

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Канарейкина Алексея Геннадьевича «Сегнетоэлектрические свойства наноструктурированных систем на основе цирконата титаната свинца», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Актуальность темы. Интерес к изучению тонкопленочных сегнетоэлектриков, в первую очередь, связан с изучением отличий тонкопленочных свойств материалов от их объемных аналогов. К таким отличиям относятся размерные эффекты, в том числе, связанные с ролью интерфейсов, ростовые эффекты, связанные с ориентирующей ролью подложки (или нижнего электрода), позволяющие формировать тонкие слои с различной ростовой (кристаллической) ориентацией. Практическая значимость исследования связана со все возрастающими возможностями их применения в микроэлектронике в качестве элементов памяти, микроэлектромеханических системах, инфракрасных приемниках, СВЧ устройствах, мультиферроиках и т.д. При этом для большинства технических приложений наиболее перспективными являются твердые растворы цирконата-титаната свинца $Pb(Zr,Ti)O_3$, которые и были объектами исследования оппонируемой работы. Таким образом, как научная, так и практическая актуальность настоящего исследования не вызывает сомнений.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. Выносимые на защиту научные положения основаны на корректном анализе экспериментальных результатов, проведенных в работе, и являются обоснованными. Обоснованность и достоверность положений подтверждается также воспроизводимостью и согласованностью результатов, полученных с помощью взаимодополняющих и современных структурных и физических

методик. Выявленные закономерности базируются на анализе экспериментальных результатов с использованием современных представлений физики конденсированного состояния.

Приведенные в диссертации результаты и выводы являются последовательными и логичными, соответствуют содержанию проведенных исследований.

Основные научные результаты, полученные автором, и их новизна. Автором проведена большая экспериментальная работа по приготовлению тонкопленочных образцов, освоению структурных методов исследования тонких пленок, таких как электронно-зондовый рентгеновский микроанализ и дифракция отраженных электронов, методов изучения диэлектрических свойств: вольт-емкостных характеристик, петель диэлектрического гистерезиса, температурных зависимостей диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь, методов исследования силовой микроскопии пьезоотклика, динамического метода исследования пироэлектрического отклика.

В качестве наиболее важных результатов можно отметить следующее:

1. В пленках цирконата-титаната свинца составов, соответствующих области морфотропной фазовой границы, выявлено сосуществование двух кристаллических модификаций перовскитовой структуры - моноклинной и тетрагональной; показано, что соотношение объемов этих фаз в приповерхностной области пленок уменьшается с ростом температуры отжига, а также при нагреве образцов в диапазоне 20-200 °С.

2. В отдельных перовскитовых островках пленок цирконата-титаната свинца (при неполной кристаллизации фазы перовскита во всем объеме пленки) наблюдались максимальное содержание моноклинной фазы. При этом максимума достигали также величины самополяризации и остаточной поляризации.

3. Обнаружено, что нагрев тонкопленочной конденсаторной структуры Pt/ЦТС/Pt выше температуры Кюри может приводить к изменению

ориентации вектора самопроизвольной поляризации. Показано, что этот эффект зависит от температуры термообработки, при которой происходило формирование фазы перовскита.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы заключается в предложении и обосновании механизма формирования перовскитовой структуры в пленках ЦТС.

Практическая значимость работы заключается в установлении взаимосвязи технологических процессов получения сегнетоэлектрических пленок ЦТС с микроструктурой и сегнетоэлектрическими характеристиками тонких пленок

Замечания по работе:

1. В работе отсутствует список условных обозначений, что существенно затрудняет чтение работы.

2. В параграфе 1.7 «Использование метода ДОЭ для анализа сегнетоэлектрических пленок» на стр. 39 обсуждается метод ДОЭ (дифракции отраженных электронов), но расшифровка аббревиатуры «ДОЭ» происходит только в параграфе 2.3.3 на стр. 58.

3. В главе 2 при описании экспериментальных образцов не указано, каким методом наносился верхний платиновый электрод, какие были режимы нанесения и не обсуждается возможное влияние процесса нанесения электрода на поверхностные свойства образца.

4. По трем точкам на рисунке 4.13 сложно судить о характере зависимости величины самополяризации от температуры отжига.

5. Приведенные в главе 3 рис.3.5, б и в главе 4 рис. 4.15 повторяют друг друга.

В целом, приведенные замечания не снижают общий высокий уровень работы.

Заключение

Диссертация Канарейкина Алексея Геннадьевича на тему «Сегнетоэлектрические свойства наноструктурированных систем на основе цирконата титаната свинца» является завершённой научно-квалификационной, в которой изучены особенности фазового состояния наноструктурированных поликристаллических плёнок цирконата-титаната свинца, состав которых соответствует области морфотропной фазовой границы, их микроструктуры, а также электрофизических характеристик. Диссертация оформлена грамотно и аккуратно. Работа соответствует специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния; автореферат диссертации и публикации по её теме достаточно полно отражают содержание работы. Диссертация соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013 (ред. от 28.08.2017), а её автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент,
Силибин Максим Викторович
К.т.н, доцент института ПМТ
НИУ МИЭТ

Почтовый адрес: 124498, Зеленоград,
площадь Шокина д.1
Телефон: +7 903 297 91 41
e-mail: sil_m@mail.ru

Подпись Силибина М.В. удостоверяю
Гаврилов Сергей Александрович,
проректор по НР МИЭТ

«27» ноября 2018 г.

У подпись

«27» ноября 2018 г.
гербовая
ПЕЧАТЬ

подпись