

## Выполнить конспект в рабочей тетради по теме «Полупроводники . Механизм проводимости полупроводников»

### Теоретический материал

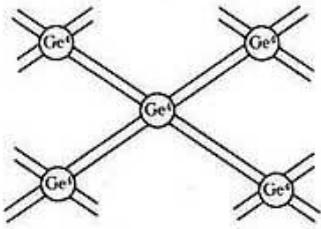
#### Полупроводник -

- вещество, у которого удельное сопротивление может изменяться в широких пределах и очень быстро убывает с повышением температуры, а это значит, что электрическая проводимость ( $1/R$ ) увеличивается. Наблюдается у кремния, германия, селена и у некоторых соединений.

#### Механизм проводимости у полупроводников

Кристаллы полупроводников имеют атомную кристаллическую решетку, где внешние электроны связаны с соседними атомами ковалентными связями.

При низких температурах у чистых полупроводников свободных электронов нет и он ведет себя как диэлектрик.



#### Полупроводники чистые (без примесей)

Если полупроводник чистый ( без примесей), то он обладает **собственной** проводимостью? которая невелика.

Собственная проводимость бывает двух видов:

##### 1) **электронная** ( проводимость "n" - типа)

При низких температурах в полупроводниках все электроны связаны с ядрами и сопротивление большое; при увеличении температуры кинетическая энергия частиц увеличивается, рвутся связи и возникают свободные электроны - сопротивление уменьшается.

Свободные электроны перемещаются противоположно вектору напряженности эл.поля.

Электронная проводимость полупроводников обусловлена наличием свободных электронов.

##### 2) **дырочная** ( проводимость "p" - типа )

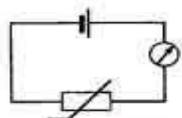
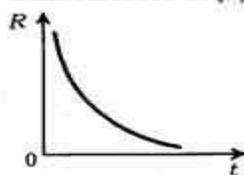
При увеличении температуры разрушаются ковалентные связи, осуществляемые валентными электронами, между атомами и образуются места с недостающим электроном - "дырка".

Она может перемещаться по всему кристаллу, т.к. ее место может замещаться валентными электронами. Перемещение "дырки" равноценно перемещению положительного заряда.

Перемещение дырки происходит в направлении вектора напряженности электрического поля.

Кроме нагревания , разрыв ковалентных связей и возникновение собственной проводимости полупроводников могут быть вызваны освещением ( фотопроводимость ) и действием сильных

Зависимость  $R(t)$

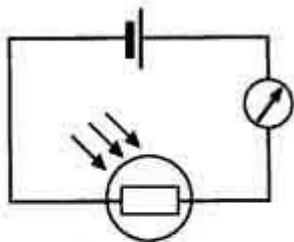


#### Термистор

- Дистанционное измерение  $t$ ;
- противопожарная сигнализация.

электрических полей

## Зависимость $R$ от освещенности



### Фоторезистор

- Фотореле;
- аварийные выключатели.

Общая проводимость чистого полупроводника складывается из проводимостей "р" и "n" - типов и называется **электронно-дырочной проводимостью**.

## Полупроводники при наличии примесей

- у них существует **собственная + примесная** проводимость

Наличие примесей сильно увеличивает проводимость.

При изменении концентрации примесей изменяется число носителей эл.тока - электронов и дырок.

Возможность управления током лежит в основе широкого применения полупроводников.

Существуют:

1) **донорные** примеси ( отдающие )

- являются дополнительными поставщиками электронов в кристаллы полупроводника, легко отдают электроны и увеличивают число свободных электронов в полупроводнике.

Это проводники "**n**" - типа, т.е. полупроводники с донорными примесями, где основной носитель заряда

- электроны, а неосновной - дырки.

Такой полупроводник обладает **электронной примесной проводимостью**.



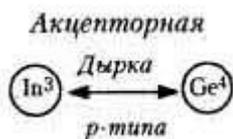
Например - мышьяк.

2) **акцепторные** примеси ( принимающие )

- создают "дырки", забирая в себя электроны.

Это полупроводники "**p**" - типа, т.е. полупроводники с акцепторными примесями, где основной носитель заряда - дырки, а неосновной - электроны.

Такой полупроводник обладает **дырочной примесной проводимостью**.

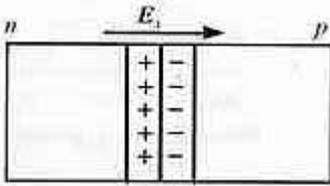


Например - индий.

## Электрические свойства "p-n" перехода

"**p-n**" **переход** (или электронно-дырочный переход) - область контакта двух полупроводников, где происходит смена проводимости с электронной на дырочную (или наоборот).

В кристалле полупроводника введением примесей можно создать такие области. В зоне контакта двух полупроводников с различными проводимостями будет проходить взаимная диффузия. электронов и дырок и образуется запирающий электрический слой. Электрическое поле запирающего слоя препятствует дальнейшему переходу электронов и дырок через границу. Запирающий слой имеет повышенное сопротивление по сравнению с другими областями полупроводника.

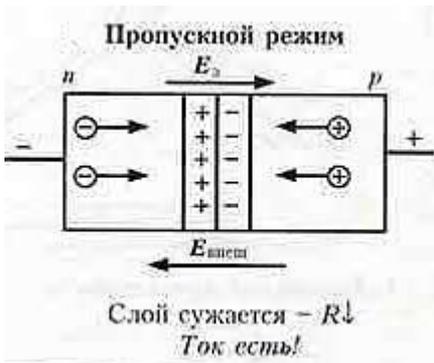


Внешнее электрическое поле влияет на сопротивление запирающего слоя.

При прямом (пропускном) направлении внешнего эл.поля эл.ток проходит через границу двух полупроводников.

Т.к. электроны и дырки движутся навстречу друг другу к границе раздела, то электроны, переходя границу, заполняют дырки. Толщина запирающего слоя и его сопротивление непрерывно уменьшаются.

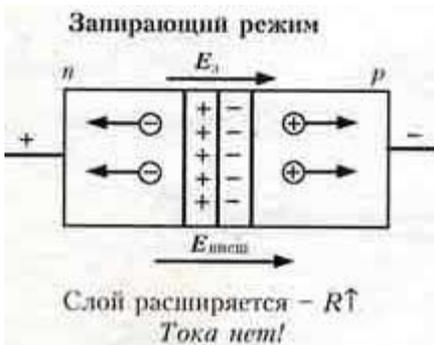
**Пропускной режим р-п перехода:**



При запирающем (обратном) направлении внешнего электрического поля электрический ток через область контакта двух полупроводников проходить не будет.

Т.к. электроны и дырки перемещаются от границы в противоположные стороны, то запирающий слой утолщается, его сопротивление увеличивается.

**Запирающий режим р-п перехода:**



Таким образом, электронно-дырочный переход обладает **односторонней проводимостью**.