



Акционерное общество
«Центральный научно-исследовательский
технологический институт «Техномаш»
(АО «ЦНИТИ «Техномаш»)
121108, г. Москва, ул. Ивана Франко, д. 4,
Тел.: (495) 278-00-00, E-mail cnititm@cnititm.ru
ОГРН 1027739015853 ИНН 7731014611

18.02.2020 № 15/1-86

На № от

УТВЕРЖДАЮ

Временный генеральный директор

АО ЦНИТИ «Техномаш»

Наличие



2020г.

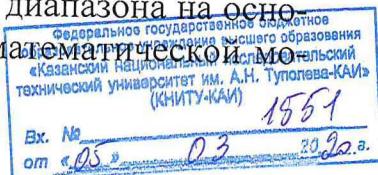
О Т З Ы В

ведущей организации 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 для науки и практики

Актуальность темы диссертационной работы определяется значением проблем повышения надежности и технологичности информационно-измерительных приборов. Тенденцией совершенствования конструкций приборов является постоянный рост их сложности, что объясняется расширением круга решаемых задач при одновременном повышении требований к эффективности приборов. Усложнение схемных и конструкторских решений, функциональных связей вместе со значительным увеличением численности элементов в приборах создает большие трудности при их производстве. Специфические условия обеспечения высокой надежности приборов и заданных характеристик в условиях эксплуатации обусловливают высокие требования к качеству используемых материалов, оборудования, а также к технологическим процессам изготовления их элементов.

В настоящее время активно проводятся работы по созданию новых материалов. В современном понимании, термин новые материалы подразумевает не столько новый химический состав, сколько соотношение концентраций кристаллических и аморфных (рентгеноаморфных) нанокластеров, составляющих материал, а также взаимное ориентирование нанокластеров. Основное внимание в работе уделено разработке и исследованию новых подходов в технологии изготовления чувствительного элемента ультрафиолетового (УФ) диапазона на основе тонких пленок оксида цинка (ZnO), включая разработку математической и мо-



дели технологического процесса, разработку и модернизацию технологического оборудования для производства фотодиэлектрических пленок ZnO и изучение фотодиэлектрического эффекта, как способа измерения длины волны УФ излучения. Выводы и рекомендации по указанному перечню вопросов являются актуальными при решении проблем производства оптических информационно-измерительных приборов УФ диапазона.

2. Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Основные научные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1) Разработана магнетронная распылительная система, позволяющая формировать тонкие пленки различных веществ, в частности оксидов металлов, в условиях, ограничивающих действие высокой температуры.

2) Разработан метод формирования тонких пленок ZnO, использующий дополнительную магнитную систему с обратной полярностью магнитов, позволяющий получать пленки ZnO со значениями диэлектрической проницаемости от 3,2 до 4,8, необходимыми для изготовления чувствительных элементов УФ-датчиков на фотодиэлектрическом эффекте.

3) Разработана математическая модель, отражающая зависимость значения диэлектрической проницаемости от двух наиболее значимых факторов технологического процесса, включающих рабочее давление и содержание кислорода в газовой смеси, позволяющая рассчитать диэлектрическую проницаемость пленок ZnO, а также определить влияние каждого фактора в отдельности на диэлектрическую проницаемость без проведения экспериментов.

4) Разработана технология получения тонких пленок ZnO методом магнетронного распыления, обеспечивающая проявление в них фотодиэлектрического эффекта в диапазоне длин волн от 190 до 390 нм, позволяющая расширить функциональные возможности чувствительных элементов и повысить выход годных приборов; данная технология может быть использована при получении тонких пленок различных материалов.

Достоверность экспериментальных результатов, обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации, подтверждается использованием современных независимых методов исследования и высокоточного научного оборудования. Полученные результаты согласуются с литературными данными и современным уровнем научных знаний.

Важность практического использования разработанных решений, технологических приемов, а также полученных с их применением тонких пленок ZnO и фотодиэлектрического чувствительного элемента на их основе подтверждена полученными диссидентом патентами и актами внедрения.

3. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты работы могут быть использованы при решении задач получения сред с заданными свойствами, в том числе массового изготовления фотоди-

электрических пленок и чувствительных элементов оптических информационно-измерительных приборов УФ диапазона.

Считаем целесообразным продолжить работу в направлении исследования механизмов влияния технологических параметров получения на оптические характеристики тонких пленок и чувствительных элементов информационно-измерительных приборов, изготовленных на основе тонких пленок. Другим направлением дальнейших работ может быть продолжение исследований по расширению функциональных возможностей фотодиэлектрических информационно-измерительных приборов, использование других свойств применяемых материалов либо совместное применение различных материалов.

Данная работа может быть рекомендована к внедрению на ОКТБ «Кристалл» (г. Йошкар-Ола), ОАО «Завод полупроводниковых приборов» (г. Йошкар-Ола) и других предприятиях соответствующего профиля.

4. Общие замечания

В качестве замечаний по диссертационной работе можно отметить:

1. В диссертационной работе недостаточно представлен экспериментальный материал, показывающий особенности строения получаемых наноструктурированных тонких пленок ZnO. Синтезируемые в неравновесных условиях (например, при магнетронном реактивном распылении) материалы, как правило, состоят из аморфной и кристаллической (включая рентгеноаморфную) фаз. В этой связи, для полного представления о строении полученных пленок, может быть использована спектроскопия комбинационного рассеяния света. Диссертантом не учитывается неоднородность состава и строения пленок ZnO по поверхности подложки, возможность отклонения от стехиометрии на границе раздела кристаллической и аморфной фаз пленки ZnO, которые влияют на функциональные свойства полученных структур.

2. Во второй главе излишне подробно рассматривается вакуумное оборудование, для нанесения тонких пленок. Без заметного ущерба для содержания диссертации из нее могут быть опущены сведения, не имеющие прямого отношения к формированию фотодиэлектрического чувствительного элемента.

3. В третьей главе при разработке математической модели рассматриваются три параметра: давление и состав газовой смеси, а также время осаждения, однако известно, что при магнетронном распылении влияние на оптические характеристики полученных пленок оказывает также температура подложки. В этой связи, было бы целесообразно указать условия выбора того или иного из технологических параметров формирования тонких пленок ZnO.

4. В четвертой главе представляется полезным приведение результатов исследований влияния геометрии электродной системы встречно-штыревых преобразователей на чувствительность измерительного элемента.

5. Диссертация не лишена технических недостатков. Наблюдаются перегруженность отдельных разделов работы математическими выкладками и явный недостаток материаловедческой информации. Нет четкости в используемой автором терминологии, в частности, применяются такие выражения как «напыле-

ние», «доля кристаллической фазы».

5. Заключение

Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Результаты, полученные доктором, характеризуются как новое решение задачи разработки научно обоснованной технологии изготовления фотодиэлектрического чувствительного элемента ультрафиолетового излучения на основе ZnO.

Работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года в части изложения новых научно обоснованных технологических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, и соответствует специальности 05.11.14 «Технология приборостроения» в части проблем изыскания и внедрения новых материалов для приборов и их элементов, методов модификации их свойств, обеспечивающих создание приборов и их элементов на новых физических принципах (в части использование фотодиэлектрического эффекта в основе чувствительного элемента и модификация пленок ZnO для проявления этого эффекта). В диссертации рассматривается разработка научных основ технологии приборостроения при создании информационно-измерительных приборов нового поколения (разработана математическая модель, связывающая технологические параметры с диэлектрической проницаемостью полученных пленок), рассмотрены разработка, исследование и внедрение новых видов технологического оборудования для изготовления деталей приборов (разработка, исследование и внедрение магнетронной распылительной системы с обратной полярностью магнитов для изготовления чувствительного элемента), предусмотренные пунктами 1, 4 и 6 паспорта специальности 05.11.14 «Технология приборостроения».

Считаем, что, несмотря на указанные замечания, научная и практическая значимость работы достаточно высокая, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.14 «Технология приборостроения».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании НИО «Радиофотоника» 12 февраля 2020 г., протокол № 20/1.

Доктор технических наук, профессор,
Белянин Алексей Федорович,
начальник НИО «Радиофотоника»
АО «ЦНИТИ «Техномаш»,
121108, г. Москва, ул. Ивана Франко, д. 4
телефон: +7 (495) 278-00-00
адрес. эл. почты: belyanin@cnititm.ru

СВЕДЕНИЯ О ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

по диссертации Шашина Дмитрия Евгеньевича «Разработка технологии изготовления фотодиэлектрического чувствительного элемента ультрафиолетового излучения на основе оксида цинка» по специальности 05.11.14 «Технология приборостроения».

1. Полное наименование организации	АО Центральный научно-исследовательский технологический институт «Техномаш»
2. Сокращенное наименование организации	АО ЦНИТИ «Техномаш»
3. Руководитель организации	Налимов Станислав Андреевич
4. Заместитель руководителя организации	Гребенников Евгений Петрович
5. 1	Москва
6. Почтовый адрес организации	РФ, Москва 121108, ул. Ивана Франко 4
7. Телефон с указанием кода города	8-495-278-00-00
8. Адрес электронной почты	cnititm@cnititm.ru
9. Адрес официального сайта в сети интернет	cniti-technomash.ru
10. Список основных публикаций ведущей организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций)	<p>1. Белянин А.Ф., Самойлович М.И., Борисов В.В., Сушенцов Н.И., Тимофеев М.А., Пилевский А.А., Беляев О.А. Ненакаливаемые катоды на слоистых структурах нитридов и углеродных материалов // Нано- и микросистемная техника. 2015. № 7. С. 48–60.</p> <p>2. Kudryavtseva A.D., Strokov M.A., Tcherniega N.V., Belyanin A.F., Samoylovich M.I. Dynamic holography and image processing on the basis of stimulated scattering of light // International Journal of Chemistry. 2015. V. 4 (4). P. 325–335.</p> <p>3. Борисов В.В., Налимов С.А., Багдасарян С.А., Лучников А.П. Алмазоподобные углеродные наноструктуры в автоэмиссионных катодах // Наноматериалы и наноструктуры – XXI век. 2017. Т. 8. № 3. С. 18–25.</p> <p>4. Белянин А.Ф., Борисов В.В., Самойлович М.И., Багдасарян А.С. Влияние лазерного облучения и термической обработки на строение и автоэмиссионные свойства углеродных наностенок // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2017. № 3. С. 16–26.</p> <p>5. Белянин А.Ф., Багдасарян А.С. Слоистая структура на</p>

основе пленок поликластерного алмаза и AlN для устройств на поверхностных акустических волнах // Успехи современной радиоэлектроники. 2017. № 3. С. 30–38.

6. Белянин А.Ф., Борисов В.В., Багдасарян А.С. Наноструктурированные углеродные материалы в эмиссионной электронике // Российский технологический журнал. 2017. Т. 5. № 3. С. 22–40.

7. Белянин А.Ф., Борисов В.В., Налимов С.А., Багдасарян А.С. Особенности автоэмиссионных процессов в алмазоподобных углеродных наноструктурах // Наноматериалы и наноструктуры – XXI век. 2017. Т. 8. № 3. С. 34–42.

8. Belyanin A.F., Nalimov S.A., Luchnikov A.P., Bagdasaryan A.S. Properties of planar structures based on polycluster films of diamond and AlN // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 6. Сеп. "6th International Conference: Modern Technologies for Non-Destructive Testing" 2018. С. 012041.

9. Налимов С.А., Багдасарян С.А., Юрин А.И., Борисов В.В. Влияние строения наноструктурированных тонких пленок углеродных материалов и нитридов металлов (TiN, ZrN, AlN) на механические характеристики слоистых структур // Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. № 4. С. 50–57.

10. Хлопов Б.В., Бондарев Ю.С. Шашурин В.Д., Белянин А.Ф., Самойлова В.С. Магнитный рельеф структурированного мультиферроидного материала // T-comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Т. 12. № 7. С. 12–18.

11. Белянин А.Ф., Багдасарян А.С., Юрин А.И. Спектроскопия комбинационного рассеяния света и рентгеновская дифрактометрия диоксида циркония, легированного редкоземельными металлами // Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. № 11. С. 39–45.

12. Pakhomov Ya.A., Rinkevich A.B., Perov D.V., Belyanin A.F., Kuznetsov E.A. Dielectric Permittivity of Artificial Crystals Based on Opal Matrices with ZnO Particles in the Millimeter Waveband // Journal of Infrared, Millimeter and Terahertz Waves. 2019. V. 40. Issue 3. P. 348–356.

13. Багдасарян А.С., Николаев В.И., Белянин А.Ф., Николаева С.О. Возможности расширения сферы применения современных систем радиочастотной идентификации на поверхностных акустических волнах // Наукоемкие технологии. 2019. Т. 20. № 3. С. 62–71.

14. Белянин А.Ф., Багдасарян А.С., Налимов С.А., Павлюкова Е.Р. Наноструктурированные пьезоэлектрические пленки AlN, полученные реактивным ВЧ-магнетронным распылением // Журнал радиоэлектроники. 2019. № 11. С. 9.

15. Багдасарян С.А., Налимов С.А., Юрин А.И.,

Павлюкова Е.Р. Многослойные структуры на основе углеродных наностенок и нитрида алюминия в автоэмиссионных катодах // Журнал радиоэлектроники. 2019. № 10. С. 5.

Временный генеральный
директор АО «ЦНИТИ «Техномаш»

Налимов С.А.

