

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гущиной Екатерины Владимировны на тему «Исследование механизмов локальной проводимости наноструктурированных материалов методами атомно-силовой микроскопии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Диссертационная работа Гущиной Е.В. посвящена изучению процессов протекания токов и переноса зарядов в ряде наноструктурированных сред. Это компоненты воздушно-водородных топливных элементов, тонкие пленки цирконата-титаната свинца (ЦТС) и пленки high-k диэлектриков. Для работы устройств на базе вышеперечисленных сред важную роль играют процессы переноса зарядов и распределения тока на нанометровой шкале. Для проведения таких локальных измерений были выбраны методы атомно-силовой микроскопии (АСМ). Это современная, очень информативная техника, позволяющая получать данные о локальной проводимости с разрешением в несколько нанометров. Актуальность представленной работы не вызывает сомнений.

Цель работы состоит в исследовании локальной проводимости и особенностей распределения областей протекания тока, а также пространственного распределения зарядов с нанометровым разрешением методами атомно-силовой микроскопии (АСМ). Хотелось бы отметить, что изложение материала, в котором изучение свойств принципиально отличающихся наноструктурированных сред объединено применением и адаптацией методов АСМ, является достаточно сложным, поскольку методы АСМ являются методами диагностики. Однако диссертант успешно справился с поставленными задачами, и цель работы была достигнута.

В результате проведенных комплексных исследований Гущиной Е.В. получены интересные результаты. Среди них можно выделить следующие:

- Успешно разработан и применен нестандартный метод полуконтактной микроскопии сопротивления растекания для диагностики проводимости каталитических слоев и протонпроводящей мембраны в водородных топливных элементах. На основании полученных данных сделан важный вывод о влиянии распределения проводящей и непроводящей компонент на эффективность работы всего топливного элемента.

- Установлена принципиальная особенность переходного тока, не связанного с током переключения поляризации в пленках ЦТС. В поликристаллической пленке ЦТС с проводящими границами зерен величина протекающего тока больше, когда направления поля и поляризации противоположны друг другу, а в эпитаксиальной пленке ЦТС, наоборот, значение тока больше, когда направления поля и поляризация совпадают. Этот важный экспериментальный результат может иметь значение и его следует учитывать при построении ячейки сегнетоэлектрической памяти, в

которой считывание происходит по величине тока переключения поляризации.

- Показано, что основным механизмом движения зарядов в тонких слоях high-k диэлектрика SmScO₃ является их диффузия вдоль поверхности слоя. А также продемонстрировано, что отжиг при 900°C приводит к формированию на поверхности пленок кристаллических областей. В этих областях время удержания инжектированного заряда существенно превосходит время удержания заряда в аморфных областях.

Достоверность представленных результатов гарантируется использованием современного оборудования и методик сканирующей зондовой микроскопии, корреляцией представляемых результатов на наноразмерной шкале с проведенными «макроскопическими» измерениями, а также проведением систематического анализа полученных данных и публикацией материалов работы в рецензируемых отечественных и международных научных журналах с высоким импакт-фактором.

Хотелось бы отметить высокую грамотность написанного текста диссертации и лаконичность формулировок.

По автореферату имеется следующее замечание. Поликристаллические пленки могут сильно различаться по своей толщине, текстуре и ориентации зерен, а также проводимости их границ. Из текста автореферата непонятно, к каким именно пленкам относятся полученные результаты.

Данное замечание не является принципиальным и не ставит под сомнение ценность диссертации.

Полученные диссертантом новые и практически значимые результаты, их объем, и актуальность удовлетворяют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а автор диссертации Гущина Екатерина Владимировна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Старший научный сотрудник
отдела метрологии и разработки
Научно-образовательного центра
«Технологический центр»,
кандидат технических наук

Вишневецкий Алексей Сергеевич

119454, Москва, пр. Вернадского, д. 78
Московский технологический университет (МИРЭА)
Телефон: +7 499 215-65-65
e-mail: rector@mirea.ru

06.02.2017