

ОТЗЫВ

официального оппонента, ведущего научного сотрудника Института физики микроструктур РАН, д.ф.-м.н. В.Л. Миронова на диссертационную работу Слаутина Бориса Николаевича «Исследование размерных эффектов и эволюции доменной структуры при локальном переключении поляризации в кристаллах ниобата лития», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Б.Н. Слаутина посвящена исследованиям процессов формирования доменных структур в тонких пленках и пластинах ниобата лития при локальном переключении поляризации полем зонда сканирующего зондового микроскопа. Актуальность данной работы обусловлена, во-первых, важностью объектов исследований – создание и эволюция доменных структур в сегнетоэлектриках интенсивно изучаются многими группами в мире, усилия которых сконцентрированы как на изучении фундаментальных аспектов динамики доменов, так и на практических приложениях при разработке систем хранения информации и устройств преобразования частоты электромагнитного излучения; во-вторых, новизной и перспективностью исследуемых объектов и применяемых экспериментальных методов. С этой точки зрения, исследования, проведенные в диссертационной работе Б.Н. Слаутина, безусловно, являются важными и актуальными.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения.

Во введении сформулированы цели и основные задачи диссертационной работы, обоснованы актуальность темы, выбранной для исследования, научная новизна работы и ее практическая значимость, а также приводятся положения, выносимые на защиту. Приведены сведения об апробации работы и личном вкладе автора.

В первой главе приведен обзор литературы по основным проблемам, затронутым в диссертации. В ней представлены основные свойства сегнетоэлектрических кристаллов ниобата лития, рассмотрены современные представления о процессах переключения поляризации, кинетике доменной структуры и методах визуализации сегнетоэлектрических доменов. Подробно описано использование методов сканирующей зондовой микроскопии при исследовании сегнетоэлектриков.

Вторая глава является методической и содержит основные характеристики исследуемых образцов, описание экспериментальных установок и методик.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований роста изолированных доменов в тонких пластинах ниобата лития (LN) и монокристаллических пленках ниобата лития на изоляторе (LNOI) с полярной ориентацией в поле зонда микроскопа. Обсуждаются механизмы зарождения и эволюции доменов в различных условиях. Приведены результаты изучения влияния уровня относительной влажности атмосферы при проведении экспериментов на кинетику роста доменных структур.

В четвертой главе приведены результаты изучения роста изолированных доменов в пленках LNOI и пластинах LN с неполярной ориентацией. Основное внимание уделено исследованиям зависимости формы полосовых доменов в зависимости от полярности переключающего напряжения на зонде микроскопа.

Пятая глава посвящена созданию регулярных доменных структур с субмикронными периодами в тонких слоях LNOI с полярной и неполярной ориентациями.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Наиболее важными результатами диссертации Б.Н. Слаутина являются следующие:

1. Проведены сравнительные исследования процессов локального переключения поляризации в образцах с полярной ориентацией. Были исследованы пластины NL и образцы в виде тонких пленок NL с

металлическим нижним электродом и с промежуточным подслоем диэлектрика. Показано, что механизм роста доменов в тонких пленках с металлическим электродом отличается от роста доменов в толстых пластинах и обусловлен формированием зубцов на растущей заряженной доменной стенке. В образцах в виде пленок NL с диэлектрическим подслоем переключение поляризации происходит посредством генерации изолированных нанодоменов за счет коррелированного зародышеобразования.

2. Разработаны методы создания регулярных структур полосовых доменов при перемещении зонда микроскопа вдоль поверхности образцов. В пленках LN с полярной и неполярной ориентациями получены регулярные доменные структуры с пространственным периодом вплоть до 200 нм.

Результаты диссертации Б.Н. Слаутина являются новыми, достоверными и имеют несомненную научную и практическую значимость. Достоверность полученных результатов подтверждается применением современных методов исследований локальных свойств сегнетоэлектрических материалов, согласием с результатами других авторов и непротиворечивостью известным физическим представлениям.

Однако можно сделать несколько критических замечаний.

1. В тексте диссертации и в автореферате нет ссылок на работы автора. Это существенно затрудняет определение, где именно опубликованы основные результаты диссертационной работы.
2. Экспериментальные данные, приведенные на Рис. 3.1б и Рис. 3.5б, не позволяют с достаточной достоверностью провести аппроксимирующую зависимость диаметра доменов от приложенного напряжения, особенно в области порогового напряжения. Вероятно, нужно было снимать экспериментальные значения с меньшим шагом и, возможно для импульсов большей длительности. (Для сравнения, экспериментальные точки в области порогового напряжения на Рис. 3.3б получены более тщательно). Кроме того, сравнение аппроксимирующих кривых, приведенных на Рис. 3.3б и

Рис. 3.5б, показывает, что критическое пороговое напряжение в случае пленки NL на металлическом электроде больше, чем аналогичный параметр для случая пленки NL с подслоем диэлектрика. С чем это связано?

3. При исследовании переключения поляризации на неполярном срезе пластины NL получены очень интересные результаты при отрицательной полярности переключающего импульса (Рис. 4.1б). Однако четкого объяснения, почему именно на этом пространственном масштабе происходит стабилизация ширины полосового домена в диссертации не приводится.

К несущественным замечаниям относятся следующие.

1. В подписи к Рис. 4.5 маркеры (е) и (ж) не соответствуют маркерам на рисунках.
2. На Рис. 5.1г приведена зависимость ширины доменов от скорости сканирования, а не от длительности импульса напряжения. Надпись на оси абсцисс неправильная.

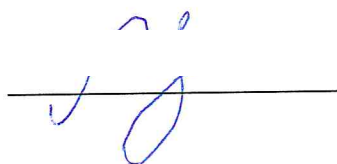
Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация Б.Н. Слаутина является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне. Работа имеет выраженный экспериментальный характер. Все положения, выносимые на защиту, хорошо обоснованы, подкреплены результатами экспериментов. Результаты диссертационной работы хорошо апробированы. Они опубликованы в статьях в реферируемых журналах, неоднократно докладывались на российских и международных научных конференциях. Автореферат соответствует представленной диссертации.

На мой взгляд, диссертационная работа Б.Н. Слаутина по объему и важности представленных результатов, а также по степени их апробации удовлетворяет

требованиям пункта 9-12 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Слаутин Борис Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

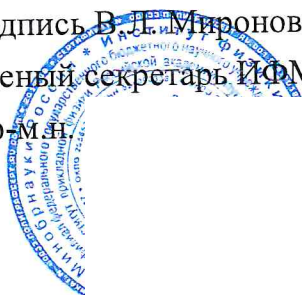
Ведущий научный сотрудник
отдела магнитных наноструктур ИФМ РАН,
доктор физико-математических наук



Миронов Виктор Леонидович

26 августа 2022 г.

Подпись В. Л. Миронова заверяю:
Ученый секретарь ИФМ РАН
к.ф.-м.н.



Д.М. Гапонова

Миронов Виктор Леонидович
Институт физики микроструктур РАН — филиал Федерального
государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики
Российской академии наук»
Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ГСП-105
Телефон: +7 (831) 417-94-73;
Факс: +7 (831) 417-94-64;
Электронная почта: mironov@ipmras.ru

26 августа 2022 г.