



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе
Российской академии наук

Политехническая ул., 26, С.-Петербург, 194021
Телефон: (812) 297-2245 Факс: (812) 297-1017
post@mail.ioffe.ru http://www.ioffe.ru

ИНН 7802072267/КПП 780201001
ОКПО 02698463
ОГРН 1037804006998

ОТЗЫВ ОППОНЕНТА Калашниковой Александры Михайловны
на диссертационную работу Билыка Владислава Романовича
«Динамика диэлектрической поляризации под действием электрического поля терагерцовой
частоты в тонкой пленке титаната бария-стронция
и кристалле титаната стронция»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.07 (физика конденсированного состояния)

Диссертационная работа Билыка В. Р. посвящена поиску путей сверхбыстрого изменения состояния сегнетоэлектриков и родственных материалов. В работе, выполненной соискателем в МТУ МИРЭА и с привлечением оборудования ОИВТ РАН, представлены результаты подробного экспериментального и феноменологического исследования возможности переключения поляризации в модельном сегнетоэлектрике – титанате бария-стронция BST, а также возможности индуцировать полярное состояние в потенциальном сегнетоэлектрике титанате стронция STO.

Оценка актуальности

Актуальность приведённых в данной диссертационной работе исследований обусловлена большим интересом к проблеме сверхбыстрого, пико- и субпикосекундного управления спонтанной поляризацией сегнетоэлектриков. Лишь в 2017 году впервые было показано экспериментально, что такое переключение в принципе возможно, однако его надежная реализация, а также определение круга материалов, в которых такое управление возможно, представляют собой задачи, над которыми активно работают исследователи в ведущих научных центрах мира. В своей работе в качестве короткого воздействия, которое приводит к изменению состояния материала, соискатель использовал мощные однопериодные импульсы терагерцового диапазона. Такие импульсы стали доступны в лабораторных условиях лишь недавно, что также делает результаты, полученные соискателем, актуальными. Таким образом, как подход к решению научной проблемы, так и полученные результаты, являются крайне актуальными. Можно ожидать, что полученные соискателем результаты окажут влияние на развитие данной области знаний в ближайшее время.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа изложена на 132 страницах и состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка цитированной литературы. Во введении приведена информация о цели диссертационной работы, актуальности, научной и практической значимости работы, личном вкладе автора, апробации и достоверности полученных результатов. Первая глава представляет подробный обзор литературы, вторая глава посвящена описанию экспериментальных методик, третья и четвертая главы являются оригинальными. В третьей главе изложены ре-

зультаты работ по наблюдению и анализу динамики нелинейно-оптического отклика сегнетоэлектрической пленки BST на воздействие терагерцовыми импульсами с напряженностью поля до 23 МВ/см. Четвертая глава посвящена исследованию особенностей индуцированной терагерцовыми импульсами динамики в центросимметричных средах – в подложке MgO, используемой для роста пленок сегнетоэлектриков, а также в потенциальном сегнетоэлектрике STO.

В конце диссертационной работы приведено заключение, в котором перечислены основные результаты работы, а также список литературы, включающий 160 наименования, в том числе публикации автора по теме диссертационной работы.

Оценки новизны и достоверности

Все представленные в диссертационной работе экспериментальные результаты являются оригинальными и новыми, а их достоверность подтверждается, в том числе, детальным теоретическим (феноменологическим) анализом. Среди результатов следует выделить:

- Наблюдение сложной динамики нелинейно-оптического отклика в пленке сегнетоэлектрика BST на воздействие терагерцовым импульсом, на основании которого сделано важное заключение о динамическом изменении поляризации сегнетоэлектрика. В данном исследовании, помимо самого результата, важным является предложенный подход к интерпретации экспериментальных данных с учетом многодоменного состояния пленки BST.
- Наблюдение динамического нелинейно-оптического отклика центросимметричного материала MgO на терагерцовое возбуждение, связанного с эффектом распространения. Обнаружение и объяснение такого эффекта представляется важным для корректной интерпретации аналогичных экспериментов в будущем.
- Определение того, что в индуцированную терагерцовыми импульсами динамику нелинейно-оптического отклика BST и STO основной вклад вносит ионная система.

Новизна работы и полученных результатов заключается в том, что соискателем впервые был обнаружен ряд эффектов, возникающих в центро- и нецентросимметричных средах под действием терагерцовых импульсов и было предложено объяснение этих эффектов. Все результаты прошли апробацию и были представлены соискателем на российских и международных конференциях. По результатам исследований соискателя опубликовано 4 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы можно рекомендовать к использованию в исследовательской работе научных и учебных учреждений, занимающихся исследованиями в областях физики сегнетоэлектриков и оптики конденсированных сред состояния: ФТИ им. А.Ф. Иоффе, на физических факультетах МГУ им. М.В. Ломоносова и СПбГУ, УрФУ, ИОФРАН им. А.М. Прохорова, в МТУ МИРЭА и других организациях.

Замечания

К работе можно высказать следующие вопросы и замечания:

1. На Рис. 16 (б) приведены временные зависимости интенсивности ГВГ для кристаллов Si и GaAs, и на их основании утверждается, что модуляции ГВГ в GaAs не наблюдается, в отли-

чие от Si. Из текста и из подпояси к рисунку не вполне понятно, одинакова ли шкала интенсивности ГВГ для двух образцов? Также из текста не понятно, была ли предпринята попытка выделить из сигнала, полученного для GaAs, вклад, индуцированный терагерцовым воздействием? Для этого можно было бы вычесть сигнал, получаемый в присутствии терагерцового импульса и в его отсутствие.

2. Формула (28) представляет собой выражение для интенсивности ГВГ в присутствии внешнего электрического поля. Не указано, являются ли нелинейные восприимчивости, входящие в эту формулу, действительными или комплексными величинами. Каково поглощение в исследуемом материале на частоте подающего импульса зондирования? Важен ли учет поглощения?

3. На рис. 22 (б) приведена зависимость частоты нелинейно-оптического отклика от температуры, которая демонстрирует уменьшение при увеличении температуры. Утверждается, что такое поведение характерно для полярных колебаний в сегнетоэлектрике. Однако из текста не вполне ясно, являются ли эти колебания вынужденными и нерезонансными, или они соответствуют одной из фононных мод в исследуемом материале. Можно ли ожидать понижения частоты колебаний в случае вынужденных (нерезонансных) колебаний?

4. На Рис. 22 (а) приведены зависимости спонтанной и индуцированной ГВГ в BST. При повышении температуры до 120 С спонтанная ГВГ уменьшается примерно в 2 раза, в то время как изменение индуцированной ГВГ существенно меньше (~15%). Моделирование (Рис. 35) дает примерно равное уменьшение сигналов как спонтанной, так и индуцированной ГВГ с ростом температуры. Какими дополнительными факторами можно было бы объяснить такое расхождение?

Перечисленные выше недостатки не снижают ценности данной диссертационной работы

Заключение

Диссертационная работа является законченным научным исследованием, обладает четкой структурой, свидетельствует о личном вкладе автора в развитие науки. Результаты, представленные в диссертационной работе, основаны на значительном объеме экспериментальных данных, полученных автором на современном оборудовании в МГУ МИРЭА и в ОИВТ РАН. Полученные результаты и предложенная интерпретация не противоречат приведённым в работе результатам аналитических расчётов и численного моделирования. Также они хорошо согласуются с основными концепциями, принятыми в настоящее время в данной области науки.

В автореферате четко сформулированы цель и актуальность работы, описаны методы исследования, приведена информация о достоверности полученных результатов, изложены научная новизна и практическая значимость работы, приведена информация о личном вкладе автора, указаны научные положения, выносимые на защиту, приведена информация об апробации работы, описаны структура и объем диссертации, а также краткое содержание работы по главам и основные результаты и выводы диссертационной работы. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Результаты диссертационной работы имеют важное фундаментальное и практическое значение. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Диссертационная работа Билька В. Р. на тему «Динамика диэлектрической поляризации под действием электрического поля терагерцовой частоты в тонкой пленке титаната бария-стронция и кристалле титаната стронция» отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.0 (физика конденсированного состояния).

Официальный оппонент:

PhD, исполняющий обязанности ведущего научного сотрудника – заведующий лабораторией физики ферроэлектриков Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Калашникова Александра Михайловна

05.03.2020

Контактные данные оппонента:

тел.: +7 (812) 292-79-63, e-mail: kalashnikova@mail.ioffe.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: физика

Адрес места работы оппонента:

194021 г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, дом 26

ФТИ им. Иоффе РАН

Тел.: +7 (812) 292-79-63, e-mail: kalashnikova@mail.ioffe.ru