

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Смирнова Андрея Николаевича
«Структура, термостойкость и электрические свойства многослойных наноструктур
(Mg/NbO_n)₈₂, (Mg/ZrO₂)₅₂, (Ni/ZrO₂)₇₂», представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.3.8. Физика конденсированного состояния

Многослойные наноструктуры металл\диэлектрик являются актуальными объектами, как с точки зрения теоретических исследований, так и с точки зрения практического применения. В таких структурах важным фактором является не только элементный состав фаз, но и геометрический аспект, а именно, толщина слоёв каждой фазы. Толщина слоёв влияет как на отклик многослойной системы на внешние воздействия (например, на воздействие электромагнитного поля), так и на свойства самой системы в целом. Например, толщина определяет морфологию слоёв металла (островковую или сплошную), характер магнитного взаимодействия, возникающего между магнитными слоями и т.д. В этой связи тема диссертации, посвящённой исследованию электрических свойств и термической устойчивости многослойных наноструктур (Mg/NbO_n)₈₂, (Mg/ZrO₂)₅₂, (Ni/ZrO₂)₇₂ в зависимости от толщины металлических слоёв является важной и, безусловно, актуальной.

В работе исследован фазовый состав, структура, морфология и электрические свойства многослойных образцов (Mg/NbO_n)₈₂, (Mg/ZrO₂)₅₂, (Ni/ZrO₂)₇₂ в зависимости от толщины металлических слоёв, которая меняется от образца к образцу. Исследована термическая устойчивость многослойных наноструктур и характер изменения электрических свойств при нагреве в зависимости от толщины (фактически от морфологии) металлических слоёв. Изучено влияние химической активности материала слоёв (Mg или Ni, NbO_n или ZrO₂) на свойства наноструктур в исходном состоянии и при термическом воздействии.

В диссертации получены новые результаты, характеризующиеся научной новизной и практической значимостью. К таковым можно отнести следующее:

Установлен эффект стабилизации метастабильных модификаций беспримесного диоксида циркония кислородными вакансиями. Обнаружен эффект возрастания плотности электронных состояний на уровне Ферми в слоях диоксида циркония после отжига доперколяционных наноструктур (Mg/ZrO₂)₅₂. Установлены механизмы, объясняющие резкое увеличение электросопротивления многослойных наноструктур (Mg/NbO_n)₈₂, (Mg/ZrO₂)₅₂, (Ni/ZrO₂)₇₂ при нагреве и показана определяющая роль химической активности фаз, формирующих наноструктуры, в реализации конкретного механизма. Установлено влияние морфологии металлических слоёв на электрические свойства наноструктур.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. При исследовании многослойных структур принципиально важно то, как располагаются зонды на образцах и как ориентирован ток относительно слоёв системы («перпендикулярно» слоям или «вдоль» слоёв). В автореферате про это ничего не сказано.

2. Многослойность систем $(\text{Mg}/\text{NbO}_n)_{82}$ и $(\text{Mg}/\text{ZrO}_2)_{52}$ однозначно подтверждается результатами высокоразрешающей ПЭМ. Следовало проделать такое же исследование и для третьей многослойной системы - $(\text{Ni}/\text{ZrO}_2)_{72}$.

Данные замечания не сказываются на общей положительной оценке работы. Диссертация «Структура, термостойкость и электрические свойства многослойных наноструктур $(\text{Mg}/\text{NbO}_n)_{82}$, $(\text{Mg}/\text{ZrO}_2)_{52}$, $(\text{Ni}/\text{ZrO}_2)_{72}$ » представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая как по качественным, так и по количественным показателям соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Смирнов А.Н. достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния.

д.т.н., проф.

И.Н.Гончаров

12.03.2025

Гончаров Игорь Николаевич,

профессор кафедры «Электронные приборы»

Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) (ФГБОУ ВО СКГМИ (ГТУ))

362021, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44

Тел: +7 (8672) 407-443,

e-mail: goncharov-scgtu@mail.ru

Диссертация защищена по специальности 05.13.12 «Системы автоматизированного проектирования» (промышленность)

Диссертация защищена по специальности 05.13.12 «Системы автоматизированного проектирования» (промышленность)
Ф. Сергеева
Бессереда

ВНИИХ
ФГБОУ ВО СКГМИ (ГТУ)