

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Кислюка Александра Михайловича на тему:

**«Электрофизические свойства заряженных доменных стенок в восстановленном
ниобате лития»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния и состоявшейся в НИТУ
МИСИС 29.09.2023 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС
27.06.2023 г., протокол № 12.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения полупроводников и
диэлектриков Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический
университет «МИСИС», Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации.

Научный руководитель – Малинкович Михаил Давыдович, кандидат физико-
математических наук, доцент кафедры Материаловедения полупроводников и
диэлектриков НИТУ «МИСИС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС
(протокол № 12 от 27.06.2023 г.) в составе:

1. Костишин Владимир Григорьевич – доктор физико-математических наук,
заведующий кафедрой технологии материалов электроники НИТУ «МИСИС» -
председатель экспертной комиссии;
2. Мухин Сергей Иванович – доктор физико-математических наук,
заведующий кафедрой теоретической физики и квантовых технологий НИТУ
«МИСИС»;
3. Ховайло Владимир Васильевич – доктор физико-математических наук,
профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов
НИТУ «МИСИС»;
4. Каневский Владимир Михайлович – доктор физико-математических наук,
руководитель института кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН ФНИЦ
"Кристаллография и фотоника" РАН;
5. Каргин Николай Иванович – доктор технических наук, профессор,
проректор федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ».

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ), 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Произведен комплексный анализ электропроводности и морфологии иглообразных доменов, индуцированных приложением электрического напряжения в бидоменных кристаллах LiNbO_3 , модифицированных восстановительным отжигом.

2. Обнаружено влияние заряженных доменных стенок типа «голова-к-голове» на форму и размер иглообразного домена, индуцированного в непосредственной близости к доменной стенке.

3. Обнаружено возникновение протяженного углубления при восстановительном отжиге, совпадающего с линией заряженной доменной стенки, в бидоменных монокристаллах LiNbO_3 .

4. Определены механизмы электропроводности бидоменных кристаллов LiNbO_3 , прошедших восстановительный отжиг. Оценены энергии активации подвижности поляронов в монодоменной области и в заряженных доменных стенках кристалла.

5. Обнаружено, что электропроводностью доменных стенок в восстановленном LiNbO_3 можно управлять с помощью внешнего электрического напряжения.

6. Впервые обнаружен эффект деградации электропроводности со временем заряженных доменных стенок в кристаллах восстановленного LiNbO_3 .

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

В диссертационной работе установлены закономерности процесса локального переключения доменной структуры, зависимости морфологии доменов от полярности приложенного электрического потенциала, времени и области его приложения. Выявлено, что в отличие от кристаллов невосстановленного LiNbO_3 , электропроводность заряженных доменных стенок (ЗДС) типа «голова-к-голове» в химически восстановленном LiNbO_3 повышена относительно монодоменного объема даже в отсутствие сверхзонного фотовозбуждения, в то время как заряженные доменные стенки типа «хвост-к-хвосту» являются непроводящими. Предложена модель, описывающая вольт-амперные характеристики, полученные при помощи токовой атомно-силовой микроскопии, и позволяющая определить распределение

концентраций носителей заряда, аккумулирующихся на ЗДС. Показано, что заряженные доменные стенки типа «голова-к-голове» проявляют эффект резистивного переключения, а их электропроводность может быть изменена приложением внешнего электрического напряжения, что может быть перспективно для создания устройств, находящихся на стыке оптики, электроники и механики.

Значение полученных соискателем результатов исследования представляют практический интерес для инженеров и ученых, специализирующихся в физике сегнетоэлектриков, сенсорике, кристаллофизике и электронике.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для проведения исследования были использованы коммерчески доступные сертифицированные пластины монокристаллического LiNbO_3 конгруэнтного состава. Все образцы были изготовлены по одинаковым отработанным методикам. Визуализацию доменной структуры дополнительно проводили методом селективного химического травления в смеси азотной и плавиковой кислот на образцах-свидетелях. Достоверность и воспроизводимость результатов измерений методами атомно-силовой микроскопии подтверждались контролем стандартных образцов и использованием отработанных методик измерений. Представленные результаты были опубликованы в журналах, индексируемых в базах РИНЦ, Web of Science, Scopus, и представлены на всероссийских и международных научных конференциях.

Личный вклад автора в настоящую работу состоит в постановке задач исследований в соответствии с целями, проведении экспериментов, обработке и обобщении полученных результатов, написании публикаций. Диссертационная работа является результатом научных исследований автора, выполненных на кафедре материаловедения полупроводников и диэлектриков, в лаборатории физики оксидных сегнетоэлектриков и лаборатории Физики низкоразмерных структур НИТУ «МИСИС». Все основные результаты, представленные в диссертационной работе, получены лично автором или с непосредственным участием автора при проведении работ и интерпретации результатов. Разработка модели описания энергии активации, концентрации и подвижности носителей заряда вблизи ЗДС производилась совместно с научным руководителем.

Материалы диссертации Кислюка Александра Михайловича опубликованы в 13 печатных работах, из которых 7 работ в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, из которых 3 – в базах Web of Science/Scopus, 3 – в базе RSCI и 1 – патент.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени кандидата наук не нарушен. Диссертация Кислюка Александра Михайловича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором работ исследованы электрофизические свойства и морфология заряженных доменных стенок, сформированных в химически восстановленных бидоменных монокристаллах ниобата лития. Полученные в работе результаты имеют важное научное значение и являются перспективными в решении практических задач.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Кислюку Александру Михайловичу ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за - 4 (четыре), против – 0 (ноль), недействительных бюллетеней – 0 (ноль).

Председатель Экспертной комиссии



В.Г. Костишин

29.09.2023