

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Федерального государственного
бюджетного образовательного учре-
ждения высшего профессионального
образования «Липецкий государ-
ственный технический университет»



А.К. Погодаев

« 7 » мая 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Липецкий государственный технический университет» на диссертационную работу Лобанова Михаила Викторовича «Структура и свойства тонкопленочного диоксида титана модифицированного ниобием, индием и оловом», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела.

Актуальность темы исследования. Диссертационная работа Лобанова Михаила Викторовича посвящена исследованию влияния легирующих примесей ниобия, индия и олова на структуру и свойства тонкопленочных структур, полученных на базе оксида титана. Оксид титана был выбран в качестве основы для создания оптических функциональных покрытий, как один из наиболее перспективных материалов способный заменить тонкопленочные покрытия на основе оксида цинка и оксида индия, легированного оловом в сфере прозрачной электроники. Проблема поиска

новых материалов и расширения номенклатуры прозрачных проводящих покрытий является актуальной, как с позиции увеличивающейся потребности подобного рода тонких пленок, так и с позиции получения покрытий, обладающих уникальными свойствами, что позволит расширить их области применения.

Работа поддержана Минобрнауки России в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2014-2016 годы. (Задание №3.130.2014/К) и грантом РФФИ (госконтракт № 13-03-97501 р_центр_a).

Целью работы является установление взаимосвязи в системе синтез - структура - свойства для тонких пленок оксида титана легированного ниобием, индием и оловом.

Все основные результаты диссертационной работы обладают **научной новизной**, среди которых следует отметить наиболее важные:

- впервые установлено, что применение метода реактивного магнетронного распыления в атмосфере аргон - кислород позволяет получать диоксид титана в полиморфной модификации анатаза уже при температуре в 420 К, тогда как во время термического окисления металлического титана, прозрачная оксидная тонкая пленка в модификации рутила формируется при значительно большей температуре;

- показано, что легирование диоксида титана ниобием, индием и оловом, дает возможность целенаправленно изменять оптические и электрофизические свойства сформированных тонкопленочных оксидных структур.

Практическая значимость и апробация работы. Практическая значимость полученных в диссертации результатов подтверждается патентом РФ на изобретение «Магнитный блок распылительной системы» (№ 2528536), применение которого в магнетронном источнике позволяет, воспроизводимо формировать тонкие пленки с большой равномерностью по толщине, что важно как для экспериментальных лабораторных установок, так и для промышленного оборудования. Построенная в рамках данной работы установка «СИАМ» с тремя магнетронными источниками способна фор-

мировать многокомпонентные тонкопленочные покрытия различного состава, что имеет высокую практическую значимость для проведения работ в области материаловедения и химии твердого тела.

По материалам диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 1 патент и 2 статьи в сборниках трудов научных конференций.

Диссертационная работа Лобанова М.В. является цельным и законченным научным исследованием. Работа изложена на 126 страницах, содержит 55 рисунков и 7 таблиц. Сформулированные автором задачи выполнены полностью, это дает основание утверждать, что заявленная цель в ходе выполнения данной работы была достигнута.

Применение в данной работе современных методов исследования, таких как, РФА, РЭМ, ЭДА, абсорбционной и ИК-Фурье спектроскопии, а также других методов изучения структуры и свойств тонких пленок подтверждают высокую достоверность полученных в ходе работы результатов.

Автором получена серия тонких пленок, изучение которых показало, что формируя оксидное покрытие различными методами, можно получать прозрачную пленку диоксида титана, как при высокой температуре (рутил) - методом магнетронного напыления с термическим оксидированием, так и при низкой температуре до 420 К (анатаз) - методом реактивного магнетронного напыления. Таким образом, синтезируя тонкие оксидные пленки в различных условиях, можно управлять структурой формируемого покрытия.

В диссертационной работе показана возможность управления электрофизическими свойствами сложных оксидных пленок за счет модификации оксида титана ниобием, индием и оловом, без ухудшения при этом их оптических свойств.

Важным результатом является и отмеченный факт, что модификация пленок диоксида титана ниобием, индием и оловом может оказывать значительно влияние на зонную структуру материала за счет образования дополнительной дефектности оксидного слоя.

Работа оформлена на высоком уровне, диссертация написана хорошим научным языком. Автореферат полно передает содержание диссертации. Сформулированные автором общие выводы по работе полноценно и объективно отражают содержание диссертации, научную и практическую значимость, полученных результатов.

Однако, стоит отметить, что в ходе чтения работы возник **ряд замечаний и рекомендаций:**

1. Данные элементного анализа, полученные методом ЭДА представлены не в полном объеме, отсутствуют данные по кислороду, рефлексам от подложек и других примесей, которые могут быть в составе пленки.

2. Недостаточно проработан вопрос изучения механизма проводимости в легированных оксидных тонких пленках, роль дефектов возникающих в процессе модифицирования ниобием, индием и оловом ясна не полностью.

3. Присутствует некоторое количество пунктуационных ошибок и опечаток: на странице 108 описывается метод нахождения энергии активации по углу наклона линейного участка $\ln \sigma (1/T)$ к оси $1/T$, хотя на графиках отображены зависимости сопротивления $R(T)$ от температуры T .

Приведенные замечания не снижают положительного впечатления от диссертационной работы и не влияют на общую высокую оценку работы.

Результаты работы могут быть использованы при проведении научных исследований в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Институте химии твердого тела УрО РАН, Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Липецком государственном техническом университете, Воронежском государственном университете, Воронежском государственном техническом университете. Помимо образовательных учреждений результаты работы, могут быть использованы на научно-исследовательских и производственных предприятиях полупроводниковой и

микроэлектронной промышленности, таких как ОАО «НИИПМ» г. Воронеж, АО «ВЗПП-С» и АО «ВЗПП-Микрон» г. Воронеж, ОАО «НИЭТ» и др.

Диссертация Лобанова М. В. «Структура и свойства тонкопленочного диоксида титана модифицированного ниобием, индием и оловом» является научно-квалификационной работой, обладающей высокой научной новизной, имеющей большое теоретическое и практическое значение для химии твердого тела. Диссертация соответствует специальности 02.00.21 – химия твердого тела, отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением № 842 Правительства российской Федерации от 24 сентября 2013 года как научная квалификационная работа, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития методов нанесения оксидных пленок разного состава с широким диапазоном толщины. Автор Лобанов Михаил Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела.

Отзыв заслушан и единогласно утвержден на заседании кафедры химии Metallургического института Липецкого государственного технического университета, протокол № 7 от 5 мая 2015 г. Отзыв составлен заведующим кафедрой химии, д.х.н., доц. Салтыковым С.Н.

Заведующий кафедрой химии
металлургического института
Липецкого государственного
технического университета,
доктор химических наук, доцент
398600, Россия, г. Липецк, ул. Московская, д.30
Тел.: 8(4742)32-81-55
E-mail: kaf-chem@stu.lipetsk.ru

6 мая 2015 г.

Салтыков
Сергей Николаевич

