

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Евгения Дмитриевича Грешнякова «Исходная доменная структура и её эволюция при переключении поляризации в монокристаллах ниобата и танталата лития с отклонением от стехиометрического состава», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Сегнетоэлектрические кристаллы широко применяются в различных приборах и устройствах функциональной электроники, пьезотехники, нелинейной оптики. Характерной особенностью подобных материалов являются высокие значения макроскопических коэффициентов, определяющих их диэлектрические, оптические, электромеханические свойства, а также ряд нелинейных эффектов. Подобный набор свойств и возможности выращивания крупных монокристаллов приемлемого качества относятся и к кристаллам ниобата и танталата лития (НЛ, ТЛ). Кроме того, в прикладном отношении эти кристаллы привлекательны вследствие высокой температуры Кюри. Вместе с тем, наличие доменной структуры и её временная и полевая эволюция в известной степени проявляются в макроскопических свойствах НЛ и ТЛ и, соответственно, в характеристиках устройств на их основе. Поэтому изучение возможностей управления доменной структурой вполне актуально как в практическом, так и в фундаментальном отношении. Эта задача является основной в диссертации.

В автореферате сформулированы основные цели и задачи исследования, указаны основные результаты работы, их научная новизна и значимость, использованные экспериментальные методики, положения, вынесенные на защиту. Диссертация надёжно апробирована, её результаты опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ, в том числе входящих в международные базы цитирования. Указан личный вклад автора в выполненные исследования, что актуально в связи с большим числом используемых методов исследования и экспериментов, выполненных совместно с сотрудниками УрФУ. Структура и объём диссертации, включая обширный список цитируемых источников, представляются вполне обоснованными и отвечающими теме и целям исследований.

Одной из проблем, связанных с исследованиями и применением кристаллов НЛ и ТЛ, является ростовая дефектность этих кристаллов по  $\text{Li}^+$  (кристаллы конгруэнтного состава). Известно, что концентрация  $\text{Li}^+$  может иметь пространственное распределение, заметно влияющее на динамику доменной структуры, однако до последнего времени этот вопрос был изучен недостаточно. По мнению автора отзыва, наиболее интересными и значимыми в прикладном отношении являются

результаты исследований пространственного распределения состава и эффекта высокотемпературной обработки кристаллов в среде, обогащённой Li (VTE-процесс). Несомненный интерес представляют также установленные зависимости геометрии доменов от состава кристалла НЛ (отклонения от стехиометрии).

Вместе с тем, текст автореферата вызывает ряд замечаний и, по отдельным пунктам, возражений.

1. Раздел «Основные задачи», п. 1. Разработка той или иной экспериментальной методики – важная составная часть исследования. Если подобная задача указана как одна из основных и усилиями автора успешно решена, то необходимо привести её краткое описание и основные характеристики. Однако текст автореферата не содержит явных сведений по этому пункту. Была ли решена эта задача как исследовательская, или автор использует стандартные возможности применяемого оборудования?
2. Раздел «Научная новизна», п. 1. В кристаллах НЛ и ТЛ влияние отжига, как в Li-содержащей среде (процесс VTE), на отклонения от стехиометрии и их пространственное распределение – результат, известный более 25 лет и неоднократно описанный в литературе.
3. Стилистика изложения оставляет желать лучшего, ибо в авторском виде затрудняет понимание. Что имел в виду автор в п. 4, раздел «Научная новизна», указывая на «зависимость формы сечения от состава LT на основании анализа изменения с глубиной сечения изолированного домена от шестиугольного к треугольному»? Что здесь есть предмет научной новизны?
4. В тексте автореферата ряд результатов, в частности, образование специфических выступов на заряженной доменной стенке ТЛ и, интерпретируется как эффект пьезоэлектрического поля, в т. ч. при  $t > 300^{\circ}\text{C}$ . Подобный вывод фактически игнорирует роль статической проводимости в рассматриваемых процессах – в ТЛ при указанных температурах значение  $\sigma_{\text{dc}}$  лежит в пределах  $10^{-9} \div 10^{-8} (\text{Ом}\cdot\text{см})^{-1}$ , поэтому пьезоэлектрический (связанный) заряд в значительной мере компенсируется свободным. Во всяком случае, при охлаждении от точки Кюри. Это замечание полностью относится и к содержанию глав 3, 4 автореферата.
5. В тексте, раздел «Методология и методы исследования», автор указывает на микроскопию генерации второй гармоники Черенкова как метод исследования. Трудно понять, что он имел в виду, но если излучение Черенкова, то почему автореферат не содержит указаний на использование субрелятивистских частиц, и что в данном случае есть первая гармоника? Если, по автореферату, данная методика использовалась в целях визуализации доменной



- структуры ГЛ, то было бы полезно указать мощность возбуждающего излучения (если, конечно, упоминание эффекта Черенкова не ошибочно).
6. Все оригинальные главы автореферата содержат «зашифрованные» обозначения образцов исследуемых кристаллов: LN30+, LN100, LT20, LT40 и т.д. Чем они отличаются и насколько существенны эти различия с точки зрения задач эксперимента? Наверное, автор знает ответ на этот вопрос, но автореферат предназначен для стороннего читателя!!!
  7. В тексте автореферата (глава 6) упомянута, но никак не комментируется идеология исследований переключения во влажной среде. Эффекты сорбции паров  $H_2O$  на поверхности образца НЛ и образования вблизи СЗМ-зонда проводящих моно- или полимолекулярных слоёв  $H_2O$  должны, на первый взгляд, изменить не только кинетику переключения и геометрию ДС, но и численные значения полей в выражениях (5 – 7) и, соответственно, сказаться на результатах (9 – 11).

Несмотря на высказанные замечания, автореферат, в целом, производит впечатление вполне актуального и квалифицированного научного исследования, соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (п.9), предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, а ее автору Евгению Дмитриевичу Грешнякову может быть присуждена искомая ученая степень кандидата физико-математических наук.

Главный научный сотрудник с возложением обязанностей заведующего 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» (ИХТРЭМС КНЦ РАН), доктор технических наук Палатников Михаил Николаевич  
184209, г. Апатиты, Мурманская область, Академгородок 26А, ИХ-ТРЭМС КНЦ РАН.  
Тел.(81555) 79395. E-mail: m.palatnikov@ksc.ru

Подпись доктора технических наук М.Н.Палатникова заверяю. Ученый секретарь Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального ис-

следовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН)

Ученый секретарь ИХТРЭМС КНЦ РАН, к.т.н.  
Т.Н.Васильева

