

Отзыв
на автореферат диссертации Балашова Юрия Юрьевича
«ТВЕРДОФАЗНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ПЛЕНКАХ Sn/Cu, Sn/Fe и Sn/Fe/Cu»,
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических
наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния

В тонкопленочных системах, содержащих легкоплавкий компонент (например, Sn), используемых в микроэлектронике, могут протекать твердофазные превращения, информация о которых интересна не только с фундаментальной, но и с прикладной точки зрения. В диссертационной работе Ю. Ю. Балашова установлен фазовый состав многофазных пленок формирующихся в результате твердофазных превращений при нагреве тонкопленочных систем Sn/Cu, Sn/Fe и Sn/Fe/Cu, оценены температурные интервалы, характерные для формирования и существования определенного фазового состава, как при изотермическом отжиге, так и при непрерывном нагреве. Термодинамический анализ данных, полученных методом рентгенофазового анализа, может рассматриваться как дополнительный способ качественной оценки средней энергии Гиббса системы фаз в исследуемых пленках. Автором предложена и обоснована схема превращений, объясняющая необычную наблюдаемую инверсию в расположении слоев, формирующихся при нагреве пленки Sn/Fe/Cu.

Достоверность результатов обеспечивается использованием хорошо зарекомендовавших себя методов синтеза материалов и структур, а также использованием современных экспериментальных методов исследования. Полученная в работе информация важна в контексте надежности паянных соединений на основе контактов Sn/Cu при их нагреве. Все это позволяет считать диссертационную работу законченным исследованием.

К недостаткам работы следует отнести сложносчитываемую информацию, представленную на стр.9 при описании раздела 3.1. Цитирую текст: «Исследованиям системы предшествовало измерение электросопротивления R пленки Sn(200 нм)/Cu(30 нм) при постоянном нагреве образца в вакуумной камере (рисунок 1). Полученный график $R(T)$ пленки Sn/Cu дает возможность судить о начале и завершении необратимых процессов при нагреве пленок и пр.» Но на рис.1, как следует из подписи, представлены рентгенограммы и автор в следующем абзаце пишет, что «Рентгеновский дифракционный анализ (рисунок 1) исходных образцов (с общей толщиной 170 нм) и после этапов их отжига показывает, что исходный образец полностью состоит из чистых слоев β -Sn и Cu». Как из рис.1 сделан вывод «снижение электросопротивления при 95°C», непонятно.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки рассматриваемого автореферата. Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней и специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния. Основное содержание работы отражено в публикациях автора в открытых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Поэтому я считаю, что Балашов Ю.Ю. вполне заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Доцент кафедры физики, кандидат физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния», доцент.

Валентина Анатольевна Степанова
20.05.2025

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации».

Адрес: 125493, г. Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20;
тел. +7 (499) 459-07-01, info@mstuca.acro, <http://www.mstuca.ru/>

Согласен на обработку персональных данных.



Подпись Степановой В.А. заверяю
М.П. Степанова В.А.