

Аннотации изданий, представленных на XVIII Международную выставку-презентацию учебно-методических изданий из серии «Золотой фонд отечественной науки», Россия (Сочи), 26-30 сентября 2013 г.

Технические науки

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ
БАЗЫ СВЧ
(учебное пособие)**

Червяков Г.Г.

*Южный федеральный университет,
Ростов-на Дону, e-mail: gchervyakov@sfedu.ru*

Микроэлектронные устройства СВЧ-диапазона (МЭУ СВЧ) – неотъемлемая часть современных радиоэлектронных средств (РЭС) связи и телекоммуникаций. Разработка и совершенствование элементной базы для МЭУ СВЧ совместно с другими микроэлектронными изделиями позволяет улучшить технические и эксплуатационные характеристики устройств, расширить их функциональные возможности, уменьшить габаритные размеры и массу, снизить энергопотребление, повысить надежность.

Элементная база электроники СВЧ условно может быть разделена на вакуумную и твердотельную, последняя (которой и посвящена данная часть пособия) представляет собой область микроэлектроники, связанную с разработкой и производством полупроводниковых микроэлектронных изделий, выполняющих определенные радиотехнические функции (генерирования, детектирования, усиления, преобразования, кодирования и др.) в диапазоне частот 0,3...300 ГГц.

Микроэлектроника СВЧ базируется на конструкторско-технологических принципах и методах полупроводниковой и гибридно-пленочной техники. Однако при проектировании конструкции и технологии изготовления МЭУ СВЧ необходимо учитывать ряд факторов:

- зависимость характеристик линий передачи СВЧ от свойств материалов подложек;
- необходимость согласования входящих в МЭУ СВЧ-элементов по импедансу;
- концентрации электромагнитного поля в малом объеме и необходимость предотвращения его излучения в пространство;
- повышенные требования к точности геометрических размеров пленочных проводников и их взаимному расположению на поверхности платы;
- необходимость минимизации неоднородностей линий передачи, приводящих к искажению структуры электромагнитного поля.

Достижения в создании современных МЭУ СВЧ неразрывно связаны с совершенствовани-

ем схемотехнических решений, их конструкций и технологий изготовления.

Развитие МЭУ СВЧ шло по следующим направлениям:

- разработка и совершенствование полупроводниковых активных приборов, выполняющих функции генерирования, детектирования и усиления сигналов СВЧ, совместимых с пленочными линиями передачи;
- разработка микрополосковых линий передачи СВЧ на основе многослойных тонкопленочных структур или проводниковых паст, обеспечивающих минимальные потери мощности и высокие эксплуатационные характеристики;
- совершенствование сборочно-монтажных процессов с целью обеспечения прецизионной установки полупроводниковых приборов, «стыковки» плат между собой, соединения с СВЧ-соединителем и др.;
- разработка новых конструкций корпусов для МЭУ СВЧ, позволяющих создавать сложные многоплатные многоуровневые МЭУ СВЧ, и способов их герметизации.

Важным аспектом совершенствования МЭУ СВЧ является повышение их технологичности. В основе создания высокотехнологичных конструкций МЭУ СВЧ лежат принципы технологического проектирования:

- проектирование элементов производственной системы исходя из условия обеспечения высокой технологичности изделия;
- проектирование технологических процессов на основе анализа характеристик элементов конструкции и МЭУ СВЧ в целом;
- проектирование рациональных технологических маршрутов изготовления элементов и МЭУ СВЧ с учетом их конструктивных особенностей;
- накопление технологической информации и создание базы данных, с целью прогнозирования изменения сформированных свойств пленочных элементов и контактных соединений в процессе эксплуатации МЭУ СВЧ.

При технологическом проектировании также проводят оценку технологичности МЭУ СВЧ, которая включает расчет показателей технологичности, анализ технологических возможностей производственной системы, совершенствование конструкции с целью улучшения ее технологичности и др.

В шести разделах пособия рассмотрены: существующие элементы микросхем СВЧ; вопро-

сы расчета и проектирования полосковых линий и элементов гибридных интегральных схем; особенности полупроводниковых ИС СВЧ; реальные неоднородности и элементы пассивных элементов и узлов; основные методы и приемы технологического исполнения полосковых устройств; главные активные устройства СВЧ и вопросы их расчета и конструирования.

В завершении учебного пособия приведены тестовые задания для самоподготовки студентов с таблицей правильных ответов и библиографическим списком.

Учебное пособие предназначено для магистров направления 210100.68 «Электроника и наноэлектроника», программа подготовки «Электронные микроволновые и квантовые приборы и устройства» и содержит все необходимые сведения, позволяющие разрабатывать микроволновые устройства на различных линиях передачи.

Курс изучается во втором и третьем семестрах и содержит вопросы проектирования и технологии производства микроволновой компонентной базы устройств СВЧ в гибридном и интегральном исполнении на полосковых линиях передачи. Рассматриваются как принципы работы устройств для систем радиотехнической электроники, радиолокации, навигации и ретрансляции сигналов, так и вопросы анализа и синтеза устройств таких систем на основе различных полупроводниковых приборов и линий передач.

Учебное пособие ориентировано на изучения соответствующих разделов курса и для выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ и проектов бакалаврами, специалистами и магистрами.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ФИЗИКИ (учебное пособие)

Червяков Г.Г., Лебедев В.К.

*Южный федеральный университет,
Ростов-на Дону, e-mail: gcheryakov@sfnedu.ru*

Учебное пособие «Специальные разделы физики» предназначено для практических занятий студентов 2 курса направления «Электроника и наноэлектроника» и содержит теоретический материал по основам квантовой механики, физики твердого тела и задачи по основным разделам курса.

Опыт изучения данного курса и результаты выполнения индивидуальных заданий показал, что студенты испытывают серьезные трудности, обусловленные отсутствием опыта решения прикладных задач, постановка и разбор которых и послужили основной целью данного учебного пособия.

Поэтому в первом разделе пособия рассмотрены не только волновые свойства микрочастиц и уравнение Шрёдингера, но и туннельный эффект, поведение частицы в прямоугольной

потенциальной яме и квантовый осциллятор, электроны в атомах и их излучение, энергетика электрона в кристалле и зоны Бриллюэна.

Во втором разделе на основании анализа поведения носителей заряда в полупроводниках рассмотрены функция распределения Ферми-Дирака и связь концентрации носителей заряда с положением уровня Ферми, концентрация носителей заряда в области собственной электропроводности, кристаллическая решетка, структура кристаллов и особенности химических связей в полупроводниках, дана классификация дефектов полупроводников.

В третьем и четвертом разделах рассмотрены статистика электронов, функции их распределения и механизмы рассеяния носителей заряда, приведены кинетическое уравнение Больцмана, основные кинетические эффекты в полупроводниках и металлах, отдельные вопросы оптического поглощения света (поглощение на свободных носителях заряда, внутризонные переходы, поглощение с участием примесей в полупроводниках), генерационно-рекомбинационные процессы, явления фотопроводимости и фотомагнитных эффектов.

Пятый раздел посвящен процессам генерации и рекомбинации основных и неосновных носителей заряда в полупроводниках. Здесь выведено уравнение непрерывности, определяющее динамику изменения концентрации носителей заряда, рассмотрены некоторые особенности межзонной рекомбинации и рекомбинация через уровень в запрещенной зоне.

В шестом разделе кроме фотопроводимости и фотоэлектромагнитного эффекта рассмотрены особенности процессов диффузии носителей заряда при однородном, сильном и слабом фотовозбуждении, для оценки влияния как диффузионных, так и дрейфовых процессов. Полученные основные уравнения, описывающие процессы в полупроводниковых приборах, позволяют в одномерном случае перейти к анализу поведения как стационарного, так и смещенного электронно-дырочного перехода и выяснить его основные характеристики. Выведено уравнение Шокли и обоснована математическая модель диода. Рассмотрен диод Шоттки с особенностями его свойств и вопросы построения диодных солнечных элементов.

В седьмом разделе рассматриваются физические принципы работы полевых транзисторов. Выполненный здесь анализ идеального и реального МОП-конденсатора позволяет детально обсудить процессы, как в идеальном, так и реальном МОП-транзисторе. Рассмотренные диаграммы энергетических уровней и распределения зарядов (в режимах обеднения, обогащения и инверсии) позволяют определить как вольт-фарадные характеристики, так и пороговое напряжение, что упрощает отображение физических явлений не только в линейной,