# 

# ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ РАЗВИТИЯ

**Содержание**

Введение

1. Основные этапы развития электроники

1.1. Основная тенденция развития микроэлектроники

1.2. Кремний и углерод как основные материалы технических и живых систем

2. Основные материалы микроэлектроники

2.1 Физическая природа свойств твёрдых тел

2.2. Ионные и электронные полупроводники

2.3. Новые перспективные материалы для електроники

Выводы

Литература

# Введение

Бурное развитие радиоэлектронной аппаратуры не могло происходить без существенного улучшения её параметров. В радиоэлектронике и электронной технике появилось новое, успешно развивающееся направление – микроэлектроника. За сравнительно короткий исторический отрезок времени (первый транзистор был изготовлен в 1948 году, первая интегральная схема – в 1958 году) микроэлектроника стала ведущим направлением, определяющим прогресс в развитии радиоэлектронной аппаратуры.

Твердотельная электроника – это новое научно-техническое направление, которое посредством физических, химических, схемотехнических и технологических методов и приёмов решает проблему создания высоконадёжных электронных устройств.

В качестве основных конструкционных материалов в микроэлектронике используются полупроводники, металлы и диэлектрики. В данном реферате рассмотрены основные материалы, которые нашли применение в микроэлектронике.

**1. Основные этапы развития электроники**

В 1948 г. весь потенциал твёрдотельной электроники скрывался в единственном экспериментальном образце транзистора, действие которого было не понятно даже его творцам. Через 10 лет твёрдотельные приборы уже выиграли сражение с лампами за вычислительную технику и породили объект нового поколения – организованное скопление транзисторов в одном кристалле, называемое интегральной микросхемой.

Современный кристалл массой в десятки миллиграммов обладает значительно большей вычислительной производительностью, чем первые ЭВМ с массой в десятки тонн.

Микроэлектроника – это способ организации электронных процессов, который позволяет обрабатывать информацию в малых объёмах твёрдого тела. И идеальной целью является система, сочетающая совершенство организации мозга с быстродействием твёрдотельных процессов.

Взаимопроникновение процессов разработки, синтеза, функционирования и деградации в перспективе ведёт к схеме реализованной природой в биосистемах. При этом в микроэлектронике технология приобретает функциональное значение и определяет принципиальные возможности систем.

Точные информационные системы создаются методами физико-химической технологии. Ещё в 1874 г. Браун открыл выпрямляющее свойство контакта металл-полупроводник (PbS), и приборы этого типа даже получили довольно широкое распространение в последней четверти прошлого века. Но изобретение вакуумного диода (1904, Флеминг) и триода (1906, Ли де Форест) положило конец этой эре полупроводников. Настоящее время полупроводников наступило только в 50-х годах после изобретения транзистора, при этом уместно вспомнить работы Лишенфильда, который ещё в 1925 году высказал идею возможности создания полевого транзистора. Однако первым в 1948 году Бардиным, Браттейном и Шокли был создан биполярный транзистор, а спустя 10 лет был реализован и полевой транзистор.

**1.1 Основная тенденция развития микроэлектроники**

Современная технология микроэлектроники основана на двух принципах: последовательном формировании тонких слоёв или плёнок при определённых режимах и создании топологических рисунков с помощью микролитографии. Технологические основы этих принципов уходят вглубь веков.

Одним из функциональных вопросов технологии является вопрос можно ли полностью устранить механические совмещения и осуществить синтез твёрдотельной структуры в едином физико-химическом процессе. Те сведения, которыми мы сегодня располагаем относительно материалов, физико-химической технологии и физических принципов не позволяют дать положительный ответ. Однако развитие живой природы (генетический код), история развития техники говорит о том, что такое решение возможно. Но радикальные изменения в технологии всегда сопряжены с новой физикой, новыми материалами и новой элементной базой.

Основная тенденция микроэлектроники, устойчиво сохраняющаяся уже более 40 лет – повышение степени интеграции N. Перспективность этой тенденции обусловлена тем, что при отлаженном серийном производстве стоимость изделий практически не зависит от их сложности и определяется в основном производительностью оборудования. Повысить степень интеграции N можно за счёт уменьшения размеров элементов или за счёт увеличения размера кристалла. Оба эти способа успешно реализуются на практике.

Здесь уместно отметить, что реальные машины создавали электротехники, ламповые – радиоинженеры, транзисторные – специалисты по физике твёрдого тела и твёрдотельной электронике, ЭВМ на малых микросхемах – специалисты по логическому проектированию, ЭВМ на больших интегральных микросхемах – специалисты по системотехнике.

**1.2 Кремний и углерод как основные материалы технических и живых систем**

Кремний был единственным материалом, раскрывшим потенциал твердотельной интегральной схемотехники, и он остаётся практически единственной основой планарной технологии до настоящего времени. Несмотря на многообразие новых материалов и новых принципов, кремний и сегодня широко используется.

Среди полупроводников у кремния есть единственный серьёзный соперник – арсенид галлия. Обладая более высокой подвижностью носителей, GaAs позволяет достичь в 5 раз более высоких пределов быстродействия. Полуизолирующий арсенид галлия открывает путь к эффективной внутрисхемной изоляции, а как следствие – к более низкой мощности рассеяния, чем у кремния. Кремний не позволяет реализовать излучающие диоды, но он обеспечивает фотоприёмными системами весь видимый и близкий ИК-диапазоны.

Наконец, существует ещё два сильных фактора: доступность материала и его нетоксичность для человека. Кремний полностью удовлетворяет обоим критериям. Приведём данные распространённости в земной коре наиболее часто используемых материалов микроэлектроники: Si – 26,0%, Al – 7,45%, C – 0,35%, P – 0,12%, Gd – 7,5∙10-4 %, As - 5∙10-4%, Ge - 4∙10-4%, Ga - 1∙10-4%.

И так, сегодня монокристаллический кремний – основа активной структуры СБИС, поликремний – связи и сопротивления, окисел и нитрид кремния – идеальные диэлектрики, а также оптические волноводы. Кремний используется для чувствительных датчиков давления.

Кремний и углерод находятся в 4 группе периодической системы. Углерод служит основой жизни биосистем, а кремний основой “жизни” кристаллических информационных систем. Таким образом мыслящие C-системы дополняют себя быстродействующими Si-системами.

## Основные материалы микроэлектроники

**2.1 Физическая природа свойств твёрдых тел**

Бурное развитие радиоэлектронной аппаратуры не могло происходить без существенного улучшения её параметров. В радиоэлектронике и электронной технике появилось новое, успешно развивающееся направление – микроэлектроника. За сравнительно короткий исторический отрезок времени (первый транзистор был изготовлен в 1948 году, первая интегральная схема – в 1958 году) микроэлектроника стала ведущим направлением, определяющим прогресс в развитии радиоэлектронной аппаратуры.

Твердотельная электроника – это новое научно-техническое направление, которое посредством физических, химических, схемотехнических и технологических методов и приёмов решает проблему создания высоконадёжных электронных устройств.

В качестве основных конструкционных материалов в микроэлектронике используются полупроводники, металлы и диэлектрики. Исторически различия между металлами, полупроводниками и диэлектриками связывалось с особенностями электропроводности этих тел. К металлам относили вещества, имеющие удельную проводимость, измеряемую величинами порядка 104 (Ом∙см)-1 . Вещества, имеющие удельную проводимость в пределах 10-7 (Ом∙см)-1 и меньшую, относили к диэлектрикам. Все материалы, которые имели удельную проводимость в пределах 104 ÷ 10-7 (Ом∙см)-1, считались полупроводниками. С физической точки зрения такое определение не является достаточно точным. Например, с помощью введения примесей можно увеличить электропроводимость полупроводников на несколько порядков, сделав её по величине соизмеримой с проводимостью металлов, но при этом они не станут металлами. От металлов полупроводники отличаются не величиной, а характером зависимости удельной электрической проводимости, прежде всего, от температуры.

**2.2 Ионные и электронные полупроводники**

В природе существует два типа полупроводниковых веществ: ионные полупроводники и электронные полупроводники.

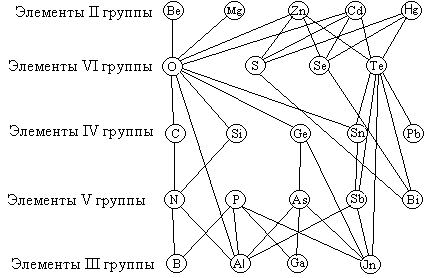


Рис. 2.1. Образование двухкомпонентных полупроводников

Сегодня ионные полупроводники не получили широкого распространения в технике, так как при прохождении через них электрического тока изменяется их состав, структура и форма.

К электронным полупроводникам относятся огромное количество самых различных веществ. Так как в этих веществах ток переносится электронами, то при прохождении не происходит переноса вещества и приборы могут эксплуатироваться длительное время. К числу этих полупроводников относятся 13 простых веществ: бор B, углерод C, кремний Si, фосфор P, сера S, германий Ge, мышьяк As, серое олово Sn, сурьма Sb, висмут Bi, селен Se, теллур Te, йод J. К ним относятся и ряд бинарных соединений типа AXBVIII-X, где A – элемент группы X, а B – элемент группы VIII-X (рис. 1.1). Такие соединения как AgCl, CuBr, KBr, LiF и др. типа AIBVII ещё не нашли широкого применения.

В ближайшее время будут применены соединения типа AIIBVI, среди которых в первую очередь CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnO, ZnSe, HgTe, HgSe. Их свойства сейчас интенсивно изучаются. Наряду с сульфатами, теллуридами и селенидами очень перспективными материалами являются антимониды, арсениды, фосфиды, нитриды алюминия, галлия, индия, бора, относящиеся к типу AIIIBV. Эти элементы уже сегодня являются одними из важнейших полупроводниковых материалов. Полупроводниковыми свойствами обладают SiC и SiGe, относящиеся к типу AIVBIV. Полупроводниковые свойства обнаружены у соединений типа AIVBVI, среди которых PbS, PbSe, PbTe, соединений типа AIBVI, среди которых CuS, CuO, Cu2O и др. Перспективными представляются сложные соединения и твердые растворы типа AXB1VIII-XB2VIII-X; A1XA2XBVIII-X; A1XA2XB1VIII-XB2VIII-X, например, GaAsP, JnGaSb, ZnCdSeTe. Кроме этих соединений полупроводниковыми свойствами обладает большое количество более сложных соединений. Наряду с неорганическими материалами к полупроводникам относятся и органические материалы, такие как антрацен, фталоцианин, коронен и целый рад других.

**2.3 Новые перспективные материалы для электроники**

В науке и технике ведётся целенаправленный поиск материалов, обладающих новыми свойствами. В последние годы учёными интенсивно изучались структура и свойства таких материалов как серое олово, теллурид ртути, сплав висмута с сурьмой. Наиболее интенсивные свойства серого олова и теллурида ртути – это отсутствие запрещённой зоны. Эти материалы относят к бесщелевым полупроводникам. Запрещённая зона в них отсутствует при любых воздействиях, не меняющих симметрию кристаллической решётки: нагрев и охлаждение в определенном температурном интервале, всестороннее сжатие, введение примесей. Сплавы висмута с сурьмой, наоборот, приобретают новые свойства при различных внешних воздействиях. Так, например, под действием всестороннего давления, магнитного поля, при изменении химического состава этот материал может перейти в состояние, не имеющее запрещённой зоны. В некоторых сплавах системы висмут-сурьма под действием мощного магнитного поля образуются экситонные фазы, которые представляют собой электроны и дырки, объединенные в устойчивые комплексы, напоминающие атомы водорода и обладающие исключительно интересными свойствами. Эти свойства сейчас интенсивно изучаются с целью практического использования.

**Выводы**

Бурное развитие твердотельной электроники началось с изобретения транзистора в 1948 г.

Микроэлектроника – это способ организации электронных процессов, который позволяет обрабатывать информацию в малых объёмах твёрдого тела.

Основная тенденция микроэлектроники, устойчиво сохраняющаяся уже более 40 лет – повышение степени интеграции N.

Кремний был единственным материалом, раскрывшим потенциал твердотельной интегральной схемотехники, и он остаётся практически единственной основой планарной технологии до настоящего времени.

Твердотельная электроника – это научно-техническое направление, которое посредством физических, химических, схемотехнических и технологических методов и приёмов решает проблему создания высоконадёжных электронных устройств.

**Литература**

1. Достанко А.П. Технология интегральных схем. – Мн.: Вышэйшая школа, 1982. – 207 с.

2. Физическое металловедение / Под редакцией Кана Р., вып. 2. Фазовые превращения. Металлография. – М.: Мир, 1968.

3. Аваев Н.А., Наумов Ю.Ф., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники. – М.: Радиосвязь, 1991.

4. Курносов А.И. Материалы для полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. – М.: Высшая школа, 1980. – 450 с.

5. Чистяков Ю.Д., Райкова Ю.П. Физико-химические основы технологии микроэлектроники. –М.: Металлургия, 1979. – 230 с.