



# **Примесные полупроводники**

---

- **Примесная проводимость полупроводников** — электрическая проводимость, обусловленная наличием в полупроводнике донорных или акцепторных примесей.
  - Примесная проводимость, как правило, намного превышает собственную, и поэтому электрические свойства полупроводников определяются типом и количеством введенных в него легирующих примесей.
  - Собственная проводимость полупроводников обычно невелика, так как число свободных электронов, например, в германии при комнатной температуре порядка  $3 \cdot 10^{13} / \text{см}^3$ . В то же время число атомов германия в  $1 \text{ см}^3 \sim 10^{23}$ . Проводимость полупроводников увеличивается с введением примесей, когда наряду с собственной проводимостью возникает дополнительная примесная проводимость.
-

Примесными центрами могут быть:


- атомы или ионы химических элементов, внедренные в решетку полупроводника;
  - избыточные атомы или ионы, внедренные в междоузлия решетки;
  - различного рода другие дефекты и искажения в кристаллической решетке: пустые узлы, трещины, сдвиги, возникающие при деформациях кристаллов, и др.
-



# **Уровни легирования полупроводников**

---

- Принято различать полупроводники по концентрации электрически активной примеси или уровня легирования.
  - Слаболегированные полупроводники. Это такой уровень легирования, при котором между валентными электронами примесных атомов практически нет взаимодействия. При этом примесные атомы создают в запрещённой зоне дискретные энергетические уровни.
  - Среднелегированные полупроводники. Расстояние между атомами примеси уменьшается и происходит перекрытие орбит валентных электронов соседних примесных атомов. Локальные энергетические уровни расплываются, образуя примесную зону.
  - Сильнолегированные полупроводники. Наблюдается сильное взаимодействие соседних примесных атомов. Примесная зона сливается с одной из основных зон. Образуется единая разрешённая зона, при этом ширина запрещённой зоны уменьшается.
-



# **Носители заряда в примесных полупроводниках**

---

- При производстве полупроводниковых приборов помимо чистых полупроводников, в частности чистых германия и кремния, являющихся исходными материалами, используют примесные полупроводники.
- Введение примеси связано с необходимостью создания в полупроводнике преимущественно электронной либо дырочной электропроводности и увеличения электрической проводимости. В связи с этим различают соответственно электронные (n-типа) и дырочные (p-типа) полупроводники.
- Для получения полупроводника с электропроводностью n-типа в чистый полупроводник вводят примесь, создающую в полупроводнике только свободные электроны. Вводимая примесь является «поставщиком» электронов, в связи с чем ее называют донорной. Для германия и кремния, относящихся к IV группе Периодической системы элементов, донорной примесью служат элементы V группы (сурьма, фосфор, мышьяк), атомы которых имеют пять валентных электронов.




# Назначение легирующих примесей

---



- Изменение положения уровня Ферми, создание разрешённых уровней в запрещённой зоне с целью изменения концентрации и типа носителей заряда;
- Создание центров излучательной и безызлучательной рекомбинации;
- Изменение подвижности, длины свободного пробега носителей свободного заряда;
- Изменение ширины запрещённой зоны;
- Изменение предельной растворимости в другой примеси;
- Изменение межатомных расстояний с целью уменьшения напряжений в многослойных структурах;
- Изменение КТЛР (коэффициент термического линейного расширения) с той же целью;
- Создание внутренних геттеров (центры захвата) в подложках для собственных и примесных дефектов;
- Изменение теплопроводности;
- Изменение механических свойств;
- Улучшение адгезии между слоями разнородных веществ.



В заключении, хочется отметить, что, в области рабочих температур примесных полупроводников основными являются «примесные» носители, созданные за счёт ионизации примеси. Неосновные носители - это «собственные» носители, созданные за счёт ионизации собственных атомов решётки.

---



**Спасибо за внимание!**

---