

Павлова С.М.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
masmash@mail.ru*

Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводника и определения энергии активации

Атомы в металлах, изоляторах, полупроводниках расположены регулярно и образуют кристаллическую решётку, свойства которой повторяются периодически. В отличие от металлов, у изоляторов и полупроводников валентные связи атомов при образовании решётки оказываются насыщенными, т.е. электроны внешних атомных оболочек располагаются таким образом, что в невозбуждённом кристалле число электронов и число квантовых состояний равно.

Для возникновения тока части электронов нужно сообщить энергию, превышающую ширину запрещённой зоны. Если каким-либо способом такую энергию электрону сообщить, то он может оказаться на одном из разрешённых уровней зоны проводимости, в которой возможно его свободное перемещение и появиться электрический ток. Если удалить из валентной зоны электрон, то там появляется свободный уровень энергии. На этот вакантный уровень может переместиться другой электрон из валентной зоны. В результате вакансия переместится в направлении, противоположном перемещению электрона, т.е. появление «свободного места» соответствует движению положительного заряда. Такой положительный заряд принято называть дыркой. В действительности в кристаллах нет подвижных положительных зарядов.

Можем сделать вывод, что невозбуждённые идеальные кристаллы, которые не имеют примесей или дефектов, находящиеся при температуре абсолютного нуля ($T=0$) в таких условиях не проводят ток. Далее рассмотрим условия, приводящие к возникновению электропроводности кристаллов.

Если температура кристалла конечна, то атомы кристаллической решётки совершают тепловые колебания. Частоты и амплитуды этих колебаний не произвольны. При этом колеблющуюся решётку можно рассматривать как некоторую среду, заполненную «газом» фононов. Число и энергия частиц в фононном газе зависит как от температуры, так и от свойств кристалла. При повышении температуры число фононов и их энергия очень быстро возрастают. При взаимодействии фононов с электронами валентной зоны последним может быть передана энергия, которой достаточно для преодоления запрещённой зоны. Прodelывая опыт в лабораторных условиях по изучению температурной зависимости сопротивления полупроводника и определения энергии активации, ввели температурный коэффициент сопротивления.

Прodelав расчеты для металла и полупроводника пришли к выводу, что у металлов температурный коэффициент сопротивления слабо зависит от температуры в отличие от полупроводника. Знак минус показывает, что с повышением температуры сопротивление полупроводника уменьшается. Данный коэффициент у полупроводников по абсолютной величине на один порядок больше, чем у металлов. В связи с тем, что и сопротивление и температурный коэффициент очень сильно изменяются в зависимости от температуры, для термочувствительного сопротивления принято указывать эти величины для определенной температуры.

Данный расчет можно использовать для теплового контроля режима работы механизмов и машин, осуществить компенсацию температурного изменения сопротивления отдельных участков электрических цепей.

Таким образом, при нагревании полупроводника, в нем появляются электроны и дырки, и он становится проводящим.