

дет усиливать поле контактного слоя и приведет к возрастанию потенциального барьера для электронов и дырок, переходящих через контакт. Вместе с тем внешнее поле вызовет движение электронов в n -полупроводнике и дырок в p -полупроводнике в стороны, противоположные от контакта. Это приведет к увеличению толщины запирающего

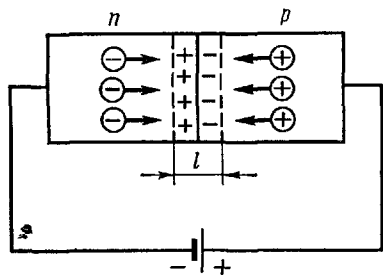


Рис. 13.23

возрастать. Этому способствует встречное движение электронов и дырок, которые перемещаются под действием внешнего поля из глубины полупроводников к границе p - n -перехода (рис. 13.23). Толщина l контактного слоя и его сопротивление при этом уменьшаются. Следовательно, ток может более или менее свободно проходить через p - n -переход в направлении от p -к n -полупроводнику. Это направление принято называть **пропускным**. Таким образом, контакт двух примесных полупроводников с разными знаками носителей заряда обладает **о д н о с т о р о н н е й** проводимостью. Если имеется один электронно-дырочный переход, то действие контакта аналогично выпрямляющему действию двухэлектродной лампы — диода (см. § 22.3). Поэтому полупроводниковое устройство, содержащее один p - n -переход, называется **полупроводниковым диодом**. Более сложные полупроводниковые устройства, включающие два p - n -перехода, так называемые **кристаллические триоды** или **транзисторы**, рассмотрены в § 22.3.

§ 13.8. Термоэлектрические явления в полупроводниках

1. Термоэлектрические явления в металлах используются главным образом в измерительной технике (см. § 10.2). Применение металлических термоэлементов в качестве термоэлектрического генератора, превращающего часть теплоты, сообщаемой горячему спаю, в электрическую энергию, нерентабельно. Физическая причина малости термоэлектрических эффектов в металлах заключается в том, что, как мы уже неоднократно подчеркивали, число носителей заряда в металлах и их энергия практически не зависят от температуры. В полупроводниках же число носителей заряда (электронов и дырок) резко возрастает с повышением температуры, и при этом увеличи-

вается их энергия. Это существенное отличие полупроводников от металлов приводит к высоким термоэлектродвижущим силам в полупроводниках и позволяет реально осуществлять задачу непосредственного получения электрической энергии за счет нагревания.

2. Если в электронном полупроводнике возникает разность температур, то в местах с высокой температурой создается большая концентрация электронов и увеличивается скорость их движения. Электроны перемещаются из этих участков полупроводника в более холодные места. Горячий конец полупроводника заряжается положительно, холодный — отрицательно, и между ними возникает разность потенциалов. В дырочном полупроводнике при наличии разности температур нагретые участки заряжаются отрицательно, а холодные — положительно. Если полупроводник изолирован, то с ростом разности потенциалов, вызванной различием температур внутри полупроводника, будет возрастать электрическое поле, препятствующее движению зарядов от горячих участков к холодным. В результате совместного действия разности температур и этого поля в полупроводнике установится равновесие, соответствующее определенной разности потенциалов между нагретым и холодным участками полупроводника. Эта разность потенциалов в десятки и сотни раз больше, чем в металлах, и достигает 1 мВ на один градус разности температур.

3. Если полупроводники, в которых создана разность температур, составляют замкнутую электрическую цепь (или часть цепи), то под влиянием возникшей термоэлектродвижущей силы создается ток. Коэффициент полезного действия полупроводниковых термоэлементов достигает 10%. Простота устройства термоэлектрических генераторов, их малые размеры и сравнительная устойчивость работы — все это дает возможность применять их в тех местах, где отсутствуют другие источники электрической энергии.

4. В § 10.2 указывалось, что применение эффекта Пельтье в металлах для устройства холодильной машины невыгодно, так как коэффициент полезного действия такой машины был бы очень мал. Разность температур, которая создается в результате эффекта Пельтье, и количество теплоты, которое ток отнимает от охлаждаемого им спая и сообщает нагреваемому, зависят от тех же величин, что и коэффициент полезного действия термоэлемента. Это означает, что, применяя полупроводники, дающие заметный коэффициент полезного действия термоэлемента, можно создать достаточно экономичную и производительную холодильную установку. Если температуру нагреваемого спая поддерживать близкой к комнатной, отводя от него теплоту, выделяющуюся при прохождении электрического тока, то второй спай и окружающий его воздух в холодильном шкафу могут быть значительно охлаждены.

Вопросы для повторения

1. Как, согласно квантовой теории, распределены электроны проводимости металлов по энергиям при $T = 0$ К? Как изменяется это распределение при повышении температуры?