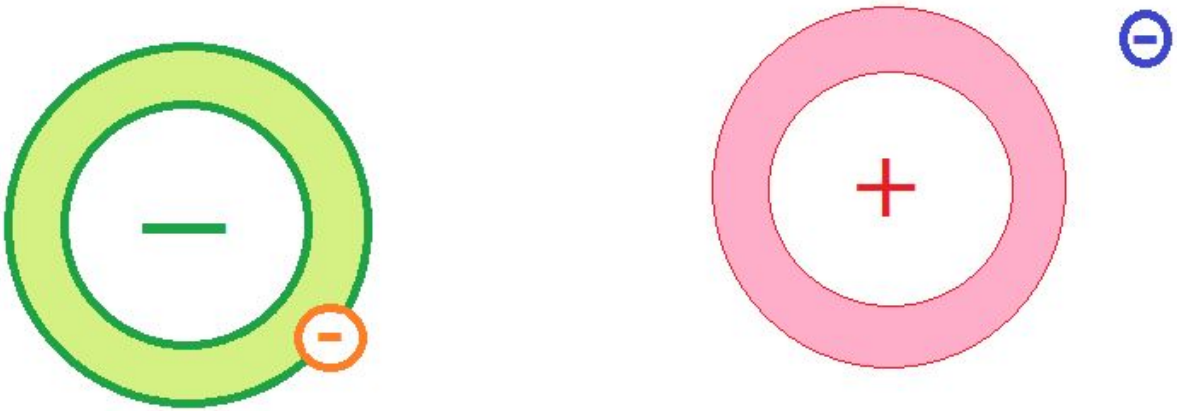
Валентные электроны обладают самой большой энергией и при получении соответствующей дополнительной энергии могут становиться ***свободными***

- Количество свободных электронов определяет электропроводность вещества.

Полупроводники

Свободный электрон, оторвавшийся от ядра, может передвигаться и переносить отрицательный заряд при своём движении, а **атом, потерявший электрон, становится положительно заряженным ионом.**

Атом может не только терять электрон, но и присоединять его (кроме инертных газов) и, тогда **атом принявший электрон, становится отрицательно заряженным ионом.**



Полупроводники

Сравнивая строение атома Si (кремния) и Ge (германия) можно сделать выводы:

1. **Электропроводность Si при одинаковых условиях ниже, чем у Ge**. Поскольку его валентные электроны сильнее связаны с ядром и имеют меньшую энергию.
2. **По тем же самым причинам Si устойчивее работает при повышенных температурах.**
3. Рабочие температуры кремния и германия:

$$t_{Si} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +150^0 \text{ C}$$
$$t_{Ge} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +90^0 \text{ C}$$

Полупроводники

При построении зонной диаграммы энергии валентных электронов, связанных с ярами атомов, примем за начало отсчёта, их зона будет называться - «валентная зона» или «зона валентности».

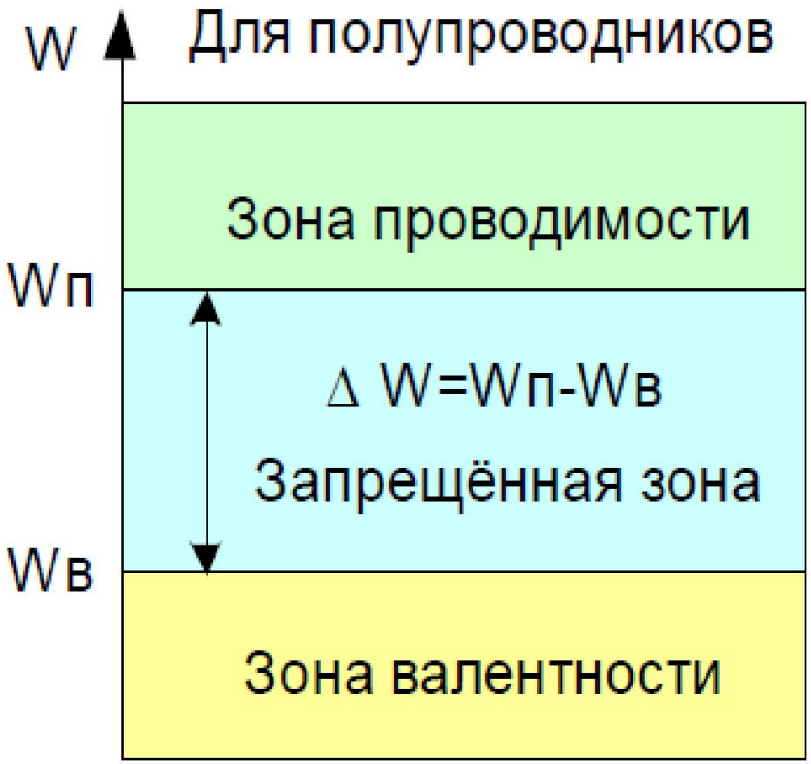
Самой большой энергией будут обладать свободные электроны, оторвавшиеся от ядра. Их энергии образуют зону, которая называется – «зона проводимости».

Чем больше электронов в этой зоне, тем выше электропроводность вещества.

Между валентной зоной и зоной проводимости находится – «запрещённая зона». Она так называется, потому что электроны не могут находиться в этой зоне - энергии, соответствующие этой зоне, не достаточны, чтобы разорвать связь с ядром.

Полупроводники

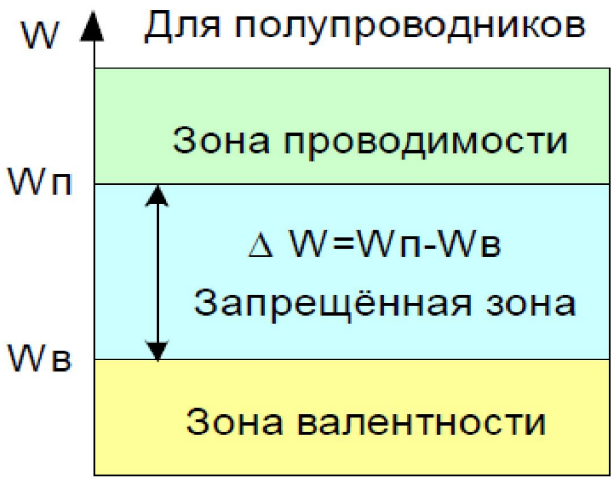
Зонная или энергетическая диаграмм полупроводника



- По оси «Y» откладывается энергия электронов «W», измеряемая в «электрон-вольт» (Эв).
- Ось «X» - безразмерная.

1 Эв – ***это работа, которую необходимо совершить электрону для преодоления разности потенциалов в 1В.***

Полупроводники

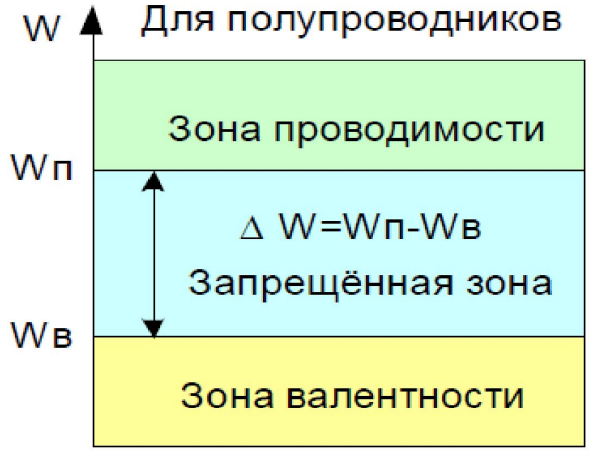


Валентная зона или Зона валентности (ВЗ) – объединяет уровни энергий валентных электронов вещества и характеризуется энергиями «$W_В$».

Запрещённая зона (ЗЗ), объединяет уровни энергий, которые электроны в веществе иметь не могут.

Зона проводимости (ЗП), объединяет энергии свободных электронов, и характеризуется энергиями «$W_П$».

Полупроводники



ΔW – ширина запрещённой зоны характеризует минимальное количество энергии, которое нужно сообщить валентным электронам, чтобы они стали свободными:

Сравнивая строение атома Si (кремния) и Ge (германия) можно сделать выводы:

1. **Электропроводность Si при одинаковых условиях ниже, чем у Ge.** Поскольку его валентные электроны сильнее связаны с ядром и имеют меньшую энергию.
2. **По тем же самым причинам Si устойчивее работает при повышенных температурах.**
3. Рабочие температуры кремния и германия:

$$t_{Si} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +150^0 \text{ C}$$
$$t_{Ge} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +90^0 \text{ C}$$

Сравнивая строение атома Si (кремния) и Ge (германия) можно сделать выводы:

1. **Электропроводность Si при одинаковых условиях ниже, чем у Ge.** Поскольку его валентные электроны сильнее связаны с ядром и имеют меньшую энергию.
2. **По тем же самым причинам Si устойчивее работает при повышенных температурах.**
3. Рабочие температуры кремния и германия:

$$t_{Si} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +150^0 \text{ C}$$
$$t_{Ge} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +90^0 \text{ C}$$

Полупроводники

Сравнивая строение атома Si (кремния) и Ge (германия) можно сделать выводы:

1. **Электропроводность Si при одинаковых условиях ниже, чем у Ge**. Поскольку его валентные электроны сильнее связаны с ядром и имеют меньшую энергию.
2. **По тем же самым причинам Si устойчивее работает при повышенных температурах.**
3. Рабочие температуры кремния и германия:

$$t_{Si} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +150^0 \text{ C}$$
$$t_{Ge} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +90^0 \text{ C}$$

Полупроводники

Полупроводники

Сравнивая строение атома Si (кремния) и Ge (германия) можно сделать выводы:

1. **Электропроводность Si при одинаковых условиях ниже, чем у Ge**. Поскольку его валентные электроны сильнее связаны с ядром и имеют меньшую энергию.
2. **По тем же самым причинам Si устойчивее работает при повышенных температурах.**
3. Рабочие температуры кремния и германия:

$$t_{Si} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +150^0 \text{ C}$$
$$t_{Ge} = \text{от } -50^0 \text{ C до } +90^0 \text{ C}$$

Полупроводники

Обычно к полупроводникам относятся кристаллы, в которых для освобождения электрона требуется энергия не более 1,5—3 Эв.

Типичными полупроводниками являются кристаллы *германия и кремния*, в которых атомы объединены ковалентной связью.

Полупроводники

Полупроводники, состоящие из атомов одного химического элемента, называются собственными или химически чистыми.

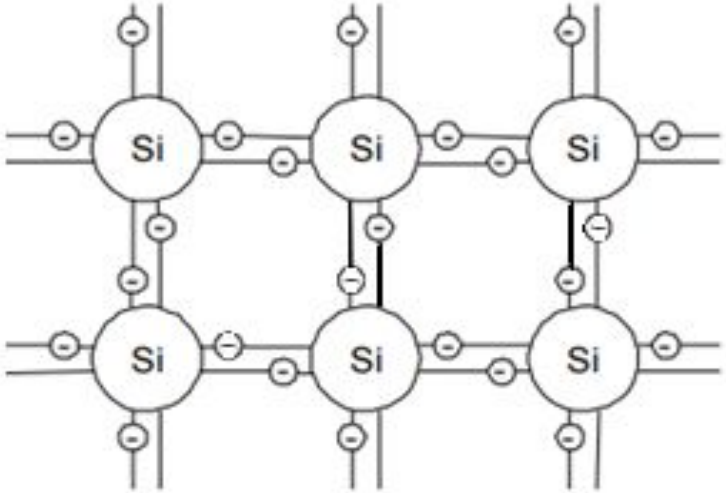
Германий и кремний наиболее распространённые, они четырёх валентные.

Валентные электроны образуют ковалентные связи при построении кристаллической решётки полупроводника.

Такая решётка является однородной

Полупроводники

идеальная решётка при -273^{0}С



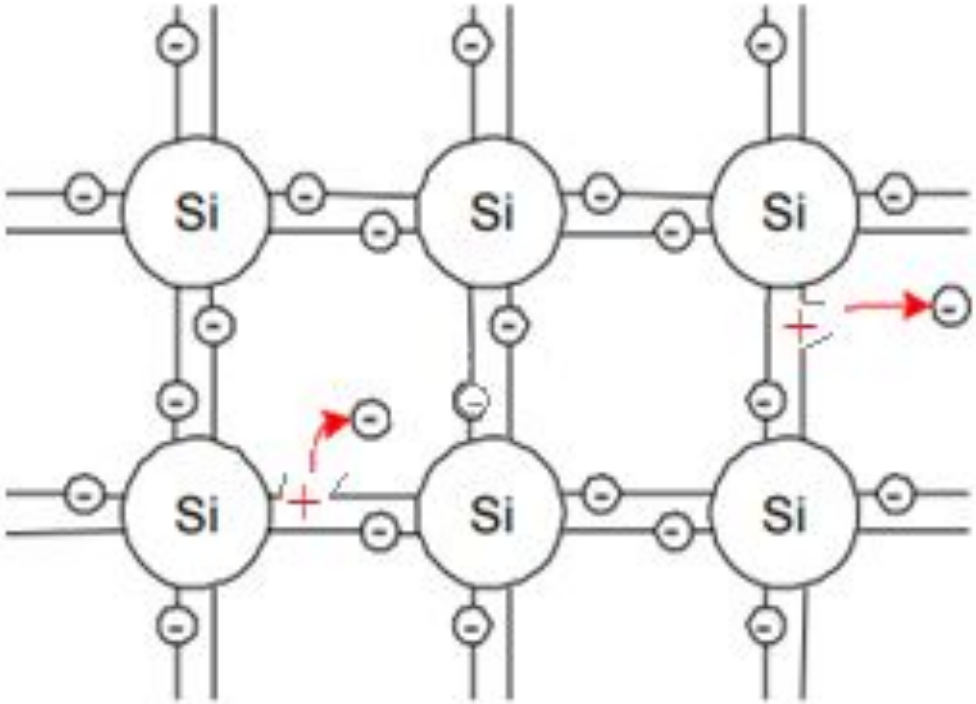
Сравнивая строение атома Si (кремния) и Ge (германия) можно сделать выводы:

1. **Электропроводность Si при одинаковых условиях ниже, чем у Ge**. Поскольку его валентные электроны сильнее связаны с ядром и имеют меньшую энергию.
2. **По тем же самым причинам Si устойчивее работает при повышенных температурах.**
3. Рабочие температуры кремния и германия:

$$t_{Si} = \text{от } -50^0 \text{ С до } +150^0 \text{ С}$$
$$t_{Ge} = \text{от } -50^0 \text{ С до } +90^0 \text{ С}$$

Полупроводники

При комнатных температурах электроны получают достаточно энергии, чтобы разорвать ковалентные связи.



Полупроводники

Если электрон получил энергию, большую ширины запрещённой зоны, он разрывает ковалентную связь и становится свободным.

На его месте образуется вакансия, которая имеет положительный заряд, равный по величине заряду электрона и называется дыркой.

В собственном полупроводнике количество электронов всегда равно количеству дырок.

Процесс образования пары зарядов электрон и дырка называется генерацией заряда.

Полупроводники

Свободный электрон может занимать место дырки, восстанавливая ковалентную связь и при этом излучая избыток энергии.

Процесс восстановления ковалентной связи называется рекомбинацией зарядов.

Полупроводники

Дырку принято считать подвижным положительным носителем заряда.

Дырки и свободные электроны, образующиеся в результате генерации носителей заряда, называются собственными носителями заряда,

а проводимость полупроводника за счёт собственных носителей заряда называется

собственной проводимостью проводника или электронно-дырочной.