

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Кубасова Ильи Викторовича «Закономерности формирования доменной
структуры в монокристаллических пластинах ниобата лития при
сегнетоэлектрическом фазовом переходе»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических
наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния

Монокристаллы ниобата лития относятся к материалам, достаточно давно используемым в большом наборе устройств когерентной и нелинейной оптики и акустики благодаря их уникальным оптическим, электрооптическим и пьезоэлектрическим свойствам. К таким устройствам относятся, например, удвоители частоты лазерного излучения, электрооптические затворы, устройства на поверхностных акустических волнах, в том числе линии задержки, фильтры, анализаторы спектров радиосигналов, датчики различных величин и т.д. Технология получения монокристаллов высокого качества освоены многими предприятиями в разных странах.

Вместе с тем, помимо перечисленных применений, на монокристаллах ниобата лития могут быть изготовлены рабочие элементы электромеханических систем, в том числе актюаторов разного типа, сенсоров колебаний, малых и сверхмалых магнитных полей. Но для реализации таких устройств требуется научиться формировать в пластинах ниобата лития бидоменную структуру высокого качества, а для этого необходимо исследовать физические и физико-химические процессы формирования структуры, отработать технологию ее формирования, исследовать физические свойства и разработать модель процесса, а также изготовить модели устройств на основе таких структур и определить их параметры. Все это было выполнено в диссертационной работе И.В. Кубасова, которая представляет собой актуальное научное исследование, представляющее несомненный научный интерес и имеющее большие перспективы практического использования.

В первой и второй главах диссертации приводится подробный анализ свойств объекта исследований, изложено описание современных подходов к формированию бидоменной структуры в монокристаллах ниобата лития, а также дан обзор методов визуализации доменной структуры кристаллов на микро- и наноуровне. По результатам анализа литературных данных сделан основной вывод о том, что все предложенные модели, объясняющие формирование бидоменной структуры, предполагают наличия внутреннего макроскопического электрического поля, но при этом не учитывается тот факт, что при температуре сегнетоэлектрического фазового перехода (около 1140°C) электропроводность ниобата лития столь велика, что экранирование полей происходит за время, измеряемое долями микросекунд и менее, поэтому наличие макроскопического электрического поля внутри образца исключено. Поэтому имеется необходимость предложить более адекватную модель формирования бидоменной структуры в процессе фазового перехода.

Впечатляет степень проработанности темы исследований - 502 источника.

В главе 3 подробно изложены полученные экспериментальные результаты, методы их обработки. Предложены условия, при которых междоменная граница располагается посередине пластины по ее толщине. К наиболее интересному экспериментальному

результату можно отнести тот факт, что при односторонней несимметричной ин- и аут-диффузии профиль распределения Li_2O по толщине кристалла самопроизвольно симметризуется под действием внутренних диффузионных процессов. Этот результат является новым, ранее в литературе представлен не был. Особенностью односторонней диффузии является и то, что в этом случае междоменная граница располагается посередине толщины образцы с наибольшей точностью, а ширина самой границы наименьшая по сравнению с другими способами проведения ин – и аутдиффузии.

Предложена модель формирования бидоменной структуры в ниобате лития, основу которой составляет предположение о том, что при неоднородном распределении концентрации Li_2O в кристалле происходит зарождение «затравочных» диполей, связанных с литиевыми вакансиями и способных локально ориентировать вектор спонтанной поляризации по направлению градиента концентрации Li_2O . Дальнейший рост доменов происходит лавинообразно благодаря индуцированным микроскопическим полям структурных (не связанных с литиевыми вакансиями) диполей. Эта модель формирования бидоменной структуры является логичной и убедительной, не противоречит известным экспериментальным результатам и может быть применена для объяснения механизма формирования доменных структур при фазовых переходах в широком классе сегнетоэлектриков.

Безусловно положительной стороной диссертационной работы является разработки электромеханических устройств (прецизионные актюаторы перемещений, сенсоры колебаний и вибраций с чувствительностью до 0,1 нм, сенсоры сверхмалых магнитных полей, системы сбора бросовой энергии) на основе бидоменных кристаллов, параметры которых существенно превосходят аналоги на основе, например, пьезокерамики.

К недостатку работы можно отнести отсутствие сравнения предложенного метода формирования бидоменной структуры с методом протонного обмена, разработанным ранее. Однако этот недостаток не умаляет достоинства работы.

По актуальности исследований, научной новизне и практической значимости, показанному высокому научному уровню рецензируемая работа с запасом соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатской диссертации, а ее автор И.В. Кубасов несомненно достоин присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния.

Технический директор Зеленоградского Отделения
ООО НПК «Оптолинк», д.ф.-м.н., доцент

Подпись Кострицкого С.М. заверяю;
секретарь ООО НПК «Оптолинк»



Кострицкий С.М.

Строганова А.Н.

14 сентября 2022

Адрес: 124489, Россия, Москва, Зеленоград, Сосновая аллея, д. 6А, стр. 5.
Телефон: +7(495)6631760 (доб.103). Адрес электронной почты: skostritskii@optolink.ru