

При изучении тепловых явлений говорилось, что по способности проводить теплоту вещества делятся на хорошие и плохие проводники тепла.

По способности передавать электрические заряды вещества также делятся на несколько классов: *проводники*, *полупроводники* и *непроводники* электричества.

Проводниками называют тела, через которые электрические заряды могут переходить от заряженного тела к незаряженному.

Хорошие проводники электричества — это металлы, почва, вода с растворёнными в ней солями, кислотами или щелочами, графит. Тело человека также проводит электричество. Это можно обнаружить на опыте. Дотронемся до заряженного электроскопа рукой. Листочки тотчас опустятся. Заряд с электроскопа уходит по нашему телу через пол комнаты в землю.

Из металлов лучшие проводники электричества — серебро, медь, алюминий.

Непроводниками называют такие тела, через которые электрические заряды не могут переходить от заряженного тела к незаряженному.

Непроводниками электричества, или *диэлектриками*, являются эбонит, янтарь, фарфор, резина, различные пластмассы, шёлк, капрон, масла, воздух (газы). Изготовленные из диэлектриков тела называют *изоляторами* (от итал. *изоляро* — уединять).

Полупроводниками называют тела, которые по способности передавать электрические заряды занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками.

В природе полупроводники распространены достаточно широко. Это оксиды и сульфиды металлов, некоторые органические вещества и др. Наибольшее применение в технике нашли германий и кремний.

Полупроводники при низкой температуре не проводят электрический ток и являются диэлектриками. Однако при повышении температуры в полупроводнике начинает резко увеличиваться число носителей электрического заряда, и он становится проводником.



а)



б)

Проводники электричества: а — железо; б — графит



а)



б)

Полупроводники: а — германий; б — кремний



а)



б)

Непроводники электричества: а — янтарь; б — фарфор

Почему это происходит? У полупроводников, таких как кремний и германий, в узлах кристаллической решётки атомы колеблются около своих положений равновесия, и уже при температуре 20°C это движение становится настолько интенсивным, что химические связи между соседними атомами могут разорваться. При дальнейшем повышении температуры валентные электроны (электроны, находящиеся на внешней оболочке атома) атомов полупроводников становятся свободными, и под действием электрического поля в полупроводнике возникает электрический ток.

Характерной особенностью полупроводников является возрастание их проводимости с *повышением температуры*. У металлов же при повышении температуры проводимость уменьшается.

Способность полупроводников проводить электрический ток возникает также при воздействии на них света, потока быстрых частиц, введении примесей и др.

Изменение электропроводности полупроводников под действием температуры позволило применять их в качестве термометров для замера температуры окружающей среды, широко применяют в технике. С его помощью контролируют и поддерживают температуру на определённом уровне.

Повышение электропроводности вещества под воздействием света носит название *фотопроводимости*. Основанные на этом явлении приборы называют *фотосопротивлениями*. Фотосопротивления применяются для сигнализации и в управлении производственными процессами на расстоянии, сортировке изделий. С их помощью в экстренных ситуациях автоматически останавливаются станки и конвейеры, предупреждая несчастные случаи.

Благодаря удивительным свойствам полупроводников, они широко используются при создании транзисторов, тиристоров, полупроводниковых диодов, фоторезисторов и другой

сложнейшей аппаратуры. Применение интегральных микросхем в теле-, радио- и компьютерных приборах позволяет создавать устройства небольших, а порой и ничтожно малых размеров.

? Вопросы

1. На какие группы делят вещества по способности передавать электрические заряды? 2. Какой характерной особенностью обладают полупроводники? 3. Перечислите области применения полупроводниковых приборов.



УПРАЖНЕНИЕ 22

1. Почему заряженный электроскоп разряжается, если его шарика коснуться рукой?
2. Почему стержень электроскопа изготавливают из металла?
3. К шарiku незаряженного электроскопа подносят тело, заряженное положительно, не касаясь его. Какой заряд возникнет на листочках электроскопа?

Это любопытно...

Полупроводники

Способность тела к электризации определяется наличием свободных зарядов. В полупроводниках концентрация носителей свободного заряда увеличивается с ростом температуры.

Проводимость, которая осуществляется свободными электронами (рис. 43), называется **электронной проводимостью полупроводника** или проводимостью *n*-типа (от лат. *negativus* — отрицательный). При отрыве электронов от атомов германия в местах разрыва образуются свободные места, которые не заняты электронами. Эти вакансии получили название «дырки». В области образования дырки возникает избыточный положительный заряд. Вакантное место может быть занято другим электроном.

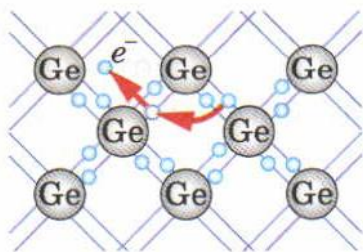


Рис. 43

Электрон, перемещаясь в полупроводнике, создаёт возможность заполнения одних дырок и образования других. Возникновение новой дырки сопровождается появлением свободного электрона, т. е. идёт непрерывное образование пар **электрон — дырка**. В свою очередь, заполнение дырок приводит к уменьшению числа свободных электронов. Если кристалл поместить в электрическое поле, то будет происходить перемещение не только элект-

ронов, но и дырок. Направление перемещения дырок противоположно направлению движения электронов.

Проводимость, которая возникает в результате перемещения дырок в полупроводнике, называется **дырочной проводимостью** или проводимостью *p*-типа (от лат. *positivus* — положительный). Полупроводники подразделяют на чистые полупроводники, примесные полупроводники *n*-типа, примесные полупроводники *p*-типа.

Чистые полупроводники обладают собственной проводимостью. В создании тока участвуют свободные заряды двух типов: отрицательные (электроны) и положительные (дырки). В чистом полупроводнике концентрация свободных электронов и дырок одинакова.

При введении в полупроводник примесей возникает **примесная проводимость**. Изменяя концентрацию примеси, можно менять и число носителей заряда того или иного знака, т. е. создавать полупроводники с преимущественной концентрацией отрицательного или положительного заряда. **Примесные полупроводники *n*-типа** обладают электронной проводимостью. Основными носителями заряда являются электроны, а неосновными — дырки.

Примесные полупроводники *p*-типа обладают дырочной проводимостью. Основными носителями заряда являются дырки, а неосновными — электроны.



Полупроводниковый диод

Полупроводниковый диод представляет собой соединение полупроводников *p*- и *n*-типа. Сопротивление области контакта зависит от направления тока. Если диод включить в цепь, чтобы область кристалла с электронной проводимостью *n*-типа была подсоединена к положительному полюсу, а область с дырочной проводимостью *p*-типа к отрицательному полюсу, то тока в цепи не будет, так как переход электронов из *n*-области в *p*-область затрудняется.

Если *p*-область полупроводника подключить к положительному полюсу, а *n*-область к отрицательному, то в этом случае ток проходит через диод. За счёт диффузии основных носителей тока в чужой полупроводник в области контакта образуется двойной электрический слой, препятствующий движению зарядов. Внешнее поле, направленное от *p* к *n*, частично компенсирует действие этого слоя, и при увеличении напряжения ток быстро возрастает.

