Лекция 4. Полупроводниковые материалы

4.1. Природа полупроводников

Полупроводники — материалы с удельным сопротивлением от 10^{-6} до 10^{8} Ом·м, которое сильно зависит от температуры, освещённости, примесей и электрического поля. При абсолютном нуле (0 K) полупроводник ведёт себя как диэлектрик; при повышении температуры проводимость растёт (в отличие от металлов).

Проводимость полупроводников обусловлена движением электронов и дырок. В чистом полупроводнике (без примесей) число электронов равно числу дырок — собственная проводимость. При введении примесей создаётся примесная проводимость: электронная (n-типа, донорные примеси) или дырочная (p-типа, акцепторные примеси).

4.2. Основные полупроводниковые материалы

Кремний (Si) — основной полупроводниковый материал современной электроники. Ширина запрещённой зоны 1,12 эВ. Рабочая температура до 150–200 °C. Применяется для диодов, транзисторов, тиристоров, интегральных микросхем, солнечных панелей.

Германий (Ge) — исторически первый полупроводниковый материал. Ширина запрещённой зоны 0,67 эВ. Рабочая температура до 70–80 °C. В настоящее время применяется ограниченно — в некоторых типах диодов, детекторов излучения.

Арсенид галлия (GaAs) — соединение галлия и мышьяка. Ширина запрещённой зоны 1,43 эВ. Работает на более высоких частотах, чем кремний. Применяется в СВЧ-транзисторах, светодиодах, лазерах.

Карбид кремния (SiC) — широкозонный полупроводник (3,26 эВ). Выдерживает высокие температуры (до 600 °C) и напряжения. Применяется в силовой электронике — мощных диодах, транзисторах для электроприводов и энергетики.

4.3. Электронно-дырочный переход

p-n-переход — область на границе полупроводников p-типа и n-типа. Обладает односторонней проводимостью: хорошо пропускает ток в прямом направлении и практически не пропускает в обратном. На этом принципе работают диоды, транзисторы, тиристоры — основа силовой электроники.

В практике электромонтёра полупроводниковые приборы встречаются в виде диодных мостов (выпрямители), стабилитронов (защита цепей), тиристоров (регуляторы напряжения), транзисторов (усилители, ключи). Важно помнить о температурной чувствительности полупроводников: перегрев может привести к необратимому отказу.

4.4. Термисторы и фоторезисторы

Термистор — полупроводниковый резистор с нелинейной зависимостью сопротивления от температуры. Бывают двух типов: NTC (отрицательный ТКС — сопротивление падает при нагреве) и PTC (положительный ТКС — сопротивление растёт при нагреве). Применяются для температурной защиты двигателей, компенсации температур, измерения температуры.

Фоторезистор — изменяет сопротивление под действием света. Применяется в датчиках освещённости, фотореле, системах автоматического включения освещения.

4.5. Применение полупроводников в оборудовании электромонтёра

Диоды — выпрямители в блоках питания, защита от обратных напряжений. Стабилитроны — стабилизация напряжения в измерительных цепях. Тиристоры и симисторы — управление мощностью нагревателей, света, скорости двигателей. Транзисторы — усилители и ключи в схемах управления. Варисторы — защита от перенапряжений (ограничители).