

## О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Алмаева Алексея Викторовича «Электрические и газочувствительные характеристики сенсоров водорода на основе тонких пленок диоксида олова», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Диссертация Алексея Викторовича Алмаева направлена на изучение электрофизических характеристик тонких пленок  $\text{SnO}_2$  с различными модификаторами при контакте с водород-содержащими газовыми средами. Данная тема является весьма актуальной в настоящее время в виду необходимости создания компактных и стабильных во времени датчиков концентрации водорода в воздушной среде.

Основные полученные в работе результаты связаны с конструированием теоретической модели взаимодействия поликристаллической пленки  $\text{SnO}_2$  с химически-активными компонентами сухого и влажного воздуха с примесью водорода. Полученные концептуальные теоретические представления использовались автором для интерпретации результатов электрофизических измерений характеристик приборных структур на основе пленок  $\text{SnO}_2$ , модифицированных некоторыми металлами. Рассмотрены вопросы долговременной стабильности сенсорных структур и определены наиболее перспективные модификаторы. Предложен метод определения изгиба энергетических зон на границах раздела нанокристаллов  $\text{SnO}_2$  в поликристаллической плёнке оксида. В результате анализа температурных зависимостей проводимости сенсоров показано, что нанокристаллы  $\text{SnO}_2$  содержат глубокую донорную примесь с энергией активации  $\sim 0.40$  эВ.

Автореферат диссертации характеризуется весьма последовательным изложением теоретических построений и результатов электрофизических экспериментов. Однако материаловедческое описание объектов исследования представлено в крайне фрагментарном виде, что затрудняет сопоставление физико-химических и электрофизических характеристик исследуемых пленок  $\text{SnO}_2$ . Следует отметить, что автореферат сравнительно грамотно написан и хорошо иллюстрирован графически в электрофизической части изложения, однако не лишен некоторых недостатков:

1. Ключевым объектом исследований, судя по названию работы и первым восьми страницам автореферата, являлись пленки  $\text{SnO}_2$ . В то же время, на стр. 8 автореферата четко указано, что все образцы пленок получены реактивным распылением мишени из сплава  $\text{Sn}+\text{Sb}$ , то есть заведомо содержат примесь оксидов сурьмы. Следует пояснить причину такого несоответствия декларируемого и реального объектов исследования и детально представить роль сурьмы и ее количество в пленках.
2. Что такое «фотолитографическая гравировка»? Каким методом определялась толщина пленок  $(\text{Sn},\text{Sb})\text{O}_2$ ? Стр. 10.
3. В автореферате совершенно отсутствуют результаты структурных и микроструктурных исследований полученных оксидных пленок. Соответственно, фазовый состав пленок, размеры и форма «нанокристаллов»  $\text{SnO}_2$ , а также форма вхождения металлических модификаторов совершенно неясны. Весьма важно услышать комментарии автора по данным вопросам.

Тем не менее, указанные недостатки автореферата носят локальный характер. Основные защищаемые положения, новизна и практическая ценность представленного исследования сомнений не вызывают. Работа хорошо апробирована на научных

конференциях и в достаточной для выполнения требований ВАК степени отражена в отечественной и зарубежной печати.

Таким образом, по актуальности, новизне, научной и практической значимости работа вполне соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Алмаев Алексей Викторович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Заведующий лабораторией оптических материалов и структур  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова  
Сибирского отделения Российской академии наук  
630090, г. Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, 13

13.03.2018

Атучин Виктор Валерьевич

К.ф.-м.н.

Специальность 01.04.07 - «физика конденсированного состояния»

т. (383) 330-88-89,

E-mail: [atuchin@isp.nsc.ru](mailto:atuchin@isp.nsc.ru)

Подпись В.В. Атучина удостоверяю  
Ученый секретарь  
Института физики полупроводников СО РАН  
к.ф.-м.н.



С.А. Аржанникова