

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Тамбасова Игоря Анатольевича «Тонкие In_2O_3 , $\text{Fe-In}_2\text{O}_3$ и $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{ZnO}$ пленки, полученные твердофазными реакциями: структурные, оптические, электрические и магнитные свойства», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния

В современной науке и технике одним из актуальных направлений является синтез и исследование прозрачных проводящих оксидов, в том числе и прозрачных проводящих магнитных оксидов, необходимых для развития микро- и нанoeлектроники. Особое внимание уделяется созданию недорогих низкотемпературных методов синтеза таких материалов в виде тонких пленок на термочувствительных подложках. Поэтому любые новые экспериментальные результаты, полученные в этой области, являются актуальными и представляют интерес для науки и практики. В настоящее время значительный интерес вызывают пленки на основе оксида индия. Оптические и электрические свойства таких систем, а также исследования комплексного влияния температуры и фотооблучения на их оптоэлектронные свойства представляют интерес для различных практических применений.

Исходя из сказанного считаю, что поставленная цель диссертационной работы – создание новых подходов синтеза для получения тонких поликристаллических In_2O_3 пленок и тонких композитных $\text{Fe} - \text{In}_2\text{O}_3$, $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{ZnO}$ пленок с помощью твердофазных реакций, а так же исследования их структурных, оптических, электрических и магнитных свойств – является безусловно актуальной и имеет большое научное и практическое значение.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы. Диссертация содержит 116 страниц, 54 рисунка и 4 таблицы. **В первой главе** приведен обзор литературных данных. На основе критического анализа литературных данных автором сформулированы актуальные научные проблемы и

задачи, которые были использованы для постановки целей и задач настоящей диссертационной работы.

Вторая глава посвящена методам получения и исследования образцов. В ней описаны методы исследования структурных, оптических, электрических и магнитных свойств синтезированных пленочных образцов. Для проведения исследований автором применялся комплекс экспериментальных методов, включающий электронную микроскопию, рентгеновскую дифракцию, мессбауэровскую спектроскопию, рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию, Фурье-спектроскопию и другие методы. Отсюда следует, что достоверность полученных экспериментальных данных и основных выводов работы не вызывает никаких сомнений.

В третьей главе представлен новый низкотемпературный способ синтеза тонких пленок на основе In_2O_3 с помощью твердофазной реакции автоволнового окисления в низком вакууме. Приведены результаты исследования физических свойств таких пленок. Предложен механизм синтеза пленок путем автоволнового окисления тонких пленок индия. Представлен сравнительный анализ оптических и электронных свойств пленок оксида индия, полученных разными методами. Такой анализ позволяет оценить преимущества автоволнового окисления относительно традиционно используемых методов синтеза оксида индия. Обсуждение результатов проведено на уровне современных научных представлений.

В четвертой главе представлены данные по исследованию влияния фотооблучения и температуры на оптоэлектронные свойства In_2O_3 тонких пленок. Автором впервые в тонких пленках оксида индия при низких температурах был обнаружен интересный эффект - обратимый переход металл-полупроводник, индуцированный при помощи ультрафиолетового облучения. С другой стороны, выдержка на воздухе облученных ультрафиолетовым светом пленок оксида индия подавляет такой переход. И.А.Тамбасов предлагает механизм, объясняющий этот эффект. Автором делается предположение, что фотооблучение приводит к увеличению дефектности пленки оксида индия и, следовательно, образованию новых кислородных вакансий. А выдержка пленки оксида индия на воздухе приводит к обратному процессу – диффузии кислорода в тонкую пленку оксида индия и уменьшению количества кислородных вакансий. Следует отметить

прикладную ценность этих исследований, в том числе для газовой сенсорики.

В пятой главе представлены результаты исследования структурных и магнитных свойств композитных тонких пленок $Fe-In_2O_3$, полученных твердофазным синтезом. Показано, что композитные $Fe-In_2O_3$ тонкие пленки обладают высокой намагниченностью при комнатной температуре. По схожей технологии синтеза были получены композитные Fe_3O_4-ZnO пленки. Определены структурные особенности, которые являются ответственными за магнитные свойства композитных пленок. Показано, что твердофазный синтез можно использовать для изготовления широкого круга материалов, в том числе прозрачных проводящих оксидных пленок с магнитными включениями.

Оценивая диссертационную работу в целом, можно сказать, что проделан большой объем экспериментальной работы, получен впервые целый ряд результатов, представляющих научный и практический интерес. Диссертация представляет законченное и логически выстроенное научное исследование.

При чтении работы возникли **следующие замечания и вопросы:**

1. Обзор литературы по объему составляет около 50 %.
2. Большую часть диссертационной работы И.А. Тамбасова занимают исследования влияния фотооблучения на электрические свойства пленок оксида индия. Однако исследования структуры оксида индия после фотооблучения не представлены.
3. В главе 5 (стр.84) указано, что при получении пленок $Fe-In_2O_3$ проводился отжиг системы до $250^{\circ}C$. Температура начала реакции, как было определено из измерений намагниченности и сопротивления образцов, составляла $\sim 450K$. 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.
4. Вызывает недоумение, каким образом в пункте 4 основных результатов диссертационной работы появился термин «термитная реакция», которого нет в тексте на предыдущих 97 страницах.
5. В тексте обнаруживаются многочисленные опечатки и орфографические ошибки, например, «значение перемангничивающего поля ~ 200

Эр» (стр.96); на стр.19 значение поверхностного сопротивления приведено в единицах «Ом/квадрат». В разных частях текста значения температуры указаны то в градусах Цельсия, то в Кельвинах, что затрудняет чтение и понимание работы.

Сделанные замечания не затрагивают в целом основных выводов работы и не снижают ее ценности для науки и практики. Автореферат полностью отражает основные положения и выводы диссертации. Научные результаты, изложенные в автореферате и диссертации, опубликованы в 6 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Кроме того, основные результаты работы доложены на 10 Всероссийских и международных конференциях.

Считаю, что диссертационная работа «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» отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Тамбасов Игорь Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент

доцент кафедры «Математические
и естественнонаучные дисциплины»

Красноярского института железнодорожного транспорта,

канд. физ.-мат. наук,

доцент,

ученый секретарь ученого совета КрИЖТ ИрГУПС



Л.А. Кузовникова

Красноярский институт железнодорожного транспорта
ул. Ладо Кецховели, 89, г. Красноярск, 660028,
Тел./факс (391)248-16-44,243-73-06.
E-mail kuzovnikova_la@krsk.irgups.ru

СПИСОК

опубликованных научных работ

Кузовниковой Людмилы Александровны

(за последние 5 лет.)

1. Исхаков Р.С., Кузовникова Л.А., Денисова Е.А., Комогорцев С.В., Балаев А.Д. Сплавы Co-Cu, полученные механическим сплавлением из порошковых прекурсоров с различной контактной поверхностью и эргонасыщенностью // ФММ. - 2009. - Т.107, №5. - С.513-519.
2. Denisova E.A., Kuzovnikova L.A., Komogortsev S.V., Balaev A.D., Mal'tsev V.K. Co-Cu alloys synthesized by mechanical alloying from the powder precursors with excess enthalpy // Proceedings of the International Conference «Physics, Chemistry and Application of Nanostructures» «NANOMEETING 2009», Minsk, Belarus, 2009, p.272-275.
3. Denisova E.A., Kuzovnikova L.A., Komogortsev S.V., Iskhakov R.S. Magnetic properties of nanocrystalline alloys produced from core-shell Co-Cu particles by mechanical alloying // Book of abstracts Euro-Asian Symposium “Trends in Magnetism” (EASTMAG-2010) Ekaterinburg, 2010, p. 192.
4. Денисова Е.А., Кузовникова Л.А., Чеканова Л.А., Исхаков Р.С. Механосинтез и исследование магнитных свойств нанокompозитов «металл-диэлектрик» // Тезисы докладов IV Байкальской международной конференции «Магнитные материалы. Новые технологии», (VICMM-2010), Иркутск, 2010, с.132.
5. Kuzovnikova L., Denisova E., Kuzovnikov A., Iskhakov R., Lepeshev A. Magnetic properties of nanostructured Co-based alloys produced by dynamic compaction and plasma deposition // Solid State Phenomena. - 2012. - V.190. - P.192-195.
6. Кузовникова Л.А., Чеканова Л.А., Денисова Е.А., Комогорцев С.В., Исхаков Р.С., Балаев А.Д. Магнитные свойства композиционных порошков $(Co_{100-y}P_y)_{100-x}/Cu_x$ и $Ni_{100-x}P_x/Co_{93}P_7$ // Сборник трудов XXII Международной конференции «Новое в магнетизме и магнитных материалах» (НМММ- XXII). Астрахань. 2012. С.465-468.
7. Денисова Е.А., Кузовникова Л.А., Исхаков Р.С. и др. Получение объемных наноструктурированных сплавов кобальта с использованием методов порошковой металлургии // Сборник материалов IV Международной конференции

с элементами научной школы для молодежи «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества» (ФНМ-2012). Суздаль. 2012. С.38-40.

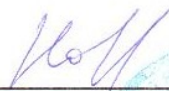
8. Kuzovnikova L.A., Chekanova L.A., Denisova E.A., Komogortsev S.V., Iskhakov R.S., Balaev A.D. Synthesis and Magnetic Properties of CoP/Cu and NiP/CoP composite particle // Book of abstr. 19th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructural Materials (ISMANAM-2012), Moskow, Russia. 2012. P.206.

9. Kuzovnikova L.A., Denisova E.A., Chekanova L.A. Magnetic nanocomposite $Al_2O_3/Co_{100-x}P_x$ particles: structure and magnetic properties // Book of abstr. 19th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructural Materials (ISMANAM-2012), Moskow, Russia. 2012. P.149.

10. Denisova E.A., Kuzovnikova L.A., Iskhakov R.S., Bukaemskiy A. A., Eremin E.V., Nemtsev I. V. Effect of ball milling and dynamic compaction on magnetic properties of $Al_2O_3/Co(P)$ composite particles // Journal of Applied Physics. – 2014. – V.115. - 17B530.


Список верен:

Заведующий кафедрой «МиЕНД» _____



П.В. Новиков

Ученый секретарь ученого совета
КриЖТ ИрГУПС _____



Л.А. Кузовникова

«01» октября 2014 года