

ОТЗЫВ

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

Многослойные наноструктуры получили широкое распространение в различных областях микроэлектроники и микросистемной техники, обеспечивая формирование объектов с уникальными физическими характеристиками. В таких наноструктурированных системах, особенно если толщина слоёв не превышает нескольких нанометров, реализуются квантовые и размерные эффекты, возникают сложные типы магнитного упорядочения, связанные с периодическим изменением знака обменного интеграла, реализуются большие значения туннельного магнитосопротивления и т.п. Большое количество практических приложений многослойных наноструктур связано с их нагревом, что может приводить к межфазному взаимодействию и последующему разрушению слоистого распределения материала. Поэтому важным, как с фундаментальной, так и с практической точек зрения, является установление закономерностей влияния морфологии, толщины слоёв и элементного состава фаз на термостойкость многослойных наноструктур и изменение их физических свойств при нагреве. В этом контексте тема диссертации Смирнова А.Н. «Структура, термостойкость и электрические свойства многослойных наноструктур (Mg/NbO_n)₈₂, (Mg/ZrO₂)₅₂, (Ni/ZrO₂)₇₂» является важной и актуальной.

Работа Смирнова А. Н. посвящена синтезу многослойных наноструктур (Mg/NbO_n)₈₂, (Mg/ZrO₂)₅₂, (Ni/ZrO₂)₇₂ с толщинами слоёв не превышающими 10 нм и сравнительному исследованию влияния толщины металлических слоёв на структуру, термостойкость и электрические свойства для систем с разной химической активностью фаз. Получен ряд результатов, характеризующихся научной новизной и практической значимостью:

- установлено образование многослойной структуры Mg-MgO при напылении пленок чистого магния на вращающиеся подложки в среде чистого аргона;
- показано, что стабилизация метастабильных модификаций беспримесного диоксида циркония может быть осуществлена кислородными вакансиями, формирующимися в процессе напыления;
- показано, что морфологический переход от дискретных металлических слоёв, образованных наночастицами к сплошным проводящим слоям в многослойных наноструктурах (Mg/NbO_n)₈₂, (Mg/ZrO₂)₅₂, (Ni/ZrO₂)₇₂, приводит к наличию электрического порога перколяции со сменой механизма электропереноса;
- установлено, что причина резкого роста сопротивления при нагреве многослойных наноструктур имеет разную физическую природу: в (Mg/NbO_n)₈₂ – окисление магния и восстановление чистого Nb; в (Mg/ZrO₂)₅₂ – окисление магния без восстановления оксида циркония; в (Ni/ZrO₂)₇₂ – разрушение двумерных слоев никеля в результате рекристаллизации;
- определены интервалы температур, в которых многослойная структура сохраняется и не происходит её разрушения.

Результаты выполненной работы широко представлены на научных конференциях, по теме диссертации опубликовано 7 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в отечественные и международные базы данных, получен патент Российской Федерации.

По тексту автореферата есть замечания:

1. При описании пленок чистого магния, напыленных на вращающиеся подложки говорится: «предполагается, что слои чистого магния оказываются разделены слоями оксида магния», но на рентгеновской дифракции пленок Mg следов образования оксида магния не наблюдается.

2. При описании многослойной наноструктуры $(\text{Mg}/\text{NbO}_n)_{82}$ говорится о том, что «несмотря на значительные фазовые изменения, происходящие при нагреве образцов, их многослойность сохраняется», но доказательств сохранения многослойности в тексте автореферата не приведено.

Приведенные замечания не снижают положительной оценки работы. Считаю, что диссертация Смирнова А. Н. представляет собой законченное научное исследование, результаты которого имеют научную и практическую ценность и соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры общей физики физического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

Сидоркин Александр Степанович

394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1

Тел. +7 (473) 220-75-21, e-mail: sidorkin@phys.vsu.ru

Докторская диссертация защищена по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Подпись Сидоркина А.С. заверяю

