

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.384.637

Пальмера Давила
Мигель Анхель

Технология получения оптических пленок диоксид кремния
и диоксид гафния методом электронно-лучевого испарения

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-41 80 03 нанотехнологии и наноматериалы
(в электронике)

Научный руководитель
Котов Дмитрий Анатольевич
кандидат технических наук
доцент кафедры микро- и
наноэлектроники

Минск 2016

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение передовых оптических приборов и оптических методов исследований в различные области науки и техники приводит к необходимости создания многослойных диэлектрических и металлодиэлектрических систем не только с повышенными требованиями к их свойствам, но и к необходимости их функционального сочетания. Это в первую очередь оптические, физико-механические, химические и другие свойства. Из оптических свойств следует упомянуть непрерывно расширяющийся спектральный диапазон работы приборов, ужесточение требований к лучевой стойкости и прочности покрытий, сочетание возможности отражения (пропускания) и формирования волнового фронта, отражённого (прошедшего) излучения. Поэтому, как правило, в промышленности для этих целей применяют оксиды и нитриды кремния и различных металлов. Чтобы обеспечить максимальную эффективность таких структур выбирают чередование слоев из двух материалов с заданной прозрачностью, а также с низким и высоким коэффициентами преломления соответственно. В соответствии с функциональным назначением выбирают материалы и рассчитывают толщины и количество чередующихся слоев.

Актуальным направлением развития техники на сегодня является альтернативная энергетика, особенно солнечные электростанции. Однако проблема повышения эффективности преобразования солнечной энергии решается не только повышением эффективности самих преобразующих элементов, но и совершенствованием оптических структур на защитном стеклянном экране. Наиболее простым и действенным решением для улучшения оптических характеристик таких защитных экранов кремниевых солнечных элементов является создание на них просветляющих (антиотражающих) покрытий.

Для этих целей, мы исследуем характеристики получаемых и созданных пленок диоксида кремния и диоксида гафния создания на их основе просветляющего покрытия для солнечных батарей с помощью методом электронно-лучевого испарения

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы магистерской диссертации. Повышение эффективности экологически чистых источников энергии является актуальной задачей для большинства стран планеты. Одним из путей снижения потерь падающего светового потока на солнечный элемент является нанесение просветляющих покрытий на защитные стекла или непосредственно на фронтальную поверхность солнечных элементов. Поэтому актуальность работы определяется необходимостью разработки технологии формирования просветляющих покрытий солнечных элементов на основе тонких пленок диоксида кремния и диоксида гафния методом электронно-лучевого испарения.

Цель и задачи исследования

Цель работы - получение тонких пленок диоксида кремния и диоксида гафния методом электронно-лучевого испарения и их исследование.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Получение тонких пленок диоксида кремния и диоксида гафния методом электронно-лучевого испарения
2. Изучение параметров технологического процесса влияющих на характеристики тонких пленок диоксида кремния и диоксида гафния
3. Определение характеристик полученных слоев просветляющих покрытий

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является процесс получения тонких пленок диоксида кремния и диоксид гафния, и их изучение. Предметом исследований являются зависимости характеристик тонких пленок диоксида кремния и диоксид гафния от параметров технологических процессов их формирования.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Работа выполнялась совместно на кафедре микро- и наноэлектроники БГУИР с целью разработки технологии формирования просветляющих покрытий для солнечных элементов и дисплейных структур, изделий оптической промышленности в рамках хоздоговора № 14-1218 на выполнение НИР по теме «Разработка технологии формирования диэлектрических покрытий на основе кремния с применением плазмы высокой плотности» и соответствует подразделу 2.3 «Физико-химические явления и процессы на межфазных поверхностях, коллоидно-химические основы получения, превращения и применения дисперсных систем, поверхностно- активных веществ, физико-химическая механика материалов» перечня приоритетных направлений научных

исследований Республики Беларусь на 2011–2015 годы, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 апреля 2010 г. № 585.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие основные результаты:

1. Отработка режимов получения слоев оксида кремния методом электронно-лучевого испарения с предварительной ионно-лучевой очисткой.
2. Отработка режимов получения слоев оксида гафния методом электронно-лучевого испарения с предварительной ионно-лучевой очисткой.
3. Последовательность технологических операций формирования многослойного просветляющего покрытия на основе оксидов кремния и гафния

Личный вклад соискателя

Все основные результаты и выводы получены соискателем самостоятельно. Аналитическое исследование современных методов получения тонких пленок диоксид кремния и диоксид гафния проводилось соискателем лично. Во время работы над диссертацией соискателем были исследованы зависимости скорости осаждения от параметров технологического процесса. Разработка технологии получения субмикронных и наночастиц методами ионно-лучевого испарения проводилась совместно с научным руководителем кандидатом технических наук Котовым Д.А.

Апробация результатов диссертации. Основные теоретические результаты и законченные этапы диссертационной работы, а также результаты прикладных исследований и разработок были доложены на XXIV международной научно-практической конференции «Физика конденсированного состояния», г. Гродно, 2016 г. и 52-й научной конференции «Радиотехника и электроника» г. Минск, 2016.

Публикации. Основные положения работы и результаты диссертации опубликованы в сборниках материалов XXIV международной научно-практической конференции «Физика конденсированного состояния», и в материалах 52-й научной конференции «Радиотехника и электроника».

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения и списка использованных источников, включающего 50 наименований. Общий объем диссертации составляет 51 страниц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы получения тонких пленок для использования в солнечных элементах, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы

В **первой главе** рассмотрены различные типы оптических покрытий, методов и оборудования для подготовки, который объясняет принцип того, как он работает оптических покрытий, а также типы дальнейшего покрытия используются промышленности, какие методы и оборудование подготовки оптических покрытий, таких как физико-химических методов формирования оптических покрытий в вакууме, рассматриваются преимущества и недостатки методов получения тонких пленок

Во **второй главе** описано экспериментальное и измерительное оборудование, а также методики экспериментов. Представлена схема экспериментальной установки, разработанной на основе вакуумного оборудования «Ортус» производства компании «ИЗОВАК». Для проведения электронно-лучевого испарения данная установка была модернизирована и оптимизирована под необходимые технологические условия. Также анализу методов измерений и описание основных функций приборов, используемых для измерения толщины диоксида кремния и диоксида гафния

В **третьей главе** приведены результаты экспериментального исследования влияния технологических параметров на процесса осаждения пленок оксида кремния и оксида гафния. В результате проведения экспериментов были построены зависимости толщины пленки от тока эмиссии и зависимости толщины пленки от тока расстояния тигель-подложка для оксида кремния и оксида гафния с использованием техники микро-интерферометрии и спектроскопии

В **четвёртой главе** представлена анализ для технологически аспекты получения многослойных просветляющих покрытий солнечных элементов, объясняется процесс изготовления многослойное покрытие из четырех слоёв оксида гафния и оксида кремния и спектральные характеристики пропускания

В **выводах** кратко изложены основные результаты магистерской диссертации, приведены результаты экспериментов по получению тонких пленок диоксида кремния и диоксид гафния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы над магистерской диссертацией рассмотрены физико-технологические особенности электронно-лучевого синтеза оптических покрытий функционального назначения. Изучены особенности синтеза покрытий, формируемых электронно-лучевым методом. Установлены особенности электронно-лучевого испарения диэлектрических материалов. С помощью электронно-лучевого синтеза получены покрытия на оксидах.

Проведены экспериментальные работы по нанесению оптических покрытий на оксидах. Нанесение осуществлялось в лабораторных условиях на установке электронно-лучевого испарения (Ортус-БГУИР).

Исходя из результатов представленных исследований можно говорить разных условий испарения (полный и не полный тигель) наблюдается разброс в толщине пленки и в скорости ее осаждения в 2-3 раза

В этих же условиях наблюдается разброс в толщине пленки и скорости ее осаждения при изменении расстояния тигель – подложка

Установлено 3 основных фактора, влияющие на скорость осаждения пленки: ток эмиссии, расстояние тигель – подложка, состояние тигеля.

Получено многослойное просветляющее покрытие солнечных батарей на основе HfO_2 и SiO_2 . Видно что покрытие имеют максимальный коэффициент пропускания более 92%

Результаты исследований могут быть использованы для повышения производительности солнечных батарей различного типа

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. М. Пальмера, Р. Диас / XXII Республиканская научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов “Физика конденсированного состояния”. Гродно: 2016.

2. Р. Диас, М. Пальмера, Н. Чарыкулыева Методики измерений параметров оптических покрытий / 52-я научная конференция студентов, аспирантов, магистрантов, Минск: БГУИР, 2016.

3. Пальмера М., Диас Р., Чарыкулыева Н. Технология получения оптической пленки диоксида кремния методом электронно-лучевого испарения.

52-я научная конференция студентов, аспирантов, магистрантов, Минск: БГУИР, 2016.

Библиотека БГУИР