

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А.П. Турыгина «**Эволюция доменной структуры сегнетоэлектриков при локальном переключении поляризации и эффекты самоорганизации**», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Несмотря на значительный прогресс в изучении сегнетоэлектриков, вопрос о кинетике формирования доменной структуры остаётся актуальным. Несомненный интерес также представляет эволюция доменной структуры в связи с возможностью размерных эффектов при локальном переключении. Подобные исследования могут дать возможность создания стабильных микродоменных структур с пространственной модуляцией свойств кристаллов и керамик, важных в прикладном отношении.

В диссертационной работе А.П. Турыгина исследована эволюция доменной структуры и особенностей локального переключения сегнетоэлектрических кристаллов LiNbO_3 и ряда бессвинцовых керамических материалов.

Диссертация содержит введение с обоснованием темы, целей и задач работы, выбора объектов и методов исследования, обзор публикаций о доменной структуре исследуемых кристаллов в связи с особенностями их состава и обработки, и четыре оригинальные главы.

В оригинальной части работы описаны применяемые экспериментальные методики. Особое внимание уделено методике визуализации доменов с высоким пространственным разрешением – силовой микроскопии пьезоэлектрического отклика, а также сканирующей зондовой микроскопии. Здесь важно отметить, что использованные экспериментальные методы позволяют получать информацию о доменной структуре и при неполярной ориентации исследуемых образцов.

В последующих главах излагаются и обсуждаются результаты исследований эволюции доменной структуры и локального переключения в структуре с заряженными доменными границами. По существу, эта часть работы посвящена возможности и некоторым характеристикам малоизученного явления – размерным эффектам в картине эволюции микродоменных структур, в основном в конгруэнтных кристаллах LiNbO_3 .

Заключительная часть автореферата содержит сводку основных результатов и выводов работы, а также список основных цитируемых источников, включая публикации с участием автора.

Необходимо отметить, что в работе выполнена визуализация доменов на разных стадиях формирования и эволюции и на этот счёт, по-видимому, впервые получены достоверные экспериментальные результаты. Из них, по мнению автора отзыва, наиболее интересны следующие.

1. Получены убедительные визуальные данные относительно динамики и изменений конфигурации микродоменов в статическом и импульсном электрическом поле.

2. По-видимому, впервые наблюдалось новое явление – самоорганизация доменной структуры. Выполнено математическое моделирование полученных экспериментальных данных, и эти результаты дают качественное объяснение наблюдаемых эффектов.

3. Исследована роль заряженных доменных стенок в процессах диэлектрической релаксации в керамиках состава KNN и BFO, а также влияние легирования Sm и Sr на низкочастотные диэлектрические свойства.

4. Предложена и исследована релаксационная модель кинетики переключения поляризации в отдельном зерне керамики KNN и показано, что при постоянных внешних условиях концентрация доменных границ однозначно определяется концентрацией легирующей примеси Sr.

Однако автореферат оставляет открытыми некоторые вопросы, относящиеся к выполнению экспериментов и интерпретации результатов.

1. Вопрос о диэлектрической релаксации в керамиках KNN. Диэлектрическая дисперсия по модели Дебая (стр. 19) по определению предполагает отсутствие свободных носителей, поэтому проводимость является релаксационной и $\sigma = \sigma(\omega)$. Вид последней указывает, что $\sigma(0) = 0$. Однако из текста автореферата (стр. 19) следует, что расчётное значение $\sigma = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, значительно превышающее объёмное, является частотно-независимым и поэтому относится к статической проводимости.

2. Автор связывает эффект высокой проводимости с наличием заряженных доменных границ. Однако этот заряд является поляризационным, тогда как статическая проводимость определяется свободным зарядом. Поэтому интерпретация результатов как эффект заряженных включений в диэлектрической матрице представляется не обоснованной.

3. Рис. 19 указывает скорее на тенденцию к насыщению концентрационной зависимости ϵ' , чем на линейную аппроксимацию.

Поставленные здесь вопросы не снижают общей положительной оценки работы А.П. Турыгина. Описание эволюции доменной структуры в исследованных объектах представляется вполне достоверным и надёжно подтверждённым. Диссертация хорошо апробирована, её результаты полностью опубликованы в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ. Диссертационная работа соответствует специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния и удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Заведующий лабораторией материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», доктор технических наук

Палатников Михаил Николаевич

25 апреля 2019 года

184209, Мурманская область, г. Апатиты, Академгородок д. 26 а.

E-mail: palat_mn@chemy.kolasc.net.ru Тел. 8(81555) 79-395.

Подпись доктора технических наук Палатникова Михаила Николаевича заверяю. Ученый секретарь Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», к.т.н.

Т.Н.Васильева

