

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Алтунина Романа Руслановича

“Фазообразование при твердофазных реакциях в тонких пленках на основе Al/Au и Fe/Si”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Развитие современной электронной промышленности во многом определяется миниатюризацией основных составляющих компонентов. Надежность микроэлектронных устройств обуславливается, прежде всего, стабильностью физико-химических свойств тонкопленочных систем. При переходе в наноразмерную область становятся весьма значимыми размерные эффекты, не проявляемые (или слабо проявляемые) для компактных материалов. Так наблюдается необычное сочетание термодинамических, механических, электрических и других свойств систем, в том числе и температур фазовых переходов. Так в тонкопленочных системах, при температурах $0,1-0,5 \cdot T_{пл}$ заметно проявляется протекание твердофазных реакций в бинарных системах. Для микроэлектроники в самом общем виде можно выделить две основные группы бинарных систем: металл-металл и металл-полупроводник. К одним из наиболее востребованных в первом случае можно отнести систему алюминий-золото, а во втором железо-кремний. Образование новых соединений приводит к новому набору физико-химических свойств привлекательных как с научной, так и с практической точки зрения, поэтому представляемая диссертационная работа Алтунина Романа Руслановича является безусловно актуальной. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, ФЦП, Министерства образования и науки, что также подтверждает актуальность темы.

Достоверность полученных результатов обусловлена применением современного научного оборудования (просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100, оборудованный энергодисперсионным спектрометром Oxford Inca x-sight, высоковакуумная модульная установка Bal-Tec MED-020, эффективное оборудование пробоподготовки), надежного математического аппарата, а также использованием современных кристаллографических баз данных.

На основании глубокого, тщательно выверенного обзора современного состояния дел по проблематике диссертации, а именно, процессов фазообразования в тонкопленочных системах Al/Au и Fe/Si, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

На основании *in situ* электронно-микроскопических исследований твердофазных процессов, протекающих в тонких пленках, автором получена новая фундаментальная информация о формирующихся в процессе нагрева фазах и температурах начала твердофазных реакций (в системах Al/Au и Fe/Si).

Безусловную практическую ценность работы Алтунина Р. Р. представляет установление границ структурной и фазовой устойчивости тонкопленочных систем на основе алюминий-золото и железо-кремний.

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка цитируемой литературы (114 источников). Работа изложена на 121 странице, содержит 46 рисунков и 15 таблиц.

Принципиальных вопросов по представляемой работе нет, в качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Некоторая небрежность в оформлении диссертации: нет единообразия в оформлении рисунков (плавающий размер рисунков, метки на осях встречаются во всевозможных вариантах: внутрь, наружу, пересекающие ось; на рис. 14 практически не различимы маркеры, и

т.д); наличие не до конца заполненных страниц (на стр. 10, 28, 29, 57, 59, 63).

2. При указании чистоты металла некорректная запись «...использовали только чистые исходные материалы...» Здесь следовало бы указать класс металла, например, ... использовали металлы класса В ...
3. Чем можно объяснить факт занижения (эксперимент – литературные данные) примерно в 2 раза интенсивности пиков 4 и 9 в табл. 10 на стр. 57?
4. На стр. 70 температурные различия (111°C и 114°C) практически не различимы, являются ли в этом случае изменения интенсивностей дифракционной картины статистически значимыми?
5. В диссертационной работе не указано – проводили ли расчет изменения энергии Гиббса, для исследуемых твердофазных реакций?

Отмеченные замечания носят частный характер, являются несущественными и не снижают общей положительной оценки работы.

Полученные автором результаты достоверны и не вызывают сомнений, а заключения и выводы обоснованы. Защищаемые положения не противоречат известным достижениям фундаментальных и прикладных научных дисциплин.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Основные материалы диссертации широко освещены в рецензируемых журналах. Из них 5 статей в рецензируемых изданиях. Кроме того, работа была апробирована на многочисленных тематических международных и всероссийских конференциях.

Считаю, что диссертационная работа «Фазообразование при твердофазных реакциях в тонких пленках на основе Al/Au и Fe/Si» отвечает критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Алтунин Роман Русланович, заслуживает присуждения

учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент

Белоусов Олег Владиславович

кандидат химических наук, доцент,

старший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт химии и химической технологии

Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН)

660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 24

Тел. 8(391)2051929,

E-mail: ov_bel@icct.ru

08.12.2014

Подпись Белоусова О.В. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета

ИХХТ СО РАН



Шор Е.А.

СПИСОК
Опубликованных научных работ
Белоусова Олега Владиславовича

	Наименование труда открытия, изобретения	Печатный рукопись	Название издательства, журнала	Год издания, № журнала	Фамилии Соавторов
1	Автоклавная переработка алюмо-платино-рениевых катализаторов	Печат.	Журн. прикл. химии	2010, Т.83, № 6, с. 1032-1034	Дорохова Л.И., Мамонов С.Н.
2	Термодинамические характеристики укрупнения высокодисперсного палладия	Печат.	Журн. физ. химии	2011, №1 с. 41-46	Борисов Р.В., Жарков С.М., Самойло А.С.
3	Formation of Bimetallic Au-Pd and Au-Pt Nanoparticles under Hydrothermal Conditions and Microwave Irradiation	Печат.	Langmuir	2011, vol. 27, Issue 18 p. 11697-11703	Belousova N.V., Sirotina A.V., Solovyov L.A., Zhyzhaev A.M., Zharkov S. M., Mikhlin Y.L.
4	Взаимодействие высокодисперсных порошков палладия и платины с хлорокомплексами золота (III) в гидротермальных условиях	Печат.	Журн. неорг. химии	2012, Т.57, вып. 1, с. 18-23	Белоусова Н.В., Сиротина А.В., Парфенов В.А.
5	Окислительно-восстановительные потенциалы золото-палладиевых порошков в водных растворах H_2PdCl_4	Печат.	Журн. физ. химии	2012, №3 с. 557-562	Борисов Р.В., Жарков С.М., Парфенов В.А., Дорохова Л. И.
6	Термостимулированные превращения высокодисперсных порошков металлов платиновой группы в атмосфере аргона	Печат.	Журн. физ. химии	2014 № 10. с. 1544-1550.	Борисов Р.В., Иртюго Л.А

Автор _____

Белоусов О.В.

Ученый
секретарь _____

Шор Е.А.

