**23.11.20.Тема: Полупроводниковые и магнитные материалы.**

По электрическому сопротивлению полупроводники занимают промежуточное место между проводниками и изоляторами. Полупроводниковые диоды и триоды имеют ряд преимуществ: малый вес и размеры, значительно больший срок службы, большую механическую прочность.

Рассмотрим основные свойства и характеристики полупровод­ников. В отношении их электрической проводимости полупровод­ники разделяются на два типа: с электронной проводимостью и с дырочной проводимостью.

***Полупроводники с электронной проводимостью*** имеют так на­зываемые «свободные» электроны, которые слабо связаны с ядрами атомов. Если к этому полупроводнику приложить разность потенциалов, то «свободные» электроны будут двигаться поступательно – в определенном направлении, создавая, таким образом, электри­ческий ток. Поскольку в этих типах полупроводников электрический ток представляет собой перемещение отрицательно заря­женных частиц, они получили название проводников типа **п** (от слова negative — отрицательный).

***Полупроводники с дырочной проводимостью*** называются полу­проводниками типа **р** (от слова positive — положительный). Прохождение электрического тока в этих типах полупроводников можно рассматривать как перемещение положительных зарядов. В полупроводниках с **р**-проводимостью нет свободных электронов; если атом полупроводника под влиянием каких-либо причин по­теряет один электрон, то он будет заряжен положительно.

Отсутствие одного электрона в атоме, вызывающее положи­тельный заряд атома полупроводника, назвали **дыркой** (это зна­чит, что образовалось свободное место в атоме). Теория и опыт показывают, что дырки ведут себя как элементарные положитель­ные заряды.

Для создания полупроводников с резко выраженными концентрациями электронов или дырок чистые полупроводники снабжают примесями, образуя ***примесные полупроводники*.** Примеси бывают ***донорные,*** дающие электроны, и ***акцепторные*,** образующие дырки (т. е. отрывающие электроны от атомов). Следовательно, в полупроводнике с донорной примесью проводимость будет преимущественно электронной, или ***n*** – проводимостью. В этих полупроводниках основными носителями зарядов являются электроны, а неосновными – дырки. В полупроводнике с акцепторной примесью, наоборот, основными носителями зарядов являются дырки, а неосновными – электроны; это – полупроводники ; с ***р***-проводимостью.

Основными материалами для изготовления полупроводниковых  диодов и триодов служат германий и кремний; по отношению к ним донорами являются сурьма, фосфор, мышьяк; акцепторами – индий, галлий, алюминий, бор.

виды электрических зарядов:

1 -подвижные положительные заряды (дырки) – основные но­сители, возникшие от акцепторной примеси и от собственной про­водимости;

2 -подвижные отрицательные заряды (электроны) – неоснов­ные носители, возникшие от собственной проводимости;

3 -неподвижные отрицательные заряды – ионы акцепторной примеси.

 П/проводники бывают: простые(содержащие один элемент) и сложные(содержащие два и более элементов)

**Германий**принадлежит к редким рассеянным в природе элементам. Запасы его в земной коре составляют 7·10  %. Атомный вес германия 72,6, температура плавления 958,5°С. производят его из отходов цинкового производства, пыли, получаемой при сжигании углей, германиевых концентратов, извлекаемых из медно-свинцово-цинковых сульфидных руд и содержащей германий пыли, улавливаемой при медной плавке. Технология получения германия осуществляется путём превращения двуокиси в тетрахлорид германия, очистки последнего и превращения тетрахлорида в двуокись с последующим восстановлением двуокиси.

**Кремний**– широко распространённый элемент в природе. В земной коре его 27.6%. атомный вес кремния 28.06. температура плавления 1415°C, температура кипения около 2600°C. Технология получения его отличается от технологии получения германия. Исходное сырьё в виде двуокиси кремния широко распространено в природе. Из кремнезёма в дуговых электрических печах путём восстановления его углеродом кокса получают кремний чистотой до 97%. Кремний получается в порошкообразном виде. Применяют и йодидный способ получения кремния, аналогичный описанному ранее йодидному методу получения чистого титана.

Чтобы получить чистыми германий и кремний, их очищают от примесей зонной плавкой аналогично тому, как получают чистый титан.

Для целого ряда полупроводниковых приборов предпочтительны полупроводниковые материалы, получаемые в виде монокристаллов, так как в поликристаллическом материале имеют место неконтролируемые изменения электрических свойств.

Маркировку германия и кремния производят по буквенно-цифровой системе. Германий электронный, легированный сурьмой, обозначают ГЭЛС. За буквами цифры указывают удельное сопротивление ом·см (ом·м), а если их две группы, как, например, 0,3/0,2, то первые (0,3) означают удельное сопротивление, а вторые (0,2) – диффузионную длину неосновного носителя тока, мм. Кремний монокристаллический дырочный маркируют КМ-2, где цифра показывает удельное сопротивление ом·см; кремний монокристаллический электронный маркируют КМЭ-2.

К п/проводниковым материалам также относятся: карбид кремния, окислы металлов, сульфиды ,селениды, интерметаллиды.

**Магнитные материалы по магнитным св-вам можно разделить на следующие группы:**

**Магни́тные материа́лы специализи́рованного назначе́ния**, магнитные материалы, имеющие узкие области применения, благодаря высоким значениям одного, иногда двух параметров.

**Материалы с прямоугольной петлей гистерезиса.**
Магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса (ППГ) широко применяются в разнообразных запоминающих и логических устройствах вычислительной техники, автоматики, аппаратах телеграфной связи, в многоканальных импульсных системах радиосвязи. Сердечники из материала с ППГ имеют два устойчивых магнитных состояния, соответствующих различным направлениям остаточной магнитной индукции. состояния в другое с помощью импульсов тока, создающих требуемую напряженность магнитного поля.
Основным параметром таких материалов является коэффициент прямоугольности петли гистерезиса Кпу, представляющий собой отношение остаточной индукции Br к максимальной индукции Bmax:
Кпу= Br/Bmax
**Материалы с постоянным значением магнитной проницаемости в слабых полях.**
К этим сплавам относится тройной сплав железо-никель-кобальт (45% Ni, 30% Fe, 25% Co), называемый перминвар Более высокой стабильностью магнитной проницаемости обладают изопермы — сплавы, представляющие собой твердые растворы железа и никеля с медью или алюминием. Магнитная проницаемость изопермов н= 30—80 и мало изменяется в магнитных полях до Н = 500А/м. Но удельное сопротивление этих сплавов невысокое.

**Магнитно-твёрдые материалы**, магнитно-жёсткие (высококоэрцитивные) материалы, магнитные материалы, которые намагничиваются до насыщения и перемагничиваются в сравнительно сильных магнитных полях напряжённостью в тысячи и десятки тысяч а/м(102—103э). М.-т. м. характеризуются высокими значениями коэрцитивной силы Hc, остаточной индукции Br, магнитной энергии (BH) maxна участке размагничивания — спинке петли гистерезиса . После намагничивания М.-т. м. остаются магнитами постоянными из-за высоких значений Br и Hc. Большая коэрцитивная сила М.-т. м. может быть обусловлена следующими причинами: 1) задержкой смещения границ доменов благодаря наличию посторонних включений или сильной деформации кристаллической решётки; 2) выпадением в слабомагнитной матрице мелких однодоменных ферромагнитных частиц, имеющих или сильную кристаллическую анизотропию, или анизотропию формы.

М.-т. м классифицируют по разным признакам, например, по физической природе коэрцитивной силы, по технологическим признакам и другим. Из М.-т. м. наибольшее значение в технике приобрели: литые и порошковые (недеформируемые) магнитные материалы типа Fe — Al — Ni — Со; деформируемые сплавы типа Fe — Со — Mo, Fe — Со — V, Pt — Со; ферриты (гексаферриты и кобальтовый феррит). В качестве М.-т. м. используются также соединения редкоземельных элементов (особенно лёгких) с кобальтом; магнитопласты и магнитоэласты из порошков ални, альнико, ферритов со связкой из пластмасс и резины (см. Магнитодиэлектрики), материалы из порошков Fe, Fe — Со, Mn — Bi, SmCo5.

**Магнитно-мягкие материалы**, магнитные материалы, которые намагничиваются до насыщения и перемагничиваются в относительно слабых магнитных полях напряжённостью Н ~ 8—800 а/м(0,1—10 э). При температурах ниже Кюри точки (у [армко-железа](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%90%D0%A0%D0%9C%D0%9A%D0%9E-%D0%B6%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%BE/), например, до 768 °С) М.-м. м. спонтанно намагничены, но внешне не проявляют магнитных свойств, так как состоят из хаотически ориентированных намагниченных до насыщения областей (доменов).М.-м. м. характеризуются высокими значениями магнитной проницаемости — начальной ma ~ 102—105 и максимальной mmax ~ 103—106.Коэрцитивная сила Hc М.-м. м. колеблется от 0,8 до 8 а/м(от 0,01 до 0,1 э), а потери на магнитный гистерезис очень малы ~ 1—103дж/м2(10—104эрг/см2) на один цикл перемагничивания. Способность М.-м. м. намагничиваться в слабых магнитных полях обусловлена низкими значениями энергии магнитной кристаллической анизотропии, а у некоторых из них (например, у М.-м. м. на основе Fe — Ni, у некоторых ферритов) также низкими значениями [магнитострикции](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F/). Это связано с тем, что [намагничивание](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%9D%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5/) происходит в результате смещения границ между доменами, а также вращения вектора намагниченности доменов. Подвижность границ, способствующая намагничиванию, снижается в случае присутствия в материале различных неоднородностей и напряжений, изменяющих энергию границ при их смещении. Поэтому свойствами М.-м. м. обладают также магнитные материалы, имеющие значительную энергию магнитной кристаллической анизотропии, но в которых отсутствуют (вернее, присутствуют в малых количествах) вредные примеси внедрения (углерод, азот, кислород и другие), [дислокации](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%28%D0%B2%20%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B0%D1%85%29/) и другие дефекты, искажающие кристаллическую решётку, а также включения в виде других фаз или пустот размером существенно больше параметров решётки. Однако процесс вращения вектора намагниченности в таких материалах требует приложения более сильных полей. Получение таких малодефектных материалов связано с большими технологическими трудностями. К М.-м. м. принадлежат ряд сплавов (например, перминвары) и некоторые ферриты с малой энергией магнитной кристаллической анизотропии, но с хорошо выраженной одноосной анизотропией, которая формируется при отжиге материала в магнитном поле. Некоторые М.-м. м. (например, [пермендюр](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D1%8E%D1%80/)) имеют слабую анизотропию, но большие значения магнитострикции.

По назначению М.-м. м. подразделяют на 2 группы: материалы для техники слабых токов и электротехнической стали. Важнейшими представителями М.-м. м., применяемых в технике слабых токов, являются бинарные и легированные сплавы на основе Fe — Ni ([пермаллои](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B9/)), имеющие низкую Hc"0,01 э и очень высокие µa (до 105) и µmax (до 106). К этой же группе относятся сплавы на основе Fe — Со (например, пермендюр), которые среди М.-м. м. обладают наивысшими точкой Кюри (950—980 °С) и значением магнитной индукции насыщения Bs, достигающей 2,4· 104гс (2,4 тл),а также сплавы Fe — Al и Fe — Si — Al. Для работы при частотах до 105гц используются сплавы на Fe — Со — Ni основе с постоянной магнитной проницаемостью.

Составить конспект по изложенному выше материалу и ответить на вопросы письменно:

 Назвать основные магнитные характеристики:

**-**магнитно - мягких материалов;

-магнитно-твердых материалов;

- магнитных материалов специализированного назначения.

**Срок сдачи**: 26.11.2020.

**Выполненные задания присылать на электронную почту:** dubinina20191608@yandex.ru