

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.055.02 НА БАЗЕ
Федерального Государственного бюджетного учреждения науки Института
физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук
(ИФ СО РАН) по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 октября 2014 г. протокол № 11

О присуждении Тамбасову Игорю Анатольевичу, Россия, ученой степени
кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Тонкие In_2O_3 , $\text{Fe} - \text{In}_2\text{O}_3$ и $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{ZnO}$ пленки, полученные
твердофазными реакциями: структурные, оптические, электрические и магнитные
свойства» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния
принята к защите 27 июня 2014 г., протокол №6 диссертационным советом
Д 003.055.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской
академии наук, (ФАНО) 660036 г. Красноярск Академгородок, 50, строение № 38
и утвержденного приказом №714/НК Минобрнауки России от 02.11.2012 г.

Соискатель Тамбасов Игорь Анатольевич 1987 года рождения, в 2010 году
соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего про-
фессионального образования «Сибирский государственный аэрокосмический
университет имени академика М. Ф. Решетнева». В 2014 году соискатель освоил
программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на базе ИФ
СО РАН, где работает младшим научным сотрудником.

Диссертация выполнена в лаборатории физики магнитных пленок,
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Мягков
Виктор Григорьевич, старший научный сотрудник лаборатории физики
магнитных пленок ИФ СО РАН

Официальные оппоненты:

1. Лепешев Анатолий Александрович, доктор технических наук, профессор,
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ),
зав. кафедры ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии».
2. Кузовникова Людмила Александровна, кандидат физико-математических наук,
доцент, Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет путей сообщения».

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН) г. Красноярск в своем положительном заключении, подписанном Жижаевым Анатолием Михайловичем, к.т.н., заведующим лабораторией рентгеновских и спектральных методов анализа, указала, что разработка физико-химических подходов, которые можно использовать для разработки новых недорогих и низкотемпературных технологий синтеза прозрачных проводящих оксидов и прозрачных проводящих магнитных оксидов, является весьма перспективной и актуальной задачей в материаловедении и физике полупроводников.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 6 работ, опубликованных в рецензированных научных изданиях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Тамбасов, И.А. Структурные и оптические свойства тонких пленок In_2O_3 , полученных автоволновым окислением / И.А. Тамбасов, В.Г. Мягков, А.А. Иваненко, И.В. Немцев, Л.Е. Быкова, Г.Н. Бондаренко, Ю.Л. Михлин, И.А. Максимов, В.В. Иванов, С.В. Балашов, Д.С. Карпенко // Физика и техника полупроводников. – 2013. – Т. 47, № 4. – С. 546-550.
2. Тамбасов, И.А. Влияние фотонной обработки и температуры на проводимость In_2O_3 пленок, полученных автоволновым окислением / И. Тамбасов, И. Немцев, Д. Савранский, А. Мацынин, Е. Ежикова // Вестник СибГАУ. – 2013. – Т. 49, № 3. – С. 103-106.
3. Тамбасов, И.А. Эффект фотооблучения и температуры на электрические и оптические свойства In_2O_3 пленок, полученных автоволновым окислением / И.А. Тамбасов, В.Г. Мягков, А.А. Иваненко, Л.Е. Быкова, Е.В. Ежикова, И.А. Максимов, В.В. Иванов // Физика и техника полупроводников. – 2014. – Т. 48, № 2. – С. 220-224.
4. Tambasov, I.A. Reversible UV induced metal-semiconductor transition in In_2O_3 thin films prepared by autowave oxidation / I.A. Tambasov, V.G. Maygkov, A.S.

- Tarasov, A.A. Ivanenko, L.E. Bykova, I.V. Nemtsev, E.V. Eremin, E.V. Yozhikova // Semiconductor science and technology. –2014. –Т. 29, № 8. – С.082001.
5. Myagkov, V.G. Solid State Synthesis and Characterization of ferromagnetic nanocomposite Fe-In₂O₃ thin films / V.G. Myagkov, I.A. Tambasov, O.A. Bayukov, V.S. Zhigalov, L.E. Bykova, Y.L. Mikhlin, M.N. Volochaev, G.N. Bondarenko // Journal of Alloys and Compounds –2014. – Т. 612. – С. 189-194.
 6. Bykova, L.E. Magnetic and structural properties of nanocomposite ZnO- Fe₃O₄ films prepared by solid-state synthesis / L.E. Bykova, V.G. Myagkov, I.A. Tambasov, O.A. Bayukov, V.S. Zhigalov, Y.L. Mikhlin, I.V. Nemtsev, G.N. Bondarenko // Solid state phenomena. – 2014. – Т. 215. – С. 158-162.

Объем публикаций 2 п.л.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: *ИХХТ СО РАН* – отзыв положительный. Замечания: 1) Соискатель не дает объяснения, почему напыление индия в низком вакууме (1,5 Торр) приводит к образованию металлических покрытий с небольшой примесью оксида, тогда как быстрый нагрев подложки с осажденным металлом в более высоком вакууме (0,5 Торр) приводит к его полному окислению. Не представлены балансовые и термодинамические расчеты. Достаточно ли кислорода в камере для окисления индия? Если – да, то после «выжигания» кислорода вакуум должен ощутимо улучшиться. Наблюдался ли такой эффект? По термитным реакциям таких вопросов не возникает – там ясен источник кислорода.

2) Непонятен способ нагрева подложки и инициации автоволнового окисления (в работе данные отсутствуют). Почему окисление при равномерном нагреве подложки идет слева направо, а не наоборот, или, например, снизу вверх? *Кузовникова Л.А.* - отзыв положительный. Замечания: в главе 5 (стр.84) указано, что при получении пленок Fe-In₂O₃ проводился отжиг системы до 250оС. Температура начала реакции, как было определено из измерений намагниченности и сопротивления образцов, составляла ~450К. Используемая реакция названа экзотермической, что является, по мнению автора, причиной

волны горения при синтезе. Однако экспериментальных или расчетных данных о количестве выделяемой теплоты при синтезе не приводится

Лепешев А.А.- отзыв положительный. Замечание: в работе утверждается, что при твердофазной реакции на пленке сначала образуется зародыш, который затем разрастается на всю поверхность пленки (стр.61). Как правило, понятие зародыш относят к монокристаллическому образованию. Так что на пленке? Согласно приведенного РФА, это зерна размером 25нм. Тогда центров зародышеобразования должно быть множество

От к.ф.-м.н. *В.А. Володина*, отзыв положительный, замечания связаны с некоторыми небрежностями в оформлении. От д.ф.-м.н. *А.А. Гаврюлика*, отзыв положительный, замечание связано с отсутствием модельных представлений наблюдаемых эффектов. От д.ф.-м.н. *В.К. Смолякова*, отзыв положительный. Замечаний нет. От к.ф.-м.н. *Ю.Н. Панченко*, отзыв положительный, замечания: 1) не указаны длины волн и мощность УФ излучателя; 2) не указан диапазон изменения коэффициента пропускания при проведении реакции. От д.ф.-м.н. *Ю.Г. Морозова*, отзыв положительный, замечание связано с тем, что полученные результаты не подходят для объяснения природы ферромагнетизма в разбавленных магнитных полупроводниках.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что тематика проводимых исследований официальных оппонентов и ведущей организации близка с диссертацией соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что целью настоящей диссертационной работы являлось разработка новых методов синтеза тонких поликристаллических пленок In_2O_3 и тонких композитных пленок $\text{Fe} - \text{In}_2\text{O}_3$, $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{ZnO}$ с помощью твердофазных реакций, а так же исследования их структурных, оптических, электрических и магнитных свойств. На основании выполненных исследований соискателем получены следующие основные результаты:

- Разработан новый низкотемпературный способ синтеза тонких In_2O_3 пленок с помощью твердофазной реакцией автоволнового окисления. Показано, что получаемые пленки обладают однородной структурой по плоскости и глубине по сравнению с исходным образцом; после реакции автоволнового окисления коэффициент пропускания в диапазоне длин волн 400 – 1100 нм значительно

увеличивается (средний коэффициент пропускания порядка $\sim 86\%$), при удельном сопротивлении пленок $\sim 10^{-2}$ Ом·см.

- Впервые показано, что УФ облучение индуцирует в тонких In_2O_3 пленках изменение типа проводимости металл-полупроводник с температурой перехода ~ 100 К. Продemonстрировано, что изменение является обратимым и возобновляемым. Показано, что УФ излучение и температура влияют на изменение электрических и оптических свойств исследованных пленок.

- Разработан новый способ твердофазного синтеза тонких композитных пленок $\text{Fe} - \text{In}_2\text{O}_3$, ферромагнитных при комнатной температуре, с низкой температурой начала протекания твердофазной реакции ($\sim 180^\circ\text{C}$). Впервые получены тонкие композитные пленки $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{ZnO}$, которые имеют высокую намагниченность при комнатной температуре, при низкой температуре начала протекания реакции ($\sim 24^\circ\text{C}$). Выявлены структурные особенности, определяющие наличие магнитных свойств синтезированных пленок.

Теоретическая значимость исследования определяются созданием функциональных тонких пленок на основе прозрачных проводящих оксидов и прозрачных проводящих магнитных оксидов, путем нагрева реакционных пленок и формированием волны горения.

Значение полученных соискателем результатов для практики определяется тем, что им разработана простая и низкотемпературная технология получения тонких проводящих прозрачных пленок In_2O_3 , позволяющая проводить их синтез на термочувствительных подложках. Предложенная технология может быть использована для синтеза других металлооксидных полупроводниковых тонких пленок. Результаты исследований электрических и оптических свойств полученных пленок могут быть использованы для анализа свойств покрытий космических аппаратов, а так же при разработке газовых сенсоров на основе прозрачных проводящих оксидов.

Оценка достоверности результатов выявила, что в работе использованы современные методы исследования структурных, оптических, электрических и магнитных свойств тонких пленок. Корректность выполненных измерений подтверждается также согласием их результатов с данными по свойствам исследованных материалов, полученными другими методами.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач настоящей диссертационной работы, изготовлении образцов и активном участии в

проведении исследований и интерпретации полученных результатов, в подготовке и написании научных статей по результатам исследований.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного и четкого плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, согласованностью и взаимосвязанностью выводов.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, и принято решение присудить Тамбасову Игорю Анатольевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 10 докторов наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, 9 докторов наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 19, «против» – 0, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета Д 003.055.02

д.ф.-м.н., академик

В.Ф. Шабанов

Ученый секретарь диссертационного совета Д 003.055.02

д.ф.-м.н., с.н.с.

27.10.2014 г.

А. Н. Втюрин

