

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».

Диссертационная работа А.В. Атановой посвящена изучению тонкопленочных композиций на основе цирконата-титаната свинца $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ (PZT) – сегнетоэлектрика со структурой перовскита, широко используемого в различных устройствах микроэлектроники. В работе охвачены два современных направления исследований в данной области: 1) изучение структуры и свойств пленок $LaNiO_3$ (LNO) в качестве нового электрода для тонкопленочных гетероструктур на основе PZT, и 2) структурные исследования принципиально новых материалов – пористых пленок PZT, полученных методом химического осаждения из растворов, и композитов PZT/Ti-O на их основе.

В работе применены современные методы электронной микроскопии, дополненные рентгенофазовым анализом в качестве комплементарного метода, а также различные методы измерения электрофизических свойств. В рамках работы при изучении эволюции процессов кристаллизации электродов LNO на наноуровне впервые выявлена химическая и фазовая неоднородность и описан механизм формирования столбчатой структуры зерен через образование равноосных зерен. Исследована структура пористых пленок PZT с добавлением различных порогенов и впервые применены методы ФИП-РЭМ нанотомографии для характеристики структуры пористых пленок PZT в объеме. Полученные структурные данные позволили синтезировать композиты PZT/Ti-O путем заполнения пористых пленок методом атомно-слоевого осаждения, обладающие фотовольтаическими свойствами. Полученные данные, несомненно, представляют научный и практический интерес.

Автореферат диссертации Атановой А.В. написан понятным языком, оставляет благоприятное впечатление и вполне позволяет ознакомиться с основными результатами и выводами работы. При прочтении возникли следующие **вопросы и замечания**:

1. «...Преобладание гомогенной нуклеации даже в многослойном процессе связано с локальными искажениями кристаллической решетки, вызванными флуктуациями химического состава пленок на поверхности слоев из-за взаимодействия слоев LNO с атмосферой...».

-Из чего это следует? Как вы определили, что решетка искажена?

2. «...Формирование такой крупнозернистой структуры, а также извилистых и наклонных границ зерен может быть связано с локальными препятствиями в виде пор и возможных углеродных остатков для массопереноса, а соответственно и нуклеации и роста кристаллической фазы...».

- Какие именно углеродные остатки имеются в виду? Про углерод ни до этой фразы, ни после нее ничего сказано не было.

Указанные 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».

Зав. Лабораторией Электронной
Микроскопии ФГБНУ ТИСНУМ
д.ф.-м.н. (01.04.07)

Кульницкий Борис Арнольдович,
22.05.2023

(подпись)

Контактные данные:

тел.: 8-910-4244417

Эл. почта: boris@tisnum.ru

Адрес для корреспонденции:

108840 Москва. Троицк. Центральная 7а. ФГБНУ ТИСНУМ

Подпись Кульницкого Б.А.
удостоверяю
Ученый секретарь ФГБНУ ТИСНУМ

К.т.н.



Д.В.Батов

(подпись)

Я, Кульницкий Борис Арнольдович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

(подпись)