

Тема урока: Электрический ток в полупроводниках

Перечень вопросов, рассматриваемых на уроке:

- 1) собственная и примесная проводимость;
- 2) p-n-переход;
- 3) электрический ток в полупроводниках;
- 4) зависимость тока от напряжения;
- 5) зависимость силы тока от внешних условий.

Глоссарий по теме:

Полупроводник - вещество, занимающее промежуточное положение в электропроводности между проводниками и диэлектриками.

Собственная проводимость - проводимость чистых полупроводников

Примесная проводимость - проводимость, вызванная введением примесей.

Полупроводниковый диод представляет собой устройство, содержащее p-n-соединение и способное передавать ток только в одном направлении.

Транзистор представляет собой устройство, содержащее два p-n переходов, прямые направления которых противоположны.

Теоретический материал для самостоятельного изучения

В полупроводниках атомы связаны ковалентными (попарно электронными) связями, которые сильны при низких температурах и освещенности. С ростом температуры и освещенности эти связи могут разрушаться, образуя свободный электрон и «дырку».

Реальные частицы - это только электроны. Электронная проводимость обусловлена движением свободных электронов. Дырочная проводимость вызвана движением связанных электронов, которые переходят от одного атома к другому, поочередно заменяя друг друга, что эквивалентно движению «дырок» в противоположном направлении. «Дырке» условно приписывают «+» заряд.

В чистых полупроводниках концентрация свободных электронов и «дырок» одинакова.

Примеси, которые легко отдают электроны, называются донорными. Если мы их добавим, мы получим полупроводник n-типа с электронной проводимостью.

Примеси, которые легко принимают электроны, называются акцепторными. Если мы их добавим, мы получим полупроводник p-типа с дырочной проводимостью.

Когда два полупроводника с разными типами проводимости входят в контакт, образуется так называемый p-n-переход. Он имеет одностороннюю проводимость. При контакте

полупроводников р- и n-типа в результате диффузии электронов в полупроводник р-типа и дырок в полупроводник n-типа образуется контактное электрическое поле. Для основных носителей заряда создан барьерный слой.

При включении в цепь р-n-перехода, когда область с электронной проводимостью связана с отрицательным полюсом источника тока, а область с дырочной проводимостью с положительным полюсом, внешнее электрическое поле ослабляет контактное поле и обеспечивает ток значительной силы, называемый прямым и обусловленным движением основных носителей заряда.

Когда переход включён обратном направлении, внешнее поле усиливает контактное поле, а пограничный слой обеднен основными носителями заряда. Очень малый ток течёт из-за движения через р-n-переход неосновных носителей заряда, которых очень мало.

Полупроводниковый диод представляет собой устройство, содержащее р-n-переход и способное пропускать ток в одном направлении и не передавать его в противоположном направлении.

Транзистор или триод полупроводника - это устройство, содержащее два р-n-перехода, прямые направления которых противоположны.

Современная электроника основана на микросхемах и микропроцессорах, которые включают в себя огромное количество транзисторов. Транзисторы стали широко распространены в современных технологиях. Они заменили электронные лампы в электрических цепях научной, промышленной и бытовой техники

Примеры и разбор решения заданий

1. Выберите правильный ответ на вопрос: «Почему сопротивление полупроводников уменьшается с ростом температуры?»

Варианты ответов:

- 1) концентрация свободных носителей заряда уменьшается;
- 2) концентрация свободных носителей заряда увеличивается;
- 3) скорость электронов увеличивается.

Правильный вариант: 2) концентрация свободных носителей заряда увеличивается.

Подсказка: обратите внимание, что при нагревании полупроводников в них образуется больше свободных носителей заряда.

2. Решите задачу: Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре $n = 3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. Плотность германия $\rho = 5400 \text{ кг/м}^3$, молярная масса германия $\mu = 0,073 \text{ кг/моль}$. Каково отношение числа электронов проводимости к общему числу атомов?

Решение:

$$n = \rho \cdot \frac{N_A}{M}$$

$$\frac{n_z}{n} = \frac{n_z \cdot M}{\rho \cdot N_A} = \frac{3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3} \cdot 0,073 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{5400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot \text{моль}^{-1}} \approx 6,7 \cdot 10^{-10}$$

Ответ: $6,7 \cdot 10^{-10}$

Вопросы для самоконтроля.

1. В чем отличие полупроводниковых материалов от проводниковых?
2. В чем отличие полупроводниковых материалов от диэлектрических?
3. Как возникают в полупроводнике свободные носители зарядов?
4. Почему подвижность дырок меньше, чем подвижность электронов?
5. Какой тип электропроводности (дырочный или электронный) имеет собственный полупроводник? Почему?
6. Как влияет температура на подвижность электронов и дырок в полупроводнике?
7. Как связана ширина запрещенной зоны с электропроводностью полупроводниковых материалов?
8. Что такое рекомбинация свободных носителей заряда? Ее механизмы.
9. Соблюдается ли для полупроводников закон Ома в сильных электрических полях? Почему?
10. Какая разница между понятиями «загрязнения» и «примеси» в полупроводниках?
11. В каком случае электропроводность полупроводников является собственной, а в каком примесной?
12. Что происходит в полупроводнике при одновременном внесении донорной и акцепторной примеси? Как определить тип электропроводности такого полупроводника?
13. Какова температурная зависимость проводимости примесных полупроводников и чем она обусловлена?
14. Какие сложные полупроводники имеют наибольшее значение в полупроводниковой технике? Почему?

Выполненные задания отправить на электронную почту

Lelya.Stepanova.66@inbox.ru