

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Атановой Александры Владимировны** «Структура и свойства композиций (PZT)-LNO-SiO₂-Si, пористых пленок PZT и композитов на их основе для применения в микроэлектронике», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.20. – «Кристаллография, физика кристаллов».

Работа Атановой А.В. посвящена изучению структуры и особенностей формирования тонкопленочных композиций Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O₃-LaNiO₃-Si (PZT-LNO-Si), пористых пленок PZT и композитов PZT/Ti-O на их основе для применения в микроэлектронных устройствах. Тонкопленочные композиции на основе сегнетоэлектрика цирконата-титаната свинца (Pb(Zr_xTi_{1-x})O₃, PZT) представляют большой интерес для современных электронных технологий, в т.ч. изготовлении датчиков, запоминающих устройств, а также пьезоэлектрических микроэлектромеханических систем (MEMS). В работе Атановой А.В. рассматриваются два активно исследуемых направления в области улучшения свойств пленок PZT: поиск новых электродов вместо классического платинового и создание новых материалов, в частности, пористых сегнетоэлектрических пленок и композитов на их основе.

По первому направлению, в работе Атановой А.В. раскрыт механизм формирования пленок LNO с желаемой столбчатой структурой. Сформулированы рекомендации по рациональным условиям синтеза таких пленок.

В плане изучения структуры принципиально новых материалов – пористых пленок на основе PZT и нанокompозитов, в работе Атановой А.В., кроме классических методов электронной микроскопии, привлечён метод ФИП-РЭМ нанотомографии, позволяющий получить трехмерные модели структур и их количественные характеристики.

Полученные данные, безусловно, имеют научную и практическую значимость, так как являются основой для прогнозирования свойств пористых пленок. Кроме того, именно 3D анализ структуры позволяет сделать заключение об успешном заполнении пленок по всему объему в композитах PZT/Ti-O. При этом стоит отметить высокий уровень осуществления эксперимента и обработки данных: характеристический размер в 20 нм (пора) и в 10-20 нм (слой оксида титана) является действительно близким к предельному по разрешению для данного метода.

На основе обобщения и глубокого анализа полученных данных, сформулированы научные выводы: механизм формирования столбчатой структуры и причины отсутствия классического гетерогенного роста, причины различий размера пор в аморфных и кристаллических пористых пленках, механизм формирования закономерного распределения пор в пленках PZT и роль температуры распада порога. Установлена взаимосвязь между структурой пленок и типом и количеством добавляемых порога.

Таким образом, работа Атановой А.В. охватывает современные проблемы в области гетероструктур на основе PZT, а также открывает новые возможности в создании материалов с уникальными свойствами для микроэлектроники, и потому является актуальной и значимой как с фундаментальной, так и с практической точек зрения.

По представленному автореферату можно сделать следующее **замечание**:

1. В основном тексте автореферата редко обозначается, каким именно методом были получены те или иные структурные результаты (определение фазы, размера, состава), эти сведения содержатся преимущественно в выводах работы.

Указанное замечание не снижает положительного впечатления от работы: судя по автореферату, диссертация представляет собой законченное научное исследование, охватывающие актуальные проблемы материаловедения в области микроэлектроники. Диссертационная работа А.В. Атановой **соответствует требованиям**, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным согласно разделу II «Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842» а ее автор, Атанова Александра Владимировна, **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.20. – «Кристаллография, физика кристаллов».

Д.т.н. (05.16.06. Порошковая металлургия и композиционные материалы), доцент, профессор кафедры МТ8 «Материаловедение», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)"

23.05.23

Курганова Юлия Анатольевна

(подпись)

Контактные данные:

105005, г.Москва, ул. 2-я Бауманская, д.5, стр.1,
телефон +7 (499) 263-6309, E-mail: kurganova_ya@mail.ru



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ
НАЗАРОВ О.В.

ТЕЛ: 8-499-263-60-48

Я, Курганова Юлия Анатольевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

(подпись)