

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.3.087.45

Буцько
Владислав Борисович

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПРИМЕНИМОСТИ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ
ИЗДЕЛИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ И
ФИНИШНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-41 80 03 «Нанотехнологии и наноматериалы
(в электронике)»

Научный руководитель

Родионов Ю.А.

к.т.н., доцент

Минск 2016

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

К надежности современной электронной аппаратуры предъявляются серьезные требования. В условиях перехода на элементную базу, которая обусловит создание функционально сложных узлов на одном кристалле, проблема качества встает особенно остро.

Потенциальные возможности для достижения высокого качества электронной аппаратуры должны быть заложены на этапе ее разработки. Обеспечение таких возможностей в процессе проектирования определяет качество самого проекта. Такие слагаемые качества как быстродействие, рассеиваемая мощность и помехозащищенность определяются на этом этапе. Надежность изделий зависит от технического уровня производства и от технологичности, заложенной в изделие при его проектировании. На этапе - планирования технических и экономических показателей необходимо изучить планы развития производства и составить прогноз его уровня на период освоения и выпуска изделия. Проект считается качественным, если он реализует значения важнейших параметров при использовании соответствующих норм и стандартов.

Для устранения или уменьшения числа отказов микросхем необходимо своевременно и достоверно получать информацию о причинах их возникновения. С ростом функциональной значимости электронной аппаратуры возрастают расходы на ликвидацию последствий отказа. По некоторым данным отказ одного изделия электронной техники в космическом объекте в зависимости от того, на какой стадии он обнаружен, вызывает следующие расходы: при входном контроле - 15 долларов, при монтаже блоков - 75 долларов, при испытании системы - 300 долларов, при эксплуатации - 200 миллионов.

Обычно в одной аппаратуре используются изделия, разрабатываемые и выпускаемые различными предприятиями. Поэтому при установлении причин отказов следует использовать новые системные подходы. Отказы, связанные с разработкой и производством, примерно распределяются поровну, приблизительно 40% отказов электронной аппаратуры связано с отказом элементов, 20% - по вине операторов, электропитания. Из всего вышесказанного следует вывод о необходимости проведения контроля при изготовлении ИМС на стадии разработки и в процессе производства.

Целью диссертационной работы является моделирование КМОП структуры с последующей оценкой ее электрических параметров, а так же разработке методологии повышения эффективности технологических процессов микроэлектронного производства и надежности изделий микроэлектронной техники.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является моделирование КМОП структуры с последующей оценкой ее электрических параметров, а так же разработка методологии повышения эффективности технологических процессов микроэлектронного производства и надежности изделий микроэлектронной техники.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести моделирование типовой структуры элементной базы однокристалльного телефона;
- рассчитать основные конструктивные параметры технологических слоев и электрические характеристики элементной базы;
- провести измерение параметров ВАХ МОП - транзисторов экспериментальных образцов однокристалльного телефона и сравнить полученные значения с прогнозируемыми.
- дать практические рекомендации производству по оценке качества и повышению процента выхода годных изделий.

Объектом исследования являются КМОП структуры

Предмет исследования – оценка качества современной интегральной продукции, моделирование КМОП изделий для своевременного анализа данных.

Положения, выносимые на защиту

1. Основные проблемы оценки качества микроэлектронных изделий и возможность увеличения процента выхода годной продукции путем своевременного внедрения корректировок в маршрут изготовления микросхем.
2. Моделирование типовой структуры элементной базы однокристалльного телефона, полученной путем задания последовательности технологических операций, для расчёта основных конструктивных параметров технологических слоев и электрических характеристик элементной базы.

Новизна полученных результатов

Впервые была сконструирована и изготовлена типовая структура элементной базы однокристалльного телефона. Была дана оценка надежности данного изделия, а так же оценка качества. Полученные результаты дают качественную оценку а так же показывают корреляцию между теоретическими и экс-

периментальными значениями, что способствует анализу качества на ранних стадиях.

Связь работы с крупными научными программами и темами

Работа выполнялась с учетом имеющихся возможностей парка технологического оборудования НПО «Интеграл в рамках задания 2.4.16 «Оценка качества и применимости микроэлектронных изделий по результатам измерений промежуточных и финишных характеристик» ГПНИ «Функциональные и композитные материалы, наноматериалы» подпрограммы «Нанотехнологии и наноматериалы» 2014 – 2015 гг. (ГБЦ 14-3066, № ГР 20142668).

Апробация результатов диссертации

По материалам диссертации опубликован 1 тезис на 51-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР «Микро- и наноэлектроника», а так же напечатана 1 статья в сборнике 23й Международной научно-практической конференции аспирантов, магистрантов и студентов.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из следующих разделов: введение, общая характеристика работы, четыре главы с описанием результатов исследований, заключение. Материал в главах диссертации изложен в следующей последовательности: анализ литературных данных по оценке качества микроэлектроники с обоснованием цели работы, краткое описание основных технологических операций необходимых для изготовления ИМС, процесс моделирования типовой структуры элементной базы однокристалльного телефона с последующей оценкой его параметров.

Общий объем диссертационной работы составляет 67 страницы, из них 60 страниц основного текста, 34 рисунка, 9 таблиц, библиографический список из 38 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** и **общей характеристике работы** показана актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, изложены положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу литературных данных об оценке качества микроэлектронной продукции. Были выделены основные параметры и характеристики для оценки качества логических интегральных микросхем. Рассмотрены основные факторы контроля качества и надежности интегральных микросхем. Проведен анализ причин выхода несоответствующей продукции. Продемонстрированы основные методы оценки качества интегральных микросхем, такие как: РЭМ анализ, метод окрашенных шлифов, эллипсометрия.

Во **второй главе** описаны основные технологические операции необходимые для изготовления ИМС, такие как: эпитаксия, диффузия, фотолитография и др

В **третьей главе** представлены результаты моделирования электрических характеристик однокристалльного телефона. Получены профиль распределения примесей в Р-кармане и N-кармане, профиль распределения N+стоковых областей для NМОП транзистора, профиль распределения Р+стоковых областей для РМОП транзистора. Данные изменения в базовом технологическом маршруте должны в дальнейшем позволить нам создать структуру МОП - транзистора с заданными электрическими характеристиками.

Также проведено моделирование процессов формирования Р-кармана, N+сток-истоковых областей, Р+сток-истоковых областей. Проведен расчет электрических параметров МОП - транзистора.

В **четвертой главе** приведен результат измерения изготовленных структур. По результатам измерения ВАХ на АИК ТЕСТ2 проведен анализ разбросов параметров ВАХ элементной базы, построены гистограммы. Даны практические рекомендации производству.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К основным научным результатам, полученным в ходе выполнения настоящей работы, можно отнести следующие:

1. Рассмотрены основные проблемы оценки качества микросхем и возможность увеличения процента выхода годной продукции путем своевременного внедрения корректировок в маршрут изготовления микросхем.

2. Даны практические рекомендации производству для устранения отказов, что позволит в дальнейшем уменьшить количество бракованной микросхемной продукции.

3. В качестве экспериментальной части, было проведено моделирование типовой структуры элементной базы однокристалльного телефона, полученной путем задания последовательности технологических операций. Такое моделирование позволило, задавая технологические режимы изготовления, рассчитать основные конструктивные параметры технологических слоев и электрические характеристики элементной базы. Получив значения еще до изготовления микросхемы, можно своевременно скорректировать маршрут что даст возможность улучшить качество выпускаемой продукции.

4. Проведен расчет основных технологических операций, в результате чего получены профили распределения примеси, определены параметры конструктивных слоев и разработана типовая структура элементной базы однокристалльного телефона. В программе SSUPREM4 проведено моделирование разработанной типовой структуры и рассчитаны электрические характеристики элементной базы на примере МОП-транзисторов.

5. Экспериментальным путем в процессе изготовления было установлено совпадение результатов измерения на пластинах параметров конструктивных слоев и результатов моделирования в программе SSUPREM3. Проведено измерение параметров ВАХ МОП - транзисторов экспериментальных образцов однокристалльного телефона, получено совпадение измеренных электрических характеристик с расчетными в программе SSUPREM4, в результате изготовления экспериментальных образцов получены функционирующие образцы микросхемы однокристалльного телефона.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Бутько, В. Б. Проблемы оценки качества микроэлектронных изделий и увеличение процента выхода годной продукции / В.Б. Бутько //51-я научно-техническая конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР «Микро- и наноэлектроника». – Минск, 2015.

2. Бутько, В.Б. Проблемы оценки качества изделий с эпитаксиальными пленками / В.Б. Бутько //23-я Международной научно-практической конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Физика конденсированного состояния». – Гродно, 2015.

Библиотека БГУИР