

## РЕЦЕНЗИЯ

на автореферат диссертации **Атановой Александры Владимировны** «Структура и свойства композиций (PZT)-LNO-SiO<sub>2</sub>-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».

Цирконат-титанат свинца (PZT) – важный функциональный материал для микроэлектроники, который находит применение в различных датчиках, микроэлектромеханических системах, приводах и др. Работа Атановой А.В. посвящена усовершенствованию структуры, а, следовательно, и свойств тонкопленочных композиций на основе PZT, а также изучению особенностей новых пористых и композиционных материалов на базе данного сегнетоэлектрика. Оба направления, безусловно, являются актуальными. Усовершенствование тонкопленочных композиций заключается в выявлении механизма и условий формирования столбчатой структуры нового электрода – никелата лантана (LNO), ответственного за формирование требуемых свойств функционального слоя. Выбор LNO определяется близкой структурой ко многим функциональным перовскитам, а также выгодностью синтеза таких композиций в рамках единого и простого метода – химического осаждения из растворов. Однако, LNO оказался довольно капризным материалом с точки зрения получения желаемой структуры. Решение данной проблемы, а именно: описание механизма формирования и формулировка рекомендаций по синтезу, представленные в работе Атановой А.В., представляют большую научную и практическую значимость. В то же время комплексное изучение новых пористых пленок PZT и демонстрация самой возможности получения композитов на их основе, показанные с привлечением самых современных методов структурного анализа, крайне ценны для фундаментальных основ микроэлектроники.

Автореферат диссертации написан хорошим научным языком и весьма полно отражает содержание работы, позволяя в достаточной мере ознакомиться с основными результатами работы. Среди всех основных результатов особенно хотелось бы выделить факт установления того, что механизм кристаллизации LNO на подложках SiSiO<sub>2</sub> реализуется по механизму гомогенного зарождения зерен фазы LaNiO<sub>3</sub> с последующей стадией рекристаллизации. Кроме того, все рисунки очень качественно отражают содержание текста и в полной мере дополняют текст автореферата. Достоверность полученных результатов обеспечивается применением широкого спектра современного аналитического и метрологического оборудования.

В качестве замечаний и вопросов отмечу следующее:

1. Почему для предотвращения взаимодействия пленок LNO с внешней средой не использовали вакуум или защитную атмосферу при отжиге?
2. Т.к. замена электрода в первую очередь связана с сегнетоэлектрической усталостью, то следовало бы провести циклические испытания, так как это является неотъемлемой операцией при тестировании сегнетоэлектрической памяти.

Высокий уровень кандидатской диссертации подтверждается успешными докладами результатов работы на ведущих всероссийских и международных тематических конференциях, а также публикациями в рецензируемых научных журналах.

Судя по автореферату, диссертация Атановой А.В. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно и на высоком уровне. Полученные автором результаты обоснованы, актуальны и достоверны. Указанные выше недостатки не умаляют научной и практической значимости полученных в диссертации результатов. Диссертационная работа А.В. Атановой полностью соответствует требованиям ВАК РФ и Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, А.В. Атанова, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.20. – «Кристаллография, физика кристаллов».

Кандидат физико-математических наук по специальности 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Начальник лаборатории перспективных технологических процессов (отдел разработки технологических процессов) в АО «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники».

Резванов Аскар Анварович,

26.05.2023



(подпись)

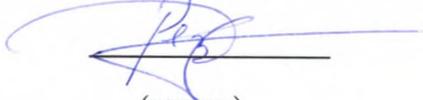
Контактные данные:

тел.: +7 495 229 74 82

Эл. почта: [arezvanov@niime.ru](mailto:arezvanov@niime.ru)

Адрес для корреспонденции: 124460, Россия, Москва, Зеленоград, улица Академика Валиева, 6/1

Я, Резванов Аскар Анварович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



(подпись)

Подпись руки Резванова А.А. заверяю  
Начальник отдела управления персоналом



(подпись)

Лизавенко М.В.