

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

УДК 621. 385. 833

Лунцевич
Павел Сергеевич

Плазменная технология формирования защитных, просветляющих покрытий на
основе алмазоподобных структур

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-41 80 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные
компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах»

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

Минск 2017

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире наука и техника развиваются быстрыми темпами. Более глубокое познание научных принципов и физических явлений приводит к появлению новых и усовершенствованию существующих технических устройств. Что в свою очередь приводит к ужесточению требований к качеству производимых изделий. Высокий контроль качества невозможен без точных приборов.

Внедрение оптических приборов и методов исследования в различные области науки и техники, приборов специального назначения работающих в инфракрасном диапазоне приводит к необходимости создания защитных, просветляющих структур на основе алмазоподобного углерода и расширяющимися требованиями к их свойства. Это в первую очередь оптические, физико-механические, химические и другие свойства. Из оптических свойств, следует упомянуть непрерывно расширяющей спектральный диапазон работы приборов, ужесточение требований к лучевой стойкости и прочности покрытий, сочетание возможности отражения (пропускания) и формирования волнового фронта отражённого (прошедшего) излучения. Кроме того, набор стабильных, химически устойчивых, стойких к воздействию внешней атмосферы плёнообразующих материалов невелик.

Проблема нанесения алмазоподобных углеродных покрытий включает в себя научно-технические аспекты, относящиеся к физике, химии, механике и является едва ли не самой обширной среди современных актуальных направлений технологии. Реализация этих требований напрямую зависит от достижений в конструировании оборудования и совершенствования технологических процессов получения тонких пленок. В настоящее время наиболее перспективными методами нанесения покрытий являются вакуумные ионно-плазменные. Это обусловлено их экологической безопасностью, высокой чистотой технологических процессов и качеством продукции. Также известно, что в ионизованном или возбужденном состоянии атомы и молекулы легче взаимодействуют друг с другом, делая процесс синтеза сложных соединений более эффективным.

Целью настоящей работы является экспериментальное изучение технологических приемов и методов получения углеродных алмазоподобных покрытий для создания функциональных оптических элементов с заданными спектральными характеристиками в видимом и инфракрасном диапазоне спектра.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы магистерской диссертации. Формирование защитных, просветляющих оптических элементов для работы в видимом и инфракрасном диапазоне представляют значительный практический интерес. Что обусловлено широким применением устройств в системах видеонаблюдения и системах безопасности работающих в видимом и инфракрасном диапазоне.

Цель и задачи исследования. Разработка технологии формирования просветляющих защитных покрытий на основе алмазоподобного углерода методом прямого осаждения из ионного пучка.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Аналитические исследования методов получения углеродных алмазоподобных просветляющих покрытий и их свойств.
2. Разработка технологического комплекса для формирования углеродных алмазоподобных покрытий, методов оценки их свойств.
3. Проведение экспериментальных исследований полученных защитных и просветляющих покрытий на оптических элементах в видимом и инфракрасном диапазонах.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является процесс получения оптических покрытий и изучение их спектральных характеристик. Предметом исследования являются экспериментальные зависимости режимов получения алмазоподобных углеродных покрытий и их спектральные характеристики.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики. Работа выполнялась в рамках задания 1.1.4.2. и проекта №16-1180Б «Разработать технологию нанесения защитных и просветляющих алмазоподобных углеродных покрытий ИК диапазона на поверхность оптических изделий из германия» программы союзного государства «Технология СГ».

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

1. Метод осаждения алмазоподобных углеродных покрытий на подложки большой площади из ионного пучка с применением протяженного источника ионов.
2. Технологические режимы формирования алмазоподобных углеродных покрытий методом прямого осаждения из ионного пучка

углеродосодержащих газов с заданными оптическими характеристиками.

Личный вклад соискателя. Все основные результаты и выводы получены соискателем самостоятельно и совместно с руководителем. Аналитические исследования физического принципа, материалов и основных методов получения алмазоподобных углеродных покрытий проводились соискателем лично. Во время работы над диссертацией соискателем были исследованы зависимости спектральных характеристик в ИК диапазоне от режимов получения алмазоподобных углеродных. Отработка режима работы протяженного источника для формирования углеродных покрытий при низких энергиях ионов.

Все основные результаты и выводы получены соискателем самостоятельно и совместно с руководителем. Аналитическое исследование физического принципа, материалов и современных методов получения оптических покрытий проводилось соискателем лично. Во время работы над диссертацией соискателем были исследованы зависимости скорости осаждения оптических покрытий от параметров технологического процесса

Апробация результатов диссертации. Основные теоретические результаты и законченные этапы диссертационной работы, а также результаты прикладных исследований и разработок были доложены на 53-й научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов БГУИР, 2017.

Публикации. Основные положения работы и результаты диссертации изложены в 1 опубликованной работе, представленной в материалах научной конференции.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения и списка использованных источников, включающего 30 наименований. Общий объем диссертации составляет 56 страниц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы получения многослойных тонкопленочных покрытий, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **первой главе** приводится аналитическое исследование физического принципа, материалов и современных методов получения алмазоподобных углеродных покрытий оптического назначения и методов их формирования. В ходе дальнейших исследований установлено, что наиболее перспективным методом получения является метод прямого осаждения из ионного пучка.

Во **второй** главе описывается экспериментальный комплекс для получения алмазоподобных углеродных покрытий методом прямого осаждения из ионного пучка использовался протяженный ионный источник с возможностью перемещаться в горизонтальной плоскости для увеличения площади нанесения покрытия с сохранением равномерности. Экспериментальный комплекс был разработан на основе установки "Diamond". Предварительное давление в камере осаждения составляло $3 \cdot 10^{-3}$ Па. Распыление проводилось в вакуумной камере в среде аргона и углеводородного газа на при давлениях в диапазоне 1 Па.

Для исследования спектральных характеристик образцов в спектральном диапазоне длин волн от 1 до 10 мкм использовался измерительный комплекс ИК-Фурье спектрометра VERTEX 70 и сканирующий лазерный рамановский спектрометр Confotec NR500

В **третьей** главе приведены результаты экспериментов по формированию углеродных алмазоподобных покрытий

Установлено, что наиболее эффективными источниками углерода являются пропан и ацетилен, оптимальным количеством рабочих газов подаваемых на систему ионно-лучевого распыления является $200 \text{ см}^3/\text{мин}$. Также полученные покрытия по своим характеристикам соответствуют требованиям к оптическим покрытиям.

В **выводах** кратко изложены основные результаты магистерской диссертации, приведены результаты экспериментальных исследований полученных алмазоподобных углеродных покрытий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы над диссертацией исходя из аналитического изучения литературы был выбран метод, оптимальным и наиболее эффективным методом получения алмазоподобного углеродного покрытия. Получены образцы оптических покрытий на основе алмазоподобного углерода. Экспериментально был обоснован выбор источника углерода. Проведены исследования спектральных характеристик образцов с различными материалами подложки. В результате экспериментальных исследований образец с пропускания 95 % был получен из ацетилена. Еще было установлено, что в пленках полученных из ацетилена действительно преобладает алмазная фаза, а так же фактически отсутствует пик поглощения соответствующий наличию C-H3 связям. Что по видимому можно связать с молекулярной структурой ацетилена.

Нами была получена скорость нанесения алмазоподобных углеродных покрытий 0.45 нм/с при сохранении защитных свойств и пропускания порядка 90 %.

В ходе проведения экспериментов исследовались и оптимизировались технологические параметры работы напылительных устройств.

При данной конфигурации технологических устройств и выбранных материалов покрытия с заданными спектральными характеристиками были получены образцы методом прямого осаждения из ионного пучка.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Лунцевич П.С. Получение алмазоподобных пленок методом прямого осаждения из ионного пучка /Физика конденсированного состояния материалы 25 международной научно-практической конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Гродно: ГрГУ 2017–127-128 с.
2. Лунцевич П.С. Котов Д.А. Формирование алмазоподобных углеродных покрытий оптического назначения / Материалы 23 международного симпозиума «Дисплейные материалы, технологии на новых перспективных эффектах и принципах, перспективные технологии дисплеев и полупроводниковой осветительной технике», Минск: БГУИР- ЦСОТ-ИФ НАН РБ 2017 – 57-59с.

Библиотека БГУИР