

УДК 537.12, 537.13, 538.956

DOI: 10.17223/00213411/63/1/107

*А.Н. ОЛЕЙНИК^{1,2}, П.В. КАРАТАЕВ¹, А.А. КЛЕНИН², А.С. КУБАНКИН^{2,3}, К.В. ФЕДОРОВ^{1,4}, А.В. ЦАГИН^{2,5}***ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ Z-ОРИЕНТИРОВАННОГО
МОНОКРИСТАЛЛА НИОБАТА ЛИТИЯ ПРИ ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ЭФФЕКТЕ ***

Экспериментально показано наличие электризации боковых поверхностей Z-ориентированного образца ниобата лития при пирозлектрическом эффекте. Описываются особенности электрического тока, протекающего через боковые грани монокристалла ниобата лития, в зависимости от схемы заземления образца, скорости изменения его температуры, ориентации полярных осей. Также экспериментально показано влияние заземления боковых граней на эффект генерации рентгеновского излучения при пирозлектрическом эффекте.

Ключевые слова: пирозлектрический эффект, ниобат лития, сегнетоэлектрики.

Введение

Монокристаллы ниобата лития LiNb_3 (LN) весьма интересны благодаря многочисленным физическим эффектам (например, пирозлектрическому, электрооптическому и т.д.), которые могут иметь место в них при определенных условиях [1]. Этот факт обуславливает исключительно широкий спектр применимости этого материала в самых различных приложениях, например в различных электрооптических устройствах [2], для регистрации ИК-излучения [3], в качестве устройств памяти [4], для манипуляции объектами масштаба порядка 1 мкм [5] и т.д.

Кроме того, монокристаллы LN могут применяться для генерации и ускорения электронных и ионных пучков [6] и генерации рентгеновского излучения [7, 8]. Такие удивительные возможности обусловлены пирозлектрическим эффектом в условиях вакуума, заключающимся в индукции заряда на Z-поверхностях LN при изменении температуры кристалла. Генерирующийся заряд является источником электрического поля, в котором благодаря сегнетоэлектрической электронной эмиссии и полевой ионизации генерируются и ускоряются электроны, производящие рентгеновское излучение при торможении в самом кристалле или других окружающих элементах (мишень, стенки вакуумной камеры).

При этом роль и влияние боковых поверхностей монокристалла LN на процессы генерации электрического поля при пирозлектрическом эффекте, ускорения и производства электронов и рентгеновского излучения остаются малоизученными. Было показано, что с увеличением толщины монокристалла (в пределах до 10–15 мм) увеличивается генерируемый электрический потенциал, следовательно, увеличение размера боковой поверхности положительно сказывается на вышеуказанных процессах [9, 10]. Кроме того, есть упоминания о токах утечки через боковую поверхность LN [9, 11] при температуре, близкой к комнатной, хотя электрическая проводимость LN весьма мала в этом температурном диапазоне [1, 12]. Однако каких-либо достоверных сведений о наличии заряда на неполярных поверхностях LN при пирозлектрическом эффекте в литературе найти не удалось и, в целом, влияние состояния боковых граней при пирозлектрическом эффекте в LN остается неизученным. Данная работа ставит своей целью внести вклад в закрытие этого пробела.

Экспериментальная схема для измерения электрического тока

Для проведения исследования использовались образцы LN (z-срез) формы параллелепипеда, выращенные в ИХТРЭМС КНЦ РАН (Россия). Размер используемых образцов $20 \times 20 \times 10$ (вдоль оси z) мм. Образцы были вырезаны таким образом, что механическая (X) и пьезоэлектрическая (Y) оси были перпендикулярны боковым поверхностям кристаллов, что позволяло обозначить боковые поверхности как грани X^+ , X^- , Y^+ , Y^- , таким образом, чтобы они с полярными гранями Z^+ и Z^- образовали правую систему координат. Считается, что X-грани не вносят никакого вклада в гене-

* Работа соавторов из Белгородского государственного университета выполнена при поддержке программы Министерства образования и науки Российской Федерации для высших учебных заведений, проект государственного задания № 3.1631.2017/ПЧ.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>