

ОТЗЫВ

научного консультанта о диссертации Томиной Елены Викторовны «Хемостимулированное оксидирование GaAs и InP под воздействием d-металлов (Ni, Co, V), их оксидов и композиций оксидов», представленной к защите на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Одна из основных задач целевого формирования функциональных гетероструктур (в том числе и МДП, и ПДП) на $A^{III}B^V$ - получение на них качественных полупроводниковых и диэлектрических пленок нанометрового масштаба толщины. Оксидирование полупроводников остается одним из распространенных, экономичных и воспроизводимых способов создания оксидных пленок на $A^{III}B^V$. С этой точки зрения установление функций хемостимуляторов в процессах ступенчатого хемостимулированного синтеза и вычленение совокупности факторов, определяющих характеристики наноразмерных полупроводниковых и диэлектрических пленок на GaAs и InP, не только позволит выявить корреляцию способ синтеза – состав – структура - свойство, что представляется важной задачей, но и будет являться научным фундаментом управления целевыми характеристиками функциональных наноразмерных пленок на $A^{III}B^V$.

В работе получены принципиально новые результаты, позволяющие утверждать, что физико-химическая природа хемостимулятора, разновидность способа его введения в систему и метода нанесения на поверхность полупроводника, физико-химическая природа подложки образуют совокупность иерархически взаимосвязанных факторов, определяющих механизм ступенчатого хемостимулированного синтеза, состав, структуру и свойства формируемых наноразмерных полупроводниковых и диэлектрических пленок на InP и GaAs. Установлены механизмы воздействия хемостимуляторов в процессах термооксидирования гетероструктур: транзитный - для Ni(Co)/InP(GaAs), V/GaAs, NiO(Co₃O₄)/InP (GaAs), (NiO+PbO)/InP; каталитический - для V/InP и V₂O₅/InP (GaAs); концентрационнозависимый транзитно-каталитический для (V₂O₅+PbO)/InP и разработаны их схемы с идентификацией стадий по конечному продукту. Впервые методом спектральной эллипсометрии доказано эффективное кинетическое и химическое блокирование диффузии неокисленного индия в пленки, формирующиеся при оксидировании гетероструктур V₂O₅/InP и V₂O₅+PbO/InP, определяемое природой наносимого хемостимулятора и жестким методом нанесения на поверхность (магнетронное распыление).

Системный подход к установлению функций хемостимуляторов и реализации их воздействия в процессах ступенчатого хемостимулированного синтеза термических оксидных пленок, заключающийся в обоснованном выборе совокупности факторов, определяющих последовательность синтеза и характеристики итогового продукта, вносит вклад в развитие представлений неорганической химии, химии твердого тела и

представлений неорганической химии, химии твердого тела и полупроводников, термодинамики и кинетики сложных гетерогенных процессов в новых неравновесных тонкоплёночных системах нанометрового масштаба с твёрдыми реагентами, катализатором и продуктами. На основе системного подхода к одновременной реализации нескольких направлений воздействия хемотростимуляторов в процессах многоступенчатого хемотростимулированного термического синтеза будут реализованы новые процессы создания на поверхности бинарных полупроводников InP и GaAs наноразмерных (в том числе, до 100 нм) плёнок с различными функциональными свойствами.

Результаты исследования актуальны и отвечают Приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, п.2 «Индустрия наносистем» и Перечню критических технологий Российской Федерации, п.17 «Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов». Результаты опубликованы в ведущих научных журналах, таких как «Доклады российской академии наук» «Неорганические материалы», «Физика и химия стекла», «Известия высших учебных заведений. Физика», Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования», «Микроэлектроника», «Наносистемы: физика, химия, математика».

Томина Е.В. является выпускницей кафедры общей и неорганической химии Воронежского государственного университета. Имеет 157 публикаций, из них 30 учебно-методических, 125 научных, из которых 58 составляют статьи (из них 37 статей входят в базу цитирования Web Of Science), 2 патента РФ. Индекс Хирша, по данным РИНЦ, равен 9.

Томина Е.В. принимала и принимает активное участие в качестве исполнителя в целом ряде проектов и грантов: аналитической ведомственной целевой программы (№ Г.Р. 01200602176) «Развитие научного потенциала высшей школы» в рамках программного мероприятия 1 «Проведение фундаментальных исследований в рамках тематических планов» «Разработка методов синтеза и установление механизма формирования наноразмерных слоёв, нанопорошков и кристаллов полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов» (2009-2010 гг.); государственного задания Министерства образования и науки РФ 3.1673.2011 «Установление механизма хемотростимулированного оксидирования и особенностей функциональных свойств тонких оксидных плёнок на полупроводниках A^3B^5 » (№ Г.Р. 01201263907 от 18.06.2012) (2012-2013 гг.); государственного задания высшим учебным заведениям в сфере научной деятельности на 2014-2016 годы (Министерство образования и науки РФ), проектная часть (проект №225) «Исследование воздействия хемотростимулирующих допантов на закономерности оксидирования полупроводниковых соединений A^3B^5 (GaAs, InAs, GaP, InP) и разработка новых процессов формирования на их основе плёнок наноразмерного диапазона толщины различного целевого назначения»; гранта РФФИ 03-03-96500-р2003цчр_а «Нелинейные эффекты в процессах хемотростимулированного синтеза диэлектрических оксидных слоёв

на $A^{III}B^V$ », 2003-2005 гг.; гранта РФФИ 06-03-96338-р_центр_а «Воздействие хемостимуляторов на кинетику и механизм термического окисления полупроводников $A^{III}B^V$ в процессах формирования тонких пленок и гетероструктур», 2006-2008 гг.; гранта РФФИ 09-03-97552-р_центр_а «Каталитические и транзитные твердофазные взаимодействия в наносистемах на основе полупроводниковых материалов», 2009-2010 гг.; гранта РФФИ 10-03-00949-а «Размерные эффекты в процессах синтеза оксидных слоев на GaAs и InP», 2010-2012 гг.; гранта РФФИ № 13-03-00705-а «Роль V_2O_5 как катализатора оксидирования, модификатора границы раздела и наноструктуры функциональных нанометровых пленок на InP и GaAs», 2013-2015 гг.; гранта РФФИ № 16-43-360595 р_а «Модифицирование поверхности GaAs, GaP и InP как способ управления наноструктурой, оптическими и электрофизическими свойствами оксидных плёнок нанометрового диапазона толщины для микроэлектроники», 2016-2018 гг.

Томина Е.В. зарекомендовала себя творчески мыслящим, самостоятельным, инициативным научным работником, умеющим организовать на должном уровне экспериментальную работу, видеть ее перспективы, и работать «на конкретный результат». Томина Е.В. является талантливым педагогом, который способен заинтересовать и вовлечь студентов в поиск решения научных проблем, ежегодно руководит несколькими бакалаврскими работами и магистерскими диссертациями.

Считаю, что Томина Е.В. полностью и успешно решила важную научную проблему, представленная диссертация отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01. – неорганическая химия.

Доктор химических наук, профессор
профессор кафедры материаловедения
и индустрии наносистем
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Воронежский государственный
Университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
394018, г. Воронеж, Университетская пл., Дл.1
Тел. +7 (473) 2 208-356.
E-mail: imittova@mail.ru



Миттова И.Я.

| | |
|--|--|
| федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ») | |
| Подпись | <i>И. Миттова</i> |
| заверяю | <i>Методист деканата</i> |
| | <i>Буряк</i> должность <i>23 09 2016</i> |
| подпись, репликафотокре подписи | |