

05.2;07;12

Электролюминесценция магнониобата свинца в режиме гетеродинамирования возбуждающих полей на частотах звукового диапазона

© Н.Н. Крайник, С.А. Флерова

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург
Днепропетровский государственный университет, Украина

Поступило в Редакцию 3 августа 1999 г.

Исследована электролюминесценция модельного сегнетоэлектрического релаксора магнониобата свинца выше температуры замерзания при гетеродинамировании возбуждающих синусоидальных электрических полей. Обнаружено резкое возрастание люминесценции в области максимальных значений амплитуд поля несущей частоты.

В настоящее время ведутся разноплановые исследования сегнетоэлектрических релаксорных сред. Это важная часть общей проблемы физики неупорядоченных систем, которая, прежде всего, состоит в выяснении самого механизма разупорядочения. Актуальность этих исследований обусловлена также перспективностью практического применения релаксоров.

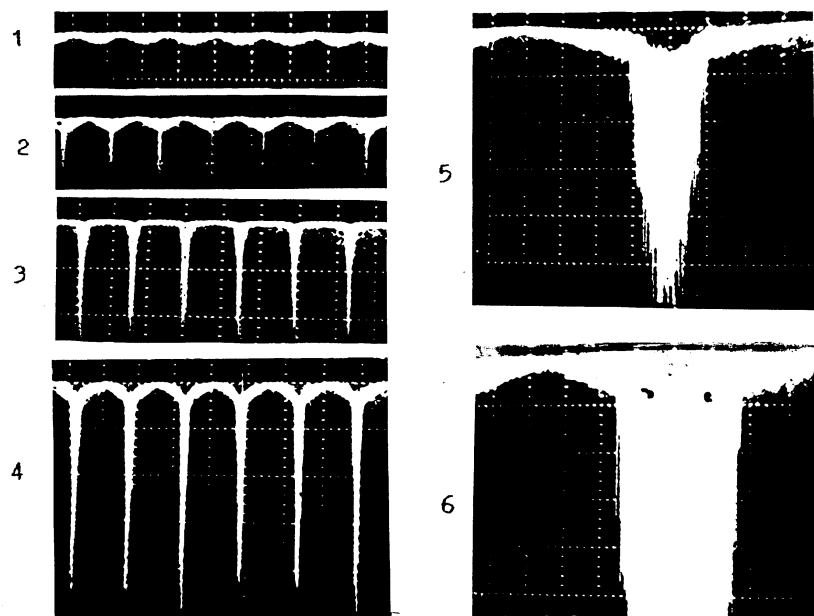
Данная работа посвящена изучению с помощью электролюминесценции динамического поведения модельного сегнетоэлектрического релаксора магнониобата свинца $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ (PMN) в сильных модулированных синусоидальных электрических полях выше температур замерзания в условиях достаточно малых времен флуктуаций ионных смещений в основной части объема кристалла.

Люминесценция при переключении поляризации PMN в сильных полях дает дополнительную и независимую информацию о динамике поляризационных и деполяризационных процессов, о доменоподобных и гетерофазных гистерезисных явлениях (см., например, [1–3]). С целью получения экспериментальных данных о кинетике развития электролюминесценции PMN в сильных электрических полях нами был применен метод гетеродинамирования возбуждающих полей.

Исследования проведены на монокристаллах PMN, выращенных модифицированным методом спонтанной кристаллизации [4]. Возбуждающее напряжение подавалось на монокристаллические пластинки толщиной 0.2–0.7 mm с InGa-электродами от двух источников синусоидальных электрических колебаний звукового диапазона с частотами f_1 и f_2 . За счет гетеродинирования на кристалл действовал сигнал, модулированный по амплитуде, с частотой $|f_1 - f_2|$ [5]. Эта методика позволила увеличить амплитуду возбуждающего поля, предотвратить разогрев образца и зафиксировать фотоотклик кристалла при последовательно и плавно возрастающих (убывающих) амплитудах поля несущей частоты. В пакете синусоид максимальная напряженность электрического поля E_{\max} достигала значений 25 kV/cm. Основное внимание на данном этапе исследований уделялось режимам нулевых биений, когда $f_1 \cong f_2$. Электрическое поле прикладывалось вдоль псевдокубического направления [001], люминесценция регистрировалась с боковых поверхностей образца с помощью фотоумножителя ФЭУ-97 и запоминающего осциллографа С8-17. Приводятся данные измерений при температуре 300 К. Образцы были оптически однородны, без видимых в микроскоп дефектов.

На рисунке представлены осциллограммы электролюминесценции, характерные для всех исследованных образцов. До определенных значений напряженностей электрических полей огибающая пакета фотоимпульсов по типу подобна огибающей пакета положительных или отрицательных полупериодов синусоид возбуждающего поля (см. рисунок, кадр 1). При определенном значении E_{\max} скачком появляются резкие всплески интенсивности электролюминесценции (кадр 2), которые лавинообразно растут и расширяются с ростом напряженности возбуждающего поля (кадры 3, 4). При этом изменяется и "пьедестал" пакета фотоимпульсов (кадры 4–6; на кадре 6 показана только часть импульса). Поле E_{\max} , при котором появляются первые всплески интенсивности, зависит от толщины кристалла. Для толщин 0.68, 0.425 и 0.25 mm значения E_{\max} составили 6.4, 10.5 и 15.4 kV/cm соответственно. Одной из причин такой зависимости может быть различие в условиях выхода излучения из кристаллов разной толщины. Однако для окончательного выяснения этого вопроса необходимы дальнейшие исследования.

Электролюминесценция в сегнетоэлектриках вообще и в сегнетоэлектрическом релаксоре PMN, в частности, является кооперативным эффектом, при котором в зависимости от состояния кристалла и



Примеры осциллограмм электролюминесценции (1–6) при гетеродинировании на частотах $f_1 \cong f_2 \cong 985$ Hz. Напряженность максимального электрического поля в пакете синусоид E_{\max} , kV/cm: 12.9 (1), 15.4 (2), 16.8 (3), 18.2 (4), 16.5 (5), 17.5 (6). Чувствительность по вертикали, V/division: 0.02 (1–3); 0.05 (5–6); 0.1 (4). Длительность развертки, s/division: 1.0 (1–4); 0.2 (5, 6). Толщина образца $d = 0.25$ mm. Напряжение на ФЭУ, kV: 1.2 (1–4), 1.5 (5, 6).

условий возбуждения высвечивают ансамбли доменов или доменоподобных образований разного уровня (отдельные полярные области, сегнетокластеры и др.). Полученные в работе результаты показывают, что под действием достаточно сильного нарастающего электрического поля происходят каскадный рост и трансформация переключающихся областей и изменения динамики движения доменных и гетерофазных границ в этих областях кристалла, сопровождающиеся лавинообразным возрастанием люминесцентного сигнала. Так, при изменении поля E_{\max} от 15 до 25 kV/cm интенсивность люминесценции в максимуме возрастала более чем на три порядка. При этом пакет фотоимпульсов при-

обретал многоступенчатый вид. По-видимому, различные области пакета могут соответствовать различным механизмам процессов переключения и установления поляризации, а также последующей деполяризации. Зарегистрированный в настоящей работе характер изменения электролюминесценции РМН позволяет предположить наличие протекательных процессов в исследуемом интервале электрических полей, однако данных, свидетельствующих об образовании бесконечного кластера [6] пока недостаточно.

Нам представляется, что дальнейшие исследования электролюминесценции сегнетоэлектрических релаксоров при возбуждении в режимах гетеродинамирования представляет интерес для выяснения механизмов электролюминесценции и характера процессов изменения поляризации в зависимости от спектрального состава подаваемого напряжения.

Список литературы

- [1] *Krainik N.N., Kamzina L.S., Flerova S.A.* // *Ferroelectrics*. 1998. V. 208–209. P. 363–372.
- [2] *Флерова С.А., Кудзин А.Ю., Бочков О.Е., Крайник Н.Н.* // *ФТТ*. 1989. Т. 31. № 2. С. 123–127.
- [3] *Флерова С.А., Попов С.А., Крайник Н.Н., Бочков О.Е., Лазарев А.П.* // *ФТТ*. 1985. Т. 27. № 11. С. 3492–3494.
- [4] *Мыльникова И.Е., Боков В.А.* // *Рост кристаллов*. М.: АН СССР, 1961. Т. 3. С. 438–446.
- [5] *Бонч-Бруевич А.М.* // *Радиоэлектроника в экспериментальной физике*. М.: Наука, 1966. С. 92, 142–144, 396.
- [6] *Займан Дж.* // *Модели беспорядка*. М.: Мир, 1982. 591 с.