

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова

РЕФЕРАТ ПО ИСТОРИИ НАУКИ

**ТЕМА: РАЗВИТИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ
ТЕХНИКИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**

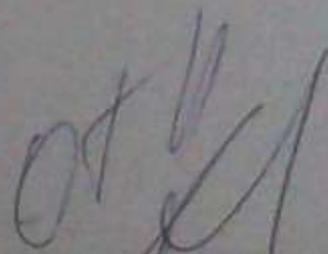
Аспирант : Щербаков Д. П.

Научный Руководитель:
к.т.н., доцент Каргин В.А.

Рецензент : к.т.н., доцент
Никитин Д.А.

№ 39
18.03.2015

Саратов 2015г.



Содержание

Введение	3
1. Теоретические основы микроэлектроники	5
1.1 История развития микроэлектроники.....	5
1.2 Современные проблемы и направления развития микроэлектроники	8
1.3 Основные положения и принципы микроэлектроники	13
2. Основные направления развития электроники	15
2.1 Перспективы развития микроэлектроники	16
Заключение.....	21
Список литературы.....	23

Введение

Элементная база электроники развивается непрерывно возрастающими темпами. Каждое из приведенных поколений, появившись в определенный момент времени, продолжает совершенствоваться в наиболее оправданных направлениях. Развитие изделий электроники от поколения к поколению идет в направлении их функционального усложнения, повышения надежности и срока службы, уменьшения габаритных размеров, массы, стоимости и потребляемой энергии, упрощения технологии и улучшения параметров электронной аппаратуры.

Современный этап развития электроники характеризуется широким применением интегральных микросхем (ИМС). Это связано со значительным усложнением требований и задач, решаемых электронной аппаратурой. Разрабатываемые сейчас сложные системы содержат десятки миллионов элементов. В этих условиях исключительно важное значение приобретают проблемы повышения надежности аппаратуры и ее элементов, микроминиатюризация электронных компонентов и комплексной миниатюризации аппаратуры. Все эти проблемы успешно решает микроэлектроника.

Становление микроэлектроники как самостоятельной науки стало возможным благодаря использованию богатого опыта и базы промышленности, выпускающей дискретные полупроводниковые приборы. Поэтому микроэлектроника продолжает продвигаться быстрыми темпами во всех направлениях. В современной жизни любая техника, которой мы пользуемся, ежедневно наполнена микроэлектроникой. В настоящее время микроэлектроника перешла в стадию наноэлектроники.

Развитие современных средств вычислительной техники, робототехники, аппаратуры цифровых коммуникаций основано на использовании достижений микроэлектроники в разработке и выпуске интегральных микросхем (ИМС), а также на широком применении микропроцессоров и микрокомпьютеров, создаваемых на базе больших и сверхбольших интегральных схем (БИС и СБИС).

Под электроникой понимают область науки, техники и производства, связанную с исследованием, разработкой и производством электронных приборов и прин

ципов их использования. Поскольку «микро» (от гр. *micro* малый) в сложных словах означает отношение к малым предметам, то термин «микроэлектроника» этимологически можно рассматривать как электронику малых размеров. В действительности смысл термина гораздо глубже. Микроэлектроника это раздел электроники, производством и исследованием интегральных микросхем и принципов их применения.

Более того, в процессе развития микроэлектроники было разработано немало специфических элементов, которые не только не имеют аналогов в обычной транзисторной схемотехнике, но и не могут быть даже смоделированы на дискретных компонентах. В качестве примера таких компонентов можно привести приборы с зарядовой связью (ПЗС), находящие применение при создании быстродействующих микросхем памяти современных ЭВМ.

Зарождение и дальнейшее триумфальное развитие микроэлектроники было бы невозможно без гигантского прогресса в области технологии.

1. Теоретические основы микроэлектроники

1.1 История развития микроэлектроники

Микроэлектроника является продолжением развития полупроводниковой электроники, начало которой было положено 7 мая 1895 года, когда полупроводниковые свойства твердого тела были использованы А.С.Поповым для регистрации электромагнитных волн.

Дальнейшее развитие полупроводниковой электроники связано с разработкой в 1948 году точечного транзистора (американские ученые Шокли, Бардин, Браттейн), в 1950 году плоскостного биполярного транзистора, а в 1952 году полевого (униполярного) транзистора. Наряду с транзисторами были разработаны и стали широко использоваться другие различные виды полупроводниковых приборов: диоды различных классов и типов, варисторы, варикапы, тиристоры, оптоэлектронные приборы (светоизлучающие диоды, фотодиоды, фототранзисторы, оптроны, светодиодные и фотодиодные матрицы) [3].

Создание транзистора явилось мощным стимулом для развития исследований в области физики полупроводников и технологий полупроводниковых приборов. Для практической реализации развивающейся полупроводниковой электроники потребовались сверхчистые полупроводниковые и другие материалы и специальное технологическое и измерительное оборудование. Именно на этой базе стала развиваться микроэлектроника.

Следует отметить, что основные принципы микроэлектроники групповой метод и планарная технология были освоены при изготовлении транзисторов в конце 50 годов.

Первые разработки интегральных схем (ИС) относятся к 1958 -1960г.г. В 1961 -1963г.г. ряд американских фирм начали выпускать простейшие ИС. В то же время были разработаны пленочные ИС. Однако некоторые неудачи с разработками стабильных по электрическим характеристикам пленочных активных элементов привели к преимущественной разработке гибридных ИС. Отечественные ИС появились в 1962 - 1963г.г. Первые отечественные ИС были разработаны в

ЦКБ Воронежского завода полупроводниковых приборов (схемы диодно-транзисторной логики по технологии с окисной изоляцией карманов). По технологии изготовления эти схемы уступали 2 года западным разработкам [2].

В историческом плане можно отметить 5 этапов развития микроэлектроники.

Первый этап, относящийся к первой половине 60-х годов, характеризуется степенью интеграции ИС до 100 элементов / кристалл и минимальным размером элементов порядка 10 мкм.

Второй этап, относящийся ко второй половине 60-х годов и первой половине 70-х годов, характеризуется степенью интеграции ИС от 100 до 1000 элементов/кристалл и минимальным размером элементов до 2 мкм.

Третий этап, начавшийся во второй половине 70-х годов, характеризуется степенью интеграции более 1000 элементов/кристалл и минимальным размером элементов до 1 мкм.

Четвертый этап, характеризуется разработкой сверхбольших ИС со степенью интеграции более 10000 элементов/кристалл и размерами элементов 0,1 - 0,2 мкм.

Пятый, современный, этап характеризуется широким использованием микропроцессоров и микро-ЭВМ, разработанных на базе больших и сверхбольших ИС. Исторически возникновение и развитие микроэлектроники было подготовлено бурным ходом научно-технической революции, давшей жизнь промышленной кибернетике, вычислительной технике, радиоэлектронике и потребовавшей тотальной микроминиатюризации всех элементов электронной техники. Создание в 1948 г. транзистора на основе монокристаллического полупроводника и разработка в 1950-1951 гг. первых пленочных пассивных элементов электронной техники подготовили прочную базу для создания технологии микроэлектроники. Практически рождение микроэлектроники относят к 1957 г., когда была впервые разработана ее технологическая основа, т. е. запатентованы методы локальной диффузии через маску окисла, профилированную фотолитографией. Таким образом, современная микроэлектроника берет начало от планарной технологии на твердом теле (активные элементы полупроводниковых интегральных схем) и пленочной технологии (пассивные элементы и гибридные интегральные схемы) [5].

Важнейшие процессы, используемые в технологии микроэлектроники нанесение пленок и эпитаксиальных слоев, удаление (в растворах и паро-газовых средах) вещества с поверхности твердой фазы, легирование и диффузионное перераспределение, по существу являются физико-химическими и имеют определенную особенность, связанную с протеканием их на поверхности или в объеме твердой фазы. Продуктом (полуфабрикатом) сложной совокупности технологических процессов (от 50 до 200 и более операций) является кусочек монокристалла объемом от сотых долей до единиц кубического миллиметра в виде микрогетерогенного, заведомо метастабильного твердого тела, обязанного работать в весьма сложных условиях и практически без ограничения срока службы. В этом отношении технолог физик химик должен обеспечить решение двух диаметрально противоположных задач:

- 1) создать микрогетерогенное метастабильное твердое тело с максимальной дисперсностью неравновесных объемов и

- 2) обеспечить длительную стабильную работу всей схемы в целом, подавляя ее стремление к гомогенизации-выравниванию состава. Размеры активных областей ИС постоянно уменьшаются, и в настоящее время намечается переход в субмикронную область.

Основным технологическим направлением в микроэлектронике является производство монокристаллических, тонко- и толстопленочных ИС, а также микроминиатюрных функциональных дискретных приборов. В основе технологии толстых пленок лежит трафаретная печать и вжигание в керамическую подложку элементов и проводников, при изготовлении монокристаллических ИС используются процессы диффузии, эпитаксии, окисления и др., при изготовлении тонкопленочных микросхем доминирующими являются процессы конденсации из молекулярных пучков в вакууме. Главные задачи технологии микроэлектроники следующие: создание в минимальном объеме (твердого тела или на его поверхности) максимального количества строго определенных областей с заданной геометрией, составом, структурой, а следовательно, и свойствами, способных выполнять определенные функции элементов или эквивалентов элементов электронных схем при высокой стабильности преобразуемой информации, малом расходе энергии и высокой надежности многократного

повторения всех возложенных на данную ИС задач. При этом обращают внимание на повышение рентабельности при снижении расхода материалов, на простоту и комплексность технологического производства, максимум выхода годных изделий при минимальном применении ручного труда. Только максимальная автоматизация может обеспечить дальнейшее развитие микроэлектроники. В настоящее время технология микроэлектроники прошла уже основные стадии своего развития и становления, а если учесть, что широкое производство ИС и дискретных приборов с использованием приемов и технологических процессов микроэлектроники пере шагнуло рубеж 10-12 млрд. шт. в год, то становится ясным, что мы имеем дело с наиболее массовым современным производством весьма сложной продукции. При этом темпы развития микроэлектроники находятся вне конкуренции с любыми дру гими отраслями современной промышленности. Это потребует использования новых материалов и их композиций, а также новых технологических процессов и их сочетаний.

Уже в настоящее время их многообразие вне конкуренции с любой другой отраслью техники, поэтому особенно важным является систематизация и классификация процессов с использованием различных принципов, имеющих физико-хими ческую основу.

1.2 Современные проблемы и направления развития микроэлектроники

Основной тенденцией развития микроэлектроники является повышение степе ни интеграции микросхем. Согласно знаменитому прогнозу, сделанному в 1965 г. и известному с тех пор как закон Мура, условное число транзисторов в наиболее ско ростных процессорах удваивается каждые полтора года. Разумеется, эта тенденция не может сохраняться вечно, и уже с 90-х годов XX в. разные специалисты перио дически высказывают мысль о том, что в своем развитии микроэлектроника вплот ную подошла как к технологическому пределу увеличения размеров кристаллов СБИС и УБИС, так и к дальнейшему повышению «плотности» размещения компо нентов на кристалле. Среди множества конструкторско-технологических проблем,

которые приходится решать при проектировании и производстве микроэлектронных изделий, можно выделить пять основных [4].

На первом месте стоит проблема уменьшения размеров элементов интегральных схем. Уже сейчас оборудование для производства процессоров Intel Pentium 4, использующее в процессе литографии излучение с длиной волны 248 нм, позволяет получить на кристалле элементы размером 130 нм. По прогнозам компании Intel уже в ближайшее время удастся уменьшить размеры отдельного транзистора примерно до 30 нм, что составляет всего несколько десятков атомных слоев. Корпорация Nikon сообщила о форсировании программы разработки оборудования для проекционной литографии (Electron Projection Lithography -EPL) с использованием норм 0,07-микронного технологического процесса. Сегодня EPL можно рассматривать как наиболее вероятную технологию литографии следующего поколения [4].

Дальнейшие перспективы повышения разрешающей способности литографии специалисты связывают с использованием при экспозиции мягкого рентгеновского излучения с длиной волны ~ 1 нм, а также различных методов электронной литографии. В одном из вариантов метода электронной литографии вообще не используется технология резисторных масок, а предусмотрено непосредственное действие электронного пучка на слой оксида кремния. Оказывается, что экспонированные области в дальнейшем травятся в несколько раз быстрее, чем неэкспонированные.

По-видимому, естественный предел дальнейшему росту микроминиатюризации СБИС и УБИС будет положен явлениями разупорядочивания структуры материалов за пределами окон в фоторезистах. На более фундаментальном уровне он может быть обусловлен ограничением чистоты применяемых полупроводников и статистическим характером распределения в них дефектов и примесей. Судя по наблюдаемой тенденции, этот предел, может быть, достигнут примерно к 2016 г.

На втором месте в ряду актуальных задач микроэлектроники стоит проблема внутренних соединений. Огромное число элементов микросхемы, размещенных на подложке, должно быть коммутировано между собой таким образом, чтобы обеспечить надежное и правильное выполнение определенных операций над сигналами

Этот вопрос решается с помощью многоуровневой разводки, когда на первом (низшем) уровне формируют логические вентили, на втором - отдельные цифровые узлы типа триггеров, на третьем - отдельные блоки (например, регистры) и далее по нарастающей степени функциональной сложности.

На третьем месте расположена проблема теплоотвода. Повышение степени интеграции обычно связано с уменьшением, как размеров самих элементов, так и расстояний между ними, что ведет к увеличению удельной мощности рассеивания.

В естественном режиме (без дополнительного теплоотвода) допустимая мощность рассеивания современных микросхем не превышает 0,05 Вт/мм², что ограничивает плотность размещения элементов на подложке. Для преодоления этого ограничения можно использовать несколько способов: снижение напряжения питания, использование микрорежима работы транзисторов, переход к более экономичной элементной базе (например, комплементарная структура металл-диэлектрик-полупроводник-КМДП) и, наконец, искусственное охлаждение. Однако у каждого из этих способов существуют свои специфические трудности. Так, например, снижение напряжения питания неизбежно ведет к снижению помехоустойчивости.

Четвертой в списке следует указать проблему дефектов подложки. Повысить степень интеграции можно простым увеличением площади кристалла, однако при этом пропорционально возрастает вероятность попадания в рабочую область дефектов кристаллической структуры (прежде всего дислокаций), наличие которых на поверхности подложки неизбежно, хотя бы в силу термодинамических причин. Дефект подложки может привести к нарушениям технологического процесса изготовления микросхемы и соответственно к браку. Единственным способом решения этой проблемы является совершенствование технологии изготовления подложек.

Последней в списке, но, пожалуй, первой по значимости следует назвать проблему контроля параметров. Общеизвестно, что электроника проникла буквально во все области человеческой деятельности. Автоматические системы сегодня управляют сложнейшими (и порой потенциально опасными) технологическими процессами, огромными транспортными потоками и т.д. Сбой в такой системе может привести к катастрофическим последствиям. В этих условиях проблемы надежности и

качества оборудования, а следовательно, и контроля параметров производимой электронной промышленностью продукции приобретают первостепенное значение.

В силу большой сложности выполняемых функций число внешних информационных выводов современных СБИС варьируется от нескольких десятков до двух-трех сотен. Если принять для оценки число информационных выводов равным 50 и учесть, что цифровой сигнал на каждом из них может принимать два значения («0» или «1»), то для полной проверки правильности функционирования только одной СБИС и только в статическом режиме потребуется 250 измерений. При длительности каждого измерения в 0,1 мкс (с типичной для современного уровня технологии частотой опроса 10 МГц) этот процесс займет более двух лет. Приведенные оценки показывают, что для реальной организации контроля измерения по необходимости должны быть выборочными. Поэтому тщательная проработка методики проверки (отбор контролируемых параметров, разработка эффективных алгоритмов испытания, а также разработка соответствующей измерительной аппаратуры и программного обеспечения) представляет собой важнейшую и очень сложную задачу.

В настоящее время на пути решения каждой группы перечисленных проблем достигнуты определенные успехи. Решающее значение повышения степени интеграции СБИС и УБИС имеют разработка и практическая реализация конструкторско-технологических решений, позволяющих подняться на качественно новый уровень разработок. В качестве характерного примера таких решений можно привести применение в современных СБИС функционально-интегрированных элементов, которые в одной полупроводниковой области совмещают функции нескольких простейших элементов (например, у транзистора можно совместить коллекторную нагрузку и сам коллектор). Другой пример - трехмерная интеграция, когда элементы ИС формируют в разных слоях, например двухслойная КМДП-структура, состоящая из двух комплементарных МДП-транзисторов (металл-диэлектрик-полупроводник), имеющих общий затвор.

Определенные перспективы имеют стремительно развивающиеся в настоящее время нанотехнологии, основанные на использовании туннельной микроскопии.

Рабочим органом нанотехнологической установки служит электрический зонд из твердосплавного материала, представляющий собой своеобразную иглу, острие которой методами ионного травления «заточено» до атомарных размеров.

Острие зонда располагается на весьма малом ($\sim 10^{-10}$ м) расстоянии от поверхности, отполированной проводящей подложки, и между подложкой и зондом прикладывается

некоторое напряжение. Из-за малости зазора даже при весьма малых напряжениях напряженность поля в зазоре может достигать огромных величин порядка $10^8 \dots 10^9$ В/м, что приводит к появлению туннельного тока. Измеряя этот туннельный ток, можно с помощью пьезопреобразователей поддерживать величину зазора с погрешностью порядка 10^{-11} м. При этом диаметр пучка туннельных электронов имеет величину $\sim 10^{-10}$ м. Увеличивая энергию пучка до уровня энергии межатомных связей, можно оторвать отдельный атом от подложки и, перемещая подложку с помощью пьезоманипуляторов, перенести его вместе с зондом в новое положение. При снижении энергии пучка можно осадить атом на подложку в этом новом положении. Введя в активную область под зондом молекулы технологического газа, в условиях резко неоднородного электрического поля можно добиться их ионизации и, захватив зондом нужный ион, осадить его на подложку в нужном месте.

Таким образом, формируют на подложке точечные или линейные структуры с характерными размерами порядка м. Наполняя рабочую область установки газом-травителем, инициируют химические реакции, приводящие к удалению с поверхности отдельных цепочек атомов, что позволяет создавать канавки нанометровой глубины. Нанотехнологии открывают практически неограниченные возможности построения как планарных, так и объемных структур, позволяющих создавать на подложке электронные элементы размерами порядка атомарных. Теоретически быстрое действие таких элементов может составлять величину порядка 10^{-12} и даже 10^{-13} с, а высочайшая степень интеграции наноэлектронных структур позволяет реализовать

запоминающие устройства со сверхвысокой плотностью записи информации по рядка 10^9 -ю бит/ мм^2 , что на три порядка превосходит возможности современных лазерных дисков. Однако повышение степени интеграции резко сужает область применения СБИС, так как они становятся слишком специализированными и поэтому изготавливаются ограниченными партиями, что экономически невыгодно.

Выходом из положения являются разработка и производство базовых матричных кристаллов. Такой кристалл содержит большое число одинаковых топологических ячеек, образующих матрицу. Каждая ячейка содержит определенное число некоммутированных элементов, подобранных таким образом, чтобы из них можно было сформировать несколько функциональных элементов (триггер, группу логических вентилей и т.д.). Выполняя металлическую разводку внутри топологических ячеек и соединяя их между собой, можно получать весьма сложные по устройству электронные блоки, отличающиеся функциональными возможностями. На основе одного базового матричного кристалла с помощью простой замены фотошаблонов металлизации можно реализовать большое число модификаций БИС. Возможности микроэлектроники далеко не исчерпаны, а предрекаемый предел ее развития как научной и технологической дисциплины постоянно отодвигается во времени. Однако долгосрочные прогнозы в такой динамично развивающейся области, как микроэлектроника, дело неблагодарное. И даже если такой предел будет достигнут, это вовсе не означает, что прогресс в области электроники остановится. На смену полупроводниковой технике придут новые технологии, основанные на иных физических принципах. Возможно, это будет функциональная электроника, оптическая, квантовая или, наконец, биоэлектроника.

1.3 Основные положения и принципы микроэлектроники

Особенностью микроэлектронных устройств является высочайшая степень сложности выполняемых ими функций. Для решения сложных задач создаются схемы, в которых число компонентов может достигать до $10^7 \dots 10^8$. Очевидно, что при таком числе элементов обеспечить правильность связей между ними и надеж

ность функционирования вручную невозможно. Отсюда следует ключевое требование максимальной автоматизации производства изделий микроэлектронной техники.

Принципиально важным моментом является то, что при изготовлении микросхем используется групповой метод производства. Суть его заключается в том, что на одной пластине полупроводникового материала одновременно изготавливается большое число интегральных схем. Кроме того, если позволяет технологический процесс, одновременно в работе находится несколько десятков таких пластин. По завершении основного технологического цикла пластина режется на кристаллы, каждый из которых представляет собой отдельную микросхему. На заключительной стадии осуществляют корпусирование - помещение кристалла в корпус и соединение контактных площадок с выводами (ножками) интегральной схемы.

Групповой метод производства и необходимость выполнения большого числа электрических соединений делают оптимальной и безальтернативной планарную (от англ. plane - плоскость) технологию изготовления микросхем. При этом все элементы и их составляющие, а также необходимые соединения формируются в интегральной схеме через плоскость.

В основе развития микроэлектроники лежит непрерывное усложнение функций, выполняемых электронной аппаратурой, и расширение круга решаемых с помощью этой аппаратуры задач. Это приводит к тому, что на определенном этапе становится невозможным решение новых задач на основе старой элементной базы.

В результате труда ученых, инженеров и технологов «появляются на свет» все новые и новые электронные приборы, обладающие более высокими характеристиками по отношению к своим предшественникам. При этом факторами, лежащими в основе смены элементной базы электронных узлов и устройств, являются надежность, стоимость и мощность, а также габаритные размеры и масса.

Факторы, определяющие развитие микроэлектроники, можно разделить на три равнозначных аспекта: физический, технологический и схемотехнический. Остановка в развитии любого из этих аспектов неминуемо тормозит прогресс в области микроэлектроники в целом.

2. Основные направления развития электроники

Электроника - это наука, изучающая явления взаимодействия электронов и других заряженных частиц с электрическими, магнитными и электромагнитными полями, что является физической основой работы электронных приборов и устройств (вакуумных, газозарядных полупроводниковых и других), используемых для передачи, обработки и хранения информации.

Охватывая широкий круг научно-технических и производственных проблем, электроника опирается на достижения в различных областях знаний. При этом, с одной стороны, электроника ставит перед другими науками и производством новые задачи, стимулируя их дальнейшее развитие, и с другой-снабжает их качественно новыми техническими средствами и методами исследований.

Основными направлениями развития электроники являются: вакуумная, твердотельная и квантовая электроника.

Вакуумная электроника-это раздел электроники, включающий исследования взаимодействия потоков свободных электронов с электрическими и магнитными полями в вакууме, а также методы создания электронных приборов и устройств, в которых это взаимодействие используется. К важнейшим направлениям исследования в области вакуумной электроники относятся: электронная эмиссия (в частности, термо- и фотоэлектронная эмиссия); формирование потока электронов и / или ионов и управления этими потоками; формирование электромагнитных полей с помощью устройств ввода и вывода энергии; физика и техника высокого вакуума и др.

Основные направления развития вакуумной электроники связаны с созданием электровакуумных приборов следующих видов: электронных ламп (диодов, триодов, тетродов и т.д.); электровакуумных приборов сверхвысокой частоты (например, магнетронов, клистронов, ламп бегущей и обратной волны); электроннолучевых и фотоэлектронных приборов (например, кинескопов, видиконов, электронно-

оптических преобразователей, фотоэлектронных умножителей); газоразрядных приборов (например, тиратронов, газозарядных индикаторов).

Твердотельная электроника решает задачи, связанные с изучением свойств твердотельных материалов (полупроводниковых, диэлектрических, магнитных и др.), влиянием на эти свойства примесей и особенностей структуры материала; изучением свойств поверхностей и границ раздела между слоями различных материалов; созданием в кристалле различными методами областей с различными типами проводимости; созданием гетеропереходов и монокристаллических структур; созданием функциональных устройств микронных и субмикронных размеров, а также способов измерения их параметров [5].

Основными направлениями твердотельной электроники являются: полупроводниковая электроника, связанная с разработкой различных видов полупроводниковых приборов, и микроэлектроника, связанная с разработкой интегральных схем.

Квантовая электроника охватывает широкий круг вопросов, связанных с разработкой методов и средств усиления и генерации электромагнитных колебаний на основе эффекта вынужденного излучения атомов и молекул. Основные направления квантовой электроники: создание оптических квантовых генераторов (лазеров), квантовых усилителей, молекулярных генераторов и др. Особенности приборов квантовой электроники следующие: высокая стабильность частоты колебаний, низкий уровень собственных шумов, большая мощность в импульсе излучения, которые позволяют использовать их для создания высокоточных дальномеров, квантовых стандартов частоты, квантовых гироскопов, систем оптической многоканальной связи, дальней космической связи, медицинской аппаратуры, лазерной звукозаписи и воспроизведения и др. Созданы даже миниатюрные лазерные указки для минимального сопровождения.

2.1 Перспективы развития микроэлектроники

Основные усилия разработчиков ИМС направлены на усовершенствование уже сложившихся принципов создания ИМС, на улучшение их электрических и эксплуатационных характеристик. Работы ведутся, главным образом, в направлении

и повышения быстродействия схем (уменьшения энергии, расходуемой внешним источником на одно переключение логического устройства) и их степени интеграции. Решение этих проблем связывают с усовершенствованием технологии получения микроэлектронных структур минимально возможных размеров [6].

Дальнейшее развития микроэлектроники связано с принципиально новым подходом, позволяющим реализовать определенную функцию аппаратуры без применения стандартных базовых элементов, используя различные физические эффекты в твердом теле. Такое направление получило название "функциональная микроэлектроника". Используются оптические явления (оптоэлектроника), взаимодействие электронов с акустическими волнами в твердом теле (акустоэлектроника), эффекты в новых магнитных материалах (магнетоэлектроника), электрические неоднородности в однородных полупроводниках, явление холодной эмиссии в пленочных структурах, явления живой природы на молекулярном уровне (бионика, биоэлектроника, нейристорная электроника) [6].

Микроэлектроника стремительно меняет нашу повседневную жизнь. Еще 10-15 лет назад было сложно представить появление многих современных цифровых устройств. Среди неспециалистов мало кто понимал перспективы и скорость развития технологических новинок. Сегодня цифровые камеры заменили пленочные, IP-телефония-проводную связь, навигаторы - дорожные карты, а на смену бумажным письмам и книгам пришли электронные. Все это стало возможным благодаря развитию микроэлектроники и падению цен на чипы.

Прогресс, достигнутый сегодня в полупроводниковой промышленности, позволяет осваивать все новые и новые области применения.

Вообще, с точки зрения техпроцессов, микроэлектроника - это вершина высоких технологий. Микроэлектронные предприятия устроены крайне сложно, и сегодня ни одна фирма в одиночку не способна поднять и решить весь пласт проблем, который встает перед современной микроэлектроникой. Поэтому вокруг производства формируется целый кластер научно-производственных компаний, центров, лабораторий. В него входят компании, занимающиеся разработкой, синтезом и производством новых материалов, производители высокотехнологичного оборуду

дования, компании-специалисты в области дизайна чипов и высококвалифицированные аналитики, специалисты по исследованию состава и структуры вещества.

То есть микроэлектронный кластер - это сотни высокотехнологичных компаний самого разного профиля.

В последние годы микроэлектроника в России развивается довольно успешно. Наше направление включено в программу исследований в проекте "Сколково", информатика названа одной из приоритетных областей высоких технологий в России

Сейчас формирование микроэлектронного кластера ведется в Зеленограде фактически заново. Зеленоград-колыбель высоких технологий. Но в трудный переходный этап после распада страны многое здесь было упущено. Сейчас то, что мы по привычке называем микроэлектроникой, по сути, является уже наноэлектроникой. Лишь благодаря крупным инвестициям с использованием инструментов частно-государственного партнерства и целенаправленной работе по модернизации за последние 5 лет "Микрону" удалось сократить технологическое отставание от переднего края мировой микроэлектроники до 2-3 технологических поколений, сейчас реализуется проект по запуску производства уровня 90 нанометров.

В мире есть микросхемы и меньших размеров - до 32 нанометров, они используются для производства мощных микропроцессоров и ячеек памяти. Но именно топологический уровень в 90 нм наиболее востребован в автомобильной и промышленной электронике, электронных документах, банковских и смарт-картах. Наряду с топологией 65 нм это - самая используемая технологическая норма в мире.

С переносом технологии производства чипов с топологическими нормами 180-90 нм в Зеленограде началось формирование экосистемы современного микроэлектронного кластера. Сейчас ведутся работы над тем, чтобы привлечь к сотрудничеству по разным направлениям как можно больше партнеров здесь, в России. По статистике, создание одного рабочего места на микроэлектронной фабрике ведет к появлению 10-12 новых рабочих мест для квалифицированных специалистов в смежных отраслях. Например, аналитические пробы, которые делались в Германии, перене

сены в лабораторию МИЭТ, французский производитель AirLiquide строит газогенерирующую станцию в Зеленограде.

Развиваются связи с дизайнерскими центрами в России и за рубежом, в перспективе планируется заказывать в России фотошаблоны для литографии (это ключевой этап микроэлектронного производства). Восстанавливаются связи и с наукой - академические институты берут на себя те или иные исследования, работы по новым материалам и моделям. В частности, мы работаем с Физико-технологическим институтом Российской академии наук, с Институтом физики полупроводников Сибирского отделения РАН, сейчас подключаем другие институты, так как сфера большая, широкая. Развитие микроэлектроники позволяет с оптимизмом смотреть в будущее российских высоких технологий. Глобальная проблема сегодня - отсутствие внутреннего спроса на продукцию отрасли. Бизнес есть бизнес, и без окупаемости проектов требующая постоянных крупных финансовых вливаний полупроводниковая отрасль не может развиваться.

Пример других стран, история развития микроэлектроники в таких регионах, как Китай, Южная Корея, Германия, Франция - а сегодня это ведущие мировые производители полупроводников, - показывает, что в первую очередь спрос на продукцию микроэлектроники формирует само государство. В том числе и с помощью введения различных стандартов. Например, государство может обязать производителей размещать гарантирующие защиту от подделок чипы на всех фармацевтических препаратах, алкогольной продукции, почтовых отправлениях. Сейчас на государственном уровне идет процесс перехода к электронным паспортно-визовым документам, информатизации, вводятся универсальная электронная карта, электронное правительство. Все эти новшества основаны на чипах, которые хранят зашифрованную информацию и обеспечивают национальную безопасность. Ведь чип, произведенный зарубежным партнером и включающий компоненты от массы разных поставщиков, в конечном счете не может гарантировать полную защиту от несанкционированного доступа и полную безопасность ключей. Поэтому в силах правительства регламентировать использование отечественных микросхем при реализации инновационных проектов.

Истории успеха микроэлектронной отрасли в Юго-Восточной Азии и Европе основаны на значительной глобальной поддержке со стороны национальных правительств, связанной с таможенным, тарифным регулированием, гарантийным обслуживанием. Микроэлектроника формирует активы, которые остаются в стране и являются ее интеллектуальным богатством.

Заключение

Исходя из изложенного, следует сделать вывод, что развитие микроэлектроники в России необходимо и возможно, но возможно только при государственной финансовой и организационной поддержке и гарантированным объемам рынков сбыта.

Необходимо отметить, что при этом оказываются взаимосвязанными две задачи. Развитие микроэлектроники требует обеспечения государственных гарантий и поддержки для разработки и выпуска микросхемы для электронных документов, информационных систем органов государственной власти, навигационной аппаратуры, промышленной электроники, военной и специальной техники. В то же время для обеспечения информационной безопасности всех указанных электронных систем следует использовать только отечественные микросхемы и, следовательно, необходимо развивать микроэлектронное производство в России.

Вот почему обеспечение решения этих сложных государственных задач требует создания и развития прочного технологического и производственного базиса выпуска отечественной современной электронной компонентной базы, технический уровень которой определяет возможности государства решать задачи технологической, информационной и экономической безопасности.

Главные задачи технологии микроэлектроники следующие: создание в минимальном объеме (твердого тела или на его поверхности) максимального количества строго определенных областей с заданными геометрией, составом, структурой, а следовательно, и свойствами, способных выполнять определенные функции элементов или эквивалентов элементов электронных схем при высокой стабильности преобразуемой информации, малом расходе энергии и высокой надежности многократного повторения всех возложенных на данную ИС задач. При этом обращают внимание на повышение рентабельности при снижении расхода материалов, на простоту и комплексность технологического производства, максимум выхода годных изделий при минимальном применении ручного труда. Только максимальная автоматизация может обеспечить дальнейшее развитие микроэлектроники.

В настоящее время технология микроэлектроники прошла уже основные стадии своего развития и становления, а если учесть, что широкое производство ИС и дискретных приборов с использованием приемов и технологических процессов микроэлектроники перешагнуло рубеж 10-12 млрд. шт. в год, то становится ясным, что мы имеем дело с наиболее массовым современным производством весьма сложной продукции. При этом темпы развития микроэлектроники находятся вне конкуренции с любыми другими отраслями современной промышленности. Это потребует использования новых материалов и их композиций, а также новых технологических процессов и их сочетаний. Уже в настоящее время их многообразие вне конкуренции с любой другой отраслью техники, поэтому особенно важным является систематизация и классификация процессов с использованием различных принципов, имеющих физико-химическую основу.

Все это позволяет сделать вывод о том, что микроэлектроника как очередной исторический этап развития электроники характеризуется органическим единством физических, конструктивно технологических схмотехнических аспектов.

Список используемой литературы

1. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника: Учебное пособие для вузов/ Ю.А.Бобровский, С.А.Корнилов, И.А.Кратиров и др.; Под ред. проф. Н.Д.Федорова. - М.: Радио и связь, 2008 г.
2. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники.-М.: ЮНИМЕДИАСТАЙЛ, 2007 г.
3. Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники. - М.: Радио и связь, 1991г. - 288 с.
4. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность. - М.: Высшая школа, 2006. - 464 с.
5. Ефимов И.Е., Горбунов Ю.И., Козырь И.Я. Микроэлектроника. Проектирование, виды микросхем, функциональная электроника. - М.: Высшая школа, 2007. - 416 с.
6. Лачин В.И., Савелов Н.С. Электроника: Учебное пособие. - Ростов-н/Д.: Изд-во «Феникс», 2005.

ОТЗЫВ

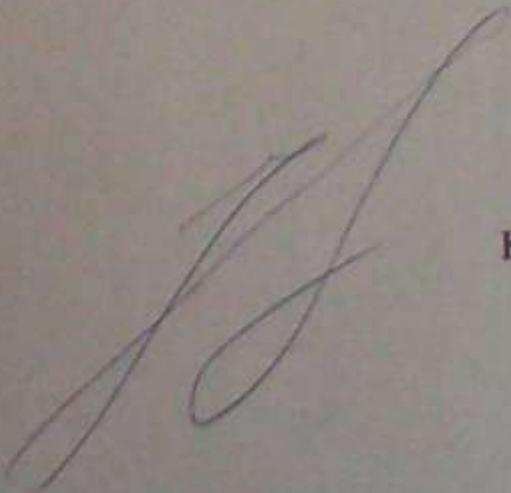
на реферат Щербакова Дениса Павловича по дисциплине
«История и философия науки» на тему:
«Развитие полупроводниковой техники микроэлектроники»

В данной работе изучены и проработаны основные теоретические вопросы развития полупроводниковой техники микроэлектроники. Материал в данном реферате логически структурирован, написан научным стилем изложения.

Автором обработано большое количество научного материала, на высоком теоретическом и методологическом уровне. Реферат написан логично, последовательно. Существенных недостатков не выявлено.

Научный руководитель

К.Т.Н., доцент



Каргин В.А.