

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Шашина Дмитрия Евгеньевича «Разработка технологии
изготовления фотодиэлектрического чувствительного элемента
ультрафиолетового излучения на основе оксида цинка», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.11.14 – «Технология приборостроения»

1. Актуальность темы

В настоящее время поток работ по исследованию пленок оксида цинка (ZnO) прочно удерживает лидирующее положение в публикациях, связанных с формированием оптических приборов ультрафиолетового диапазона. Это связано и с широкими перспективами технического применения оксидов металлов, и с целым рядом их необычных свойств, обусловленных сложным взаимодействием электронных, спиновых и решеточных степеней свободы. В прикладной сфере получения пленок ZnO с различными оптическими свойствами и их использования в приборостроении последние годы наблюдается значительный прогресс.

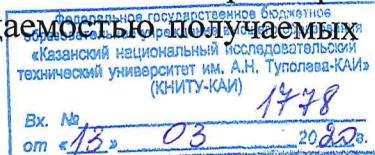
В связи с вышеизложенным актуальность темы диссертационной работы, посвященной технологии изготовления фотодиэлектрического чувствительного элемента ультрафиолетового излучения на основе ZnO не вызывает сомнений. Исследования технологий получения пленок ZnO и их возможных применений в динамично развивающейся отрасли, называемой оптическим приборостроением, представляются весьма современными.

Предлагаемые диссидентом новые подходы в технологии изготовления чувствительного элемента, основанные непосредственно на использовании физических явлений в тонких пленках, позволяющие расширить функциональные возможности оптических информационно-измерительных приборов и повысить их универсальность, являются новым и оригинальным решением, как с научной, так и с прикладной точки зрения.

2. Степень обоснованности научных положений и выводов

Диссидентом изучены и критически анализируются известные достижения, теоретические положения и рекомендации различных авторов, касающиеся вопросов технологии изготовления оптических информационно-измерительных приборов, и, в связи с этим, известных к настоящему времени данных, относящихся к вакуумным технологиям получения пленок ZnO , существующим чувствительным элементам ультрафиолетового диапазона, используемым способам измерения интенсивности и длины волны ультрафиолетового излучения. Это подтверждается достаточно обширным списком литературы, включающим 107 наименований.

Подтверждением теоретических положений является предложенная автором математическая модель, связывающая технологические параметры магнетронного распыления с диэлектрической проницаемостью получаемых



пленок. Данная модель позволяет повысить эффективность управления технологическим процессом получения фотодиэлектрических пленок ZnO.

Адекватность положений, выдвинутых соискателем, обосновывается согласованностью данных эксперимента и научных выводов. Так соискателем сравнивались значения диэлектрической проницаемости тонких пленок ZnO, полученных методом магнетронного распыления. Сравнение осуществлялось по критерию Фишера между данными, полученными из расчета по предложенной автором математической модели, и данными, полученными из эксперимента. В результате такого сравнения было определено, что предложенную автором математическую модель с вероятностью 95% можно считать адекватной.

3. Оценка новизны и достоверности

Основными научными результатами, выдвинутыми диссертантом, являются:

- 1) Разработанная оригинальная магнетронная распылительная система, позволяющая увеличить степень ионизации осаждаемых частиц за счет увеличения магнитного поля у поверхности подложки, состоящая из несбалансированного магнетрона и дополнительной магнитной системы с обратной полярностью магнитов.
- 2) Разработанный метод формирования пленок ZnO, использующий дополнительную магнитную систему с обратной полярностью магнитов, в которой за счет увеличения дополнительного магнитного поля у поверхности подложки, в пленках ZnO достигаются значения диэлектрической проницаемости от 3,2 до 4,8, что значительно отличается от диэлектрической проницаемости объемного оксида цинка (8,5).
- 3) Разработанная математическая модель, отражающая зависимость значения диэлектрической проницаемости от трех факторов, в том числе двух наиболее значимых, включающих рабочее давление и содержание кислорода в рабочей смеси, показывающая, что варьирование этих двух факторов определяет основные условия, позволяющие выращивать тонкие пленки ZnO со значениями диэлектрической проницаемости от 3,2 до 4,8.
- 4) Разработанная методика реализации технологии получения тонких пленок ZnO магнетронным распылением, обеспечивающая проявление в них фотодиэлектрического эффекта в диапазоне длин волн от 190 до 390 нм, на основе которого возможно построение фотодиэлектрического чувствительного элемента.

Результаты, полученные в работе, являются новыми научными знаниями в области технологии приборостроения, в части, касающейся проблем изыскания и внедрения новых материалов для приборов и их элементов, методов модификации их свойств, обеспечивающих создание приборов на новых физических принципах, а также разработки новых видов технологического оборудования для изготовления приборов и их элементов.

Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований, а также общенациональных методов исследований в области технологии приборостроения, физической химии, микроэлектроники, теории вероятностей и математической статистики, математического моделирования на ЭВМ.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 15 печатных работах, из них 3 в журналах, рекомендованных ВАК, 1 в журнале, входящем в Scopus, 3 патентах РФ, 1 свидетельстве на регистрацию программы для ЭВМ, 7 публикациях в сборниках трудов конференции, результаты неоднократно обсуждались на международных конференциях, выставках, фестивалях и получили одобрение ведущих специалистов.

4. Общие замечания по диссертационной работе

1. В первой главе диссертации, носящей обзорный характер, дан очень подробный анализ актуальности детектирования УФ излучения. Однако направленность самой диссертационной работы носит прикладной характер и особое внимание необходимо уделять прикладным аспектам. С этой целью желательно расширить обзор известных применений чувствительных элементов УФ диапазона в информационно-измерительной технике.

2. Не приведены численные исследования влияния низкой температуры роста пленок ZnO на адгезию пленки к подложке и материала электродов к подложке.

3. В третьей главе целесообразно привести блок-схемы технологических процессов получения фотодиэлектрических пленок ZnO.

Также встречаются отдельные стилистические погрешности, усложняющие восприятие научных результатов.

Отмеченные недостатки не снижают качество исследований и не оказывают влияния на главные теоретические и практические результаты диссертационной работы.

Заключение

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне.

В работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать их как научно обоснованные технологические и технические разработки по созданию нового типа чувствительного элемента ультрафиолетового диапазона на фотодиэлектрическом эффекте.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения аргументированы.

Диссертация построена на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов, грамотно написана и аккуратно оформлена, содержит четкие выводы по каждой главе и работе в целом.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

В диссертационной работе «Разработка технологии изготовления фото-диэлектрического чувствительного элемента ультрафиолетового излучения на основе оксида цинка» изложены новые научно обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, диссертация отвечает пункту 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Шашин Д.Е. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.14 – «Технология приборостроения».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,

Колесник Леонид Леонидович, доцент кафедры

«Электронные технологии в машиностроении»

ФГБОУ ВПО МГТУ им. Н.Э. Баумана»,

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д.5, стр. 1

раб. телефон: +7 499 267-02-13, +7 926 830-24-65

адрес. эл. почты: kolesnik@bmstu.ru



Подпись заверяю:



А. Г. МАТВЕЕВ

ЗАМ. НАЧ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ

ТЕЛ: 8 499-263-67-60