

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.422.8

Гомза Евгений Сергеевич

автоматизация технологического процесса создания окисных плёнок в
микроэлектронике

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-40 80 02 «Системный анализ, управление
и обработка информации»

Научный руководитель
Шавель Александр Николаевич
доцент, кандидат технических наук

Минск 2020

ВВЕДЕНИЕ

В технологии формирования полупроводниковых приборов и ИС пленка оксида используется для нескольких целей. Она служит в качестве маски при ионной имплантации или диффузии легирующей примеси, для пассивирования поверхности структур, для изоляции приборов друг от друга (диэлектрическая изоляция в отличие от изоляции приборов p-n переходами), выступает в роли одного из основных компонентов в МОП-структурах и обеспечивает электрическую изоляцию в системах многослойной металлизации.

Для создания надежных высококачественных полупроводниковых приборов ИС требуется не только понимать основной механизм окисления, но и обладать возможностью формировать высококачественный окисел контролируемым и воспроизводимым образом. Кроме того, нужно знать зависимость электрических свойств окисла от технологических параметров процесса окисления, для того чтобы гарантировать надежность полупроводниковых приборов. Под окислением полупроводников понимают процесс их взаимодействия с окисляющими агентами: кислородом, водой, озоном и т.д. При определенных условиях скорость процесса окисления по мере роста концентрации окислителя уменьшается. Это явление часто называют пассивностью и связывают с образованием тонкой диэлектрической пленки, препятствующей переносу окислителя к реакционной поверхности раздела.

Для формирования окисных слоев в настоящее время разработано несколько методов, которые включают в себя: термическое окисление, анодирование в растворах электролитов, пиролитическое осаждение (осаждение из газовой фазы) и плазменное анодирование, или окисление. В тех случаях, когда на границе раздела фаз необходимо получить низкую плотность поверхностных состояний, предпочтение отдается методу термического окисления. Однако в связи с тем, что маскирующий окисел впоследствии чаще всего удаляют, условие получения минимальной плотности поверхностных состояний не играет роли при выборе метода формирования маскирующего слоя.

Основными требованиями для пленок, применяемых в качестве масок, являются: селективность по отношению к тем или иным технологическим факторам (к растворам, облучению, газам, плазме и т.п.), отсутствие пор и трещин, равномерность толщины, структуры и физико-химических свойств по площади и глубине маски, хорошая адгезия к пластине.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Задачи исследования. Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Построение компьютерной модели расчета работы выхода катода с оксидным покрытием с учетом донорных уровней, а также изгиба зон.

2. Построение компьютерной модели расчета параметров оксидного катода, учитывающий слой диполей адатомов натрия и образование дополнительной концентрации донорной примеси в результате химической реакции натрия с оксидами щелочноземельных металлов.

3. Создание компьютерной методики расчета работы выхода и электропроводности оксидного катода на основе (BaSrCa)O с учетом адсорбции и массопереноса натрия в оксидное покрытие.

4. Разработка методики и программного обеспечения для расчета работы выхода, электропроводности и геометрических размеров полого цилиндрического катода.

Объект исследования. Оксидные покрытия.

Предмет исследования. Компьютерное моделирование и автоматизация создания окисных плёнок.

Цель и задачи исследований. Анализ имеющихся и разработка новых усовершенствованных методов расчёта параметров для создания окисных плёнок.

Структура и объем диссертации. Общий объем магистерской диссертации составляет 87 страниц, включая 23 иллюстрации, 10 таблиц, библиографический список из 32 наименований, 6 приложений.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В главе 1 «Физико-химические процессы в катодах с оксидным покрытием» были определены и описаны основные процессы протекающие в катодах с оксидным покрытием.

Проведен анализ процессов и свойств оксидов подлежащих компьютерному моделированию.

В главе 2 «Моделирование и программный расчет параметров оксидного катода» была проанализирована предметная область: выработана математическая модель и выполнен расчет температурной зависимости работы выхода и электропроводности бариевого катода при наличии ускоряющего электрического поля. На основе собранных и проанализированных данных был

составлен алгоритм расчёта параметров бариевого катода. Составленный алгоритм расчета работы выхода и электропроводности бариевого катода может быть использован для расчета параметров катодов с покрытием (BaSrCa)O. При компьютерном расчете параметров ОК были учтены следующие особенности катодов с покрытием (BaSrCa)O:

1. Роль оксидов кальция и стронция сводится к повышению механических свойств и увеличению срока службы оксидного покрытия.

2. Диэлектрическая проницаемость оксидного покрытия из твердого раствора оксидов щелочноземельных металлов, что выше диэлектрической проницаемости оксида бария.

В главе 3 «Программная модель расчета параметров оксидного катода при адсорбции натрия» предложен алгоритм и методика компьютерного расчета работы выхода и электропроводности оксидного катода при воздействии натрия.

В главе 4 «Компьютерный расчет и использование полого катода» представлена программная реализация расчёта параметров катода с внутренним оксидным покрытием.

Для поставленной задачи был выбран язык программирования C++. На его основе была подготовлена программная платформа для выполнения необходимых расчётов. В результате, выполнения программы необходимые результаты расчётов оформляются в специальные файлы.

Диссертация выполнена самостоятельно, проверена в системе «Антиплагиат». Процент оригинальности соответствует норме, установленной кафедрой. Цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в «Списке использованных источников».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования была проанализированы и смоделированы математические модели расчёта параметров катодов с оксидным покрытием.

В ходе работы были решены следующие задачи:

– построена компьютерная модель расчета работы выхода оксидного катода с учетом донорных уровней, изгиба зон в зависимости от температуры и напряженности электрического пол;

– предложенный метод компьютерного расчета катодов с оксидами щелочноземельных металлов может быть использован при конструировании различных приборов;

– предложена компьютерная методика расчета работы выхода и электропроводности оксидного катода на основе BaO и (BaSrCa)O с учетом адсорбции натрия на катоде, образования слоя диполей и диффузии натрия в

оксидном покрытии, сопровождающейся восстановлением бария из его оксида, снижением работы выхода и увеличением электропроводности;

– представлена методика компьютерного расчета коэффициента диффузии натрия в оксидном покрытии катода;

– результаты программного моделирования показывают, что адсорбция натрия на поверхности оксидного катода приводит к снижению его работы выхода и увеличению электропроводности;

– создана методика и программное обеспечение, позволяющие осуществлять расчет параметров полого цилиндрического катода в условиях воздействия натрия.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА

[1–А.] Гомза, Е.С. Автоматизация технологического процесса производства окисных плёнок в микроэлектронике/ Е. С. Гомза // Материалы 54-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР – Минск : БГУИР, 2018. – С.