

## Тема 2.2 «Классификация проводниковых материалов»

Проводниковые материалы обладают способностью проводить электрический ток и характеризуются весьма малым или заданным удельным электрическим сопротивлением  $\rho$ . К ним относятся и материалы с высоким сопротивлением, и сверхпроводниковые, и криопроводниковые материалы, у которых удельное электрическое сопротивление при очень низких температурах весьма мало.

### 1 Классификация проводниковых материалов

По агрегатному состоянию проводниковые материалы разделяют на газообразные, жидкие и твердые.

**2 К газообразным** проводниковым материалам относят все газы и пары, в том числе и пары металлов. При достаточно малых значениях напряженности электрического поля  $E$  они являются диэлектриками и обладают очень высоким удельным электрическим сопротивлением  $\rho$ . Однако при напряженности электрического поля, которая обеспечивает начало ионизации, газ может стать проводником, в котором перенос электрических зарядов осуществляется электронами и ионами. Если в единице объема сильно ионизированного газа наступает равенство между числом электронов и положительных ионов, то такой газ представляет собой особую проводящую среду, называемую *плазмой*.

Проводимость газов и паров используют в различных газоразрядных приборах.

**3 К жидким** проводникам относят расплавы металлов и растворы (в частности, водные) и расплавы солей, кислот и других веществ с ионным строением молекул.

Механизм прохождения электрического тока через твердые и жидкие металлы обусловлен направленным движением свободных электронов под воздействием электрического тока, который создается приложенным извне напряжением. Поэтому твердые и жидкие металлы называют проводниками с *электронной (металлической) электропроводностью* или проводниками *первого рода*.

Растворы и расплавы солей, кислот и щелочей, проводящие электрический ток, называют *электролитами* или проводниками *второго рода*. При прохождении электрического тока через электролит, в который погружены электроды, электрические заряды переносятся вместе с частицами молекул (ионами) электролита. На электродах происходит выделение веществ из раствора. Большинство металлов имеют высокую температуру плавления. Только ртуть и некоторые специальные сплавы

(например, сплавы системы индий-галлий) могут быть использованы в качестве жидких проводников при нормальной температуре.

Электролиты используют в технологии изготовления различных элементов радиоэлектронных устройств.

**4 К твердым** проводникам относят металлы и сплавы. В Периодической системе химических элементов Д.И.Менделеева 75% элементов - металлы. В твердом состоянии металлы имеют кристаллическую структуру, для которой характерен особый вид металлической связи между атомами. При прохождении электрического тока через контакт различных металлов не происходит переноса вещества одного металла в другой, как это имеет место при прохождении тока в электролитах, поскольку перенос электрических зарядов осуществляется только электронами.

По характеру применения в радиоэлектронных приборах металлические материалы разделяют на материалы высокой проводимости (удельное электрическое сопротивление  $\rho \leq 0,1$  мкОм·м) и материалы с высоким сопротивлением (удельное электрическое сопротивление  $\rho \geq 0,3$  мкОм·м).

Материалы с высокой проводимостью (железо, медь, алюминий, золото, серебро и др.) используют как основу в контактных материалах и припоях, для изготовления проводов, микропроводов, проводящих покрытий и пленок, различных токопроводящих деталей, обкладок конденсаторов, тонкопленочных проводников и контактных площадок в ИМС, выводов радиоэлементов

Материалы с высоким сопротивлением используют в качестве резистивных материалов, материалов для нагревательных элементов и материалов для термопар. Наиболее известные сплавы с высоким сопротивлением: медно-марганцевые (манганины), медно-никелевые (константаны), сплавы никеля и хрома (нихромы).

Материалы, обладающие ничтожно малым удельным электрическим сопротивлением  $\rho$  при очень низких температурах называются *сверхпроводниками*. Свойством сверхпроводимости обладают ртуть, алюминий, свинец, ниобий, соединения ниобия с оловом, титаном и др.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1 Какие металлы относятся к проводниковым материалам?
- 2 Где применяются проводниковые материалы?
- 3 По агрегатному состоянию проводниковые материалы разделяют на какие?