ПОЛУПРОВОДНИКИ

- Полупроводники
- Полупроводниковый диод
- Рекомбинация
- Собственная проводимость
- Проводники Проводники IVПроводники IV группы
- Решетка германия
- Примеси
- Сильно легированные полупроводники
- Фотопроводимость полупроводников
- Прохождение быстрых частиц через полупроводники
- Диффузия носителей
- Термоэлектрические явления в полупроводниках
- PP-P-NP-N переход

Полупроводники - вещества, электропроводность которых при комнатной температуре имеет промежуточное значение между электропроводностью металлов (106 — 104 Ом-1 см-1) и диэлектриков (10-8 — 10-12 Ом-1 см-1). Характерная особенность полупроводников — возрастание электропроводности с ростом температуры; при низких температурах электропроводность полупроводников мала; на нее влияют и другие внешние воздействия: свет, сильное электрическое поле, потоки быстрых частиц и т. д. Высокая чувствительность электрических и оптических свойств к внешним воздействиям и содержанию примесей и дефектов в кристаллах также характерна для полупроводников. Все эти особенности и определяют их широкое применение в технике. К полупроводникам относится большая группа веществ (Si, Ge и др.). Носителями заряда в полупроводниках являются электроны проводимости и дырки (носители положительного заряда). В идеальных кристаллах они появляются всегда парами, так что концентрации обоих типов носителей равны. В реальных кристаллах, содержащих примеси и дефекты структуры, равенство концентраций электронов и дырок может нарушаться и проводимость осуществляется практически только одним типом носителей. Полное описание природы носителей заряда в полупроводниках и законов их движения дается в квантовой теории твердого тела.

Полупроводники.

донорные

акцептронные

Механизм электрической проводимости полупроводников

Полупроводники характеризуются как свойствами проводниковПолупроводники характеризуются как свойствами проводников , так и диэлектриков . В полупроводниковых кристаллах атомы устанавливают ковалентные связи (то есть, один электрон в кристалле кремния, как и алмаза, связан двумя атомами), электронам необходим уровень внутренней энергии для высвобождения из атома ($1{,}76 \cdot 10^{-19}$ Дж против $11{,}2 \cdot 10^{-19}$ Дж, чем и характеризуется отличие между полупроводниками и диэлектриками). Эта энергия появляется в них при повышении температуры (например, при комнатной температуре уровень энергии теплового движения атомов равняется $0{,}4 \cdot 10^{-19}$ Дж), и отдельные атомы получают энергию для отрыва электрона от атома. С ростом температуры число свободных электронов и дырок увеличивается, поэтому в полупроводнике, не содержащем примесей, удельное сопротивление уменьшается. Условно принято считать полупроводниками элементы с энергией связи электронов меньшей чем 1,5—2 эВ. Электронно-дырочный механизм проводимости проявляется у собственных (то есть без примесей) полупроводников. Он называется собственной

Дырка

- Во время разрыва связи между электроном и ядром появляется свободное место в электронной оболочке атома. Это обуславливает переход электрона с другого атома на атом со свободным местом. На атом, откуда перешёл электрон, входит другой электрон из другого атома и т. д. Это обуславливается ковалентными связями атомов. Таким образом, происходит перемещение положительного заряда без перемещения самого атома. Этот условный положительный заряд называют дыркой .
- Обычно подвижность дырок в полупроводнике ниже подвижности электронов
- Подвижность электроновПодвижность электронов и дырок зависит от их концентрации в полупроводнике (см. рисунок). При большой концентрации носителей зарядаПодвижность электронов и дырок зависит от их концентрации в полупроводнике (см. рисунок). При большой концентрации носителей заряда , вероятность столкновения между ними вырастает, что приводит к уменьшению подвижности и проводимости

Виды полупроводников

По характеру проводимости

- **Собственная проводимость**
- Полупроводники, в которых свободные электроны и «дырки» появляются в процессе ионизацииПолупроводники, в которых свободные электроны и «дырки» появляются в процессе ионизации атомов, из которых построен весь кристалл, называют полупроводниками с собственной проводимостью. В полупроводниках с собственной проводимостью концентрация свободных электронов равняется концентрации «дырок».
- **Примесная проводимость**

  Для создания полупроводниковых приборов часто используют кристаллы с примесной проводимостью. Такие кристаллы изготавливаются с помощью внесения примесей с атомами трехвалентного или пятивалентного химического элемента.

По виду проводимости

Электронные полупроводники (n-типа)

Дырочные полупроводники (p-типа)

Электронные полупроводники (n-типа)

- Термин **«n-тип»** происходит от слова «negative», обозначающего отрицательный заряд основных носителей. Этот вид полупроводников имеет примесную природу. В четырёхвалентный полупроводник (например, кремний происходит от слова «negative», обозначающего отрицательный заряд основных носителей. Этот вид полупроводников имеет примесную природу. В четырёхвалентный полупроводник (например, кремний) добавляют примесь пятивалентного полупроводника (например, мышьяка происходит от слова «negative», обозначающего отрицательный заряд основных носителей. Этот вид полупроводников имеет примесную природу. В четырёхвалентный полупроводник (например, кремний) добавляют примесь пятивалентного полупроводника (например, мышьяка). В процессе взаимодействия каждый атом примеси вступает в ковалентную связь происходит от слова «negative», обозначающего отрицательный заряд основных носителей. Этот вид полупроводников имеет примесную природу. В четырёхвалентный полупроводник

Дырочные полупроводники (р-типа)

- Термин **«р-тип»** происходит от слова «positive», обозначающего положительный заряд основных носителей. Этот вид полупроводников, кроме примесной основы, характеризуется дырочной природой проводимости. В четырёхвалентный полупроводник (например, в кремний) добавляют небольшое количество атомов трехвалентного элемента (например, индия происходит от слова «positive», обозначающего положительный заряд основных носителей. Этот вид полупроводников, кроме примесной основы, характеризуется дырочной природой проводимости. В четырёхвалентный полупроводник (например, в кремний) добавляют небольшое количество атомов трехвалентного элемента (например, индия). Каждый атом примеси устанавливает ковалентную связь с тремя соседними атомами кремния. Для установки связи с четвёртым атомом кремния у атома индия нет валентного электрона, поэтому он захватывает валентный электрон из ковалентной связи между соседними атомами кремния и становится отрицательно заряженным ионом, вследствие чего образуется дырка.