

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Каменщикова Михаила Викторовича «Электропроводность и барьерные эффекты в тонких сегнетоэлектрических пленках цирконата-титаната свинца», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Развитие микро- и наноэлектроники требует создания новых структур, в частности, с применением сегнетоэлектрических пленок. Среди основных областей практического применения можно указать нелинейные конденсаторы для параметрических усилителей СВЧ диапазона, сенсорные устройства на основе пьезо- и пирозлектрических эффектов, а также элементы энергонезависимой памяти (FeRAM). Свойства сегнетоэлектрических пленок зависят от технологии получения, типа подложки, толщины пленок, размера и ориентации зерен, концентрации дефектов, механических напряжений и ряда других факторов. Серьезным недостатком в технологии получения пленок ЦТС являются потери свинца в процессе высокотемпературной кристаллизации пленок, поэтому их свойства существенно зависят от температуры кристаллизации. В частности, нерешенными для пленок ЦТС остаются вопросы, связанные с изучением влияния на электрофизические свойства пленок типа подложки, интерфейсных слоев и условий синтеза.

Диссертационное исследование М. В. Каменщикова является актуальным в связи с тем, что оно посвящено комплексному исследованию механизмов электропроводности в тонких пленках ЦТС, а также анализу влияния интерфейсных явлений на основные электрофизические характеристики пленок  $\text{PbZr}_{0,54}\text{Ti}_{0,46}\text{O}_3$ , в зависимости от условий формирования перовскитовой структуры.

В качестве объектов исследования были выбраны пленки цирконата-титаната свинца, полученные методом магнетронного распыления. Для придания пленке сегнетоэлектрических свойств полученные структуры подвергались высокотемпературному отжигу при температурах  $T_{\text{синт}} = 540 - 570$  °С в течение 1 часа. В этом интервале температур у данных структур происходит переход от пирохлорной к перовскитовой структуре.

**В работе поставлены и решены следующие задачи:**

1. Получены зависимости токов утечки от приложенного напряжения, определено поведение этих токов во времени, исследована электропроводность в переменном электрическом поле.
2. Экспериментально определено влияние температуры синтеза на сегнетоэлектрические и диэлектрические характеристики исследуемых структур.
3. Проведены оценки влияния спонтанной поляризации на характеристики потенциального барьера, возникающего на границе сегнетоэлектрического слоя PZT(54/46) с металлом в зависимости от условий синтеза пленок.
4. Проведен комплексный анализ полученных результатов для определения механизмов влияния условий формирования перовскитовой фазы на основные электрофизические характеристики исследуемых пленок

**Научная новизна** выполненной диссертации заключается в следующем:

1. Показано, что на механизмы транспорта носителей заряда в пленках PZT(54/46) влияет температура синтеза пленок. В исследуемых пленках методом ВАХ определены два доминирующих механизма проводимости: омический и эмиссия Пула- Френкеля, а также рассчитаны величины потенциальных барьеров на интерфейсах PZT-Pt.
2. Установлено, что в переменном поле зависимость проводимости и диэлектрической проницаемости структур Pt/PZT(54/46)/Pt от температуры синтеза обнаруживает минимум при  $T_{\text{синт}} = 550 - 555 \text{ }^\circ\text{C}$ .
3. Показано различие в величинах потенциальных барьеров, рассчитанных на основе вольт-фарадных и вольт-амперных характеристик, что обусловлено вкладом спонтанной поляризации.
4. Установлено, что аномальное поведение некоторых электрофизических характеристик исследуемых структур обусловлено фазовыми превращениями, происходящими в пленках PZT(54/46) во время синтеза при различных температурах.

В целом, насколько можно судить из автореферата, диссертация представляет собой завершённую работу, в которой на основании выполненных автором исследований усовершенствована технология получения пленок PZT(54/46). По своей актуальности, новизне и объёму результатов, достоверности и убедительности выводов диссертационная работа Каменщикова М. В. «Электропроводность и барьерные эффекты в тонких сегнетоэлектрических пленках цирконата-титаната свинца», отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07– физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры физики и  
методики обучения физике

Сергей Васильевич Барышников

Доктор физико-математических наук,  
профессор, зав. кафедрой физики и  
методики обучения физике

Сергей Викторович Ланкин

675000, г.Благовещенск, ул.Ленина,104, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Благовещенский государственный педагогический университет», кафедра физики и методики обучения физике

Тел.: (4162) 376-220

E-mail: [svbar2003@list.ru](mailto:svbar2003@list.ru)

18.11.2014