

Влияние гамма-облучения на диэлектрический отклик монокристалла релаксора SBN-75

© А.И. Бурханов, П.В. Бондаренко, Л.И. Ивлева*, А.В. Шильников

Волгоградский архитектурно-строительный университет,
400074 Волгоград, Россия

* Институт общей физики Российской академии наук,
119991 Москва, Россия

E-mail: postmaster@vgasa.ru

Исследовано влияние гамма-облучения (Co-60, доза $D = 4.75 \times 10^4$ R) на низко- и инфранизкочастотные диэлектрические свойства монокристалла с размытым фазовым переходом $\text{Sr}_{0.75}\text{Ba}_{0.25}\text{Nb}_2\text{O}_6$ (SBN-75). Характер диэлектрического отклика сопоставлялся с поведением токов деполяризации в необлученном и облученном образцах. Наблюдаемые изменения электрофизических свойств в SBN-75 в области размытого фазового перехода связываются со стабилизацией полярной сегнетоэлектрической фазы материала в поле радиационных дефектов.

Работа выполнена при поддержке гранта „Ведущие научные школы“ (НШ 1514.2003.2).

PACS: 77.84.Dy, 77.80.Dj, 81.40.Wx

1. Введение

Среди неупорядоченных сегнетоэлектрических (СЭ) материалов, к которым в настоящее время приковано пристальное внимание, выделяются монокристаллы ниобата бария-стронция $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$ (SBN- x). В системе SBN- x , как показано в целом ряде работ, например [1–3], возможна широкая модификация свойств путем изменения соотношения Sr/Ba или введения различных допирующих примесей. В этой связи особый интерес представляет изучение различных внешних воздействий на физические свойства SBN.

Цель настоящей работы — исследование влияния γ -облучения на диэлектрический отклик монокристалла-релаксора SBN-75 в широком интервале измерительных полей и в диапазоне низких и инфранизких частот.

2. Образцы и методика измерений

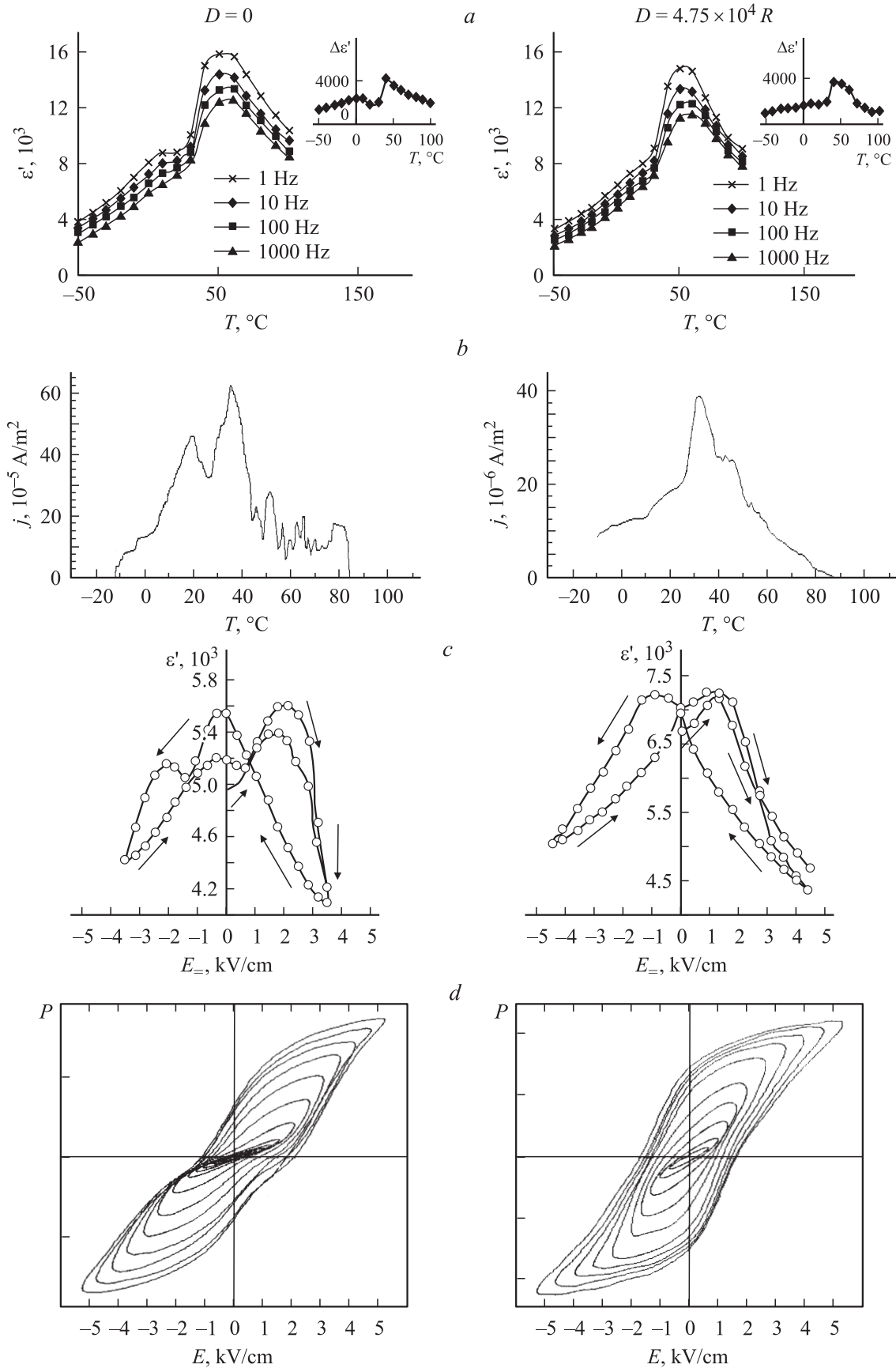
Образцы представляли собой плоскопараллельные пластины размером $4.0 \times 3.0 \times 1.3$ mm, вырезанные из монокристалла $\text{Sr}_{0.75}\text{Ba}_{0.25}\text{Nb}_2\text{O}_6$, выращенного методом Чохральского. В качестве электродов, наносимых на большие грани образца перпендикулярно полярной оси c , использовались электропроводящий лак марки Electon 40 AC (для случая облучения образца без электродов) и электроды, полученные методом вжигания серебряной пасты (случай облучения образцов с электродами). Измерения диэлектрической проницаемости $\epsilon'(T)$ на частотах 1–1000 Hz в слабых полях осуществлялись с использованием мостовых схем измерений. Исследование диэлектрического отклика в сильных полях проводилось с использованием модифицированной схемы Сойера–Тауэра. Для измерения токов деполяризации образца использовался электромметр В7-30. Скорость нагрева образца соответствовала 1.5 K/min. Облучение

образцов проводилось в потоке гамма-излучения Co-60 с различными дозами. После облучения образцы предварительно (перед измерениями) старели при комнатной температуре (T_r).

3. Экспериментальные результаты и обсуждение

На рисунке представлены температурные зависимости $\epsilon'(T)$ (a), глубины дисперсии $\Delta\epsilon'(T) = \epsilon'_{1\text{Hz}} - \epsilon'_{1\text{kHz}}$ (на вставке), плотности токов деполяризации $j(T)$ (b), а также реверсивные зависимости $\epsilon'(E_-)$ (c) и петли поляризации (d) при T_r для необлученного и облученного ($D = 4.75 \times 10^4$ R) образцов монокристалла SBN-75. Видно, что γ -облучение приводит к „стиранию“ аномалии в виде излома $\epsilon'(T)$ или локального минимума $\Delta\epsilon'(T)$, которая имеет место в „состаренных“ необлученных образцах (часть a рисунка) и характеризует эффект термической памяти в релаксорах [4,5]. Как следует из части b рисунка, в случае облученного образца остается лишь один максимум тока деполяризации $j(T)$ (вблизи температуры максимума $\epsilon'(T) - T_m$) в отличие от необлученного, где в режиме нагрева выделяются два максимума $j(T)$: один в области температуры старения (T_r), а другой в области T_m .

Такое поведение $\epsilon'(T)$, $\Delta\epsilon'(T)$ и $j(T)$, вероятнее всего, обусловливается тем, что облучение приводит к стабилизации полярной (СЭ) фазы в SBN-75. При этом стабилизация осуществляется как в процессе превращения (индуцирования) релаксорной фазы в СЭ фазу благодаря воздействию внутреннего смещающего поля, образованного радиационными дефектами, так и пиннингом доменных и фазовых границ на радиационных дефектах. С данным предположением хорошо согласуется поведение реверсивных зависимостей $\epsilon'(E_-)$ и петель поляризации (части c, d рисунка). Здесь „тройной“ максимум $\epsilon'(E_-)$



Температурные зависимости диэлектрической проницаемости $\epsilon'(T)$ (a), глубины дисперсии $\Delta\epsilon'(T) = \epsilon'_{1Hz} - \epsilon'_{1kHz}$ (на вставке), плотности токов деполаризации $j(T)$ (b), а также реверсивные зависимости $\epsilon'(E_{\pm})$ (c) и петли поляризации (d) при комнатной температуре для необлученного и облученного дозой $4.75 \times 10^4 R$ образцов монокристалла SBN-75.

и петля с „перетяжкой“ для необлученного материала указывают на то, что при приложении сильного поля к SBN-75 при $T \leq T_m$ происходит индуцированный полем фазовый переход из релаксорной (макроскопически неполярной) фазы в полярную (СЭ) фазу при достижении критических значений полей. Обычный вид $\varepsilon'(E_)$ и петель поляризации для сегнетоэлектрика, находящегося в СЭ фазе в облученном образце, свидетельствует о том, что здесь полярная (СЭ) фаза занимает практически весь объем образца, и при воздействии внешнего поля происходит лишь переключение доменной структуры материала.

Список литературы

- [1] Ю.С. Кузьминов. Сегнетоэлектрические кристаллы для управления лазерным излучением. Наука, М. (1982). С. 400.
- [2] T.R. Volk, L.I. Ivleva, P.A. Lykov, D.V. Isakov, V. Osiko, M. Wohlecke. Appl. Phys. Lett. **79**, 6, 854 (2001).
- [3] T.R. Volk, L.I. Ivleva, D.V. Isakov, V.V. Gladkii, N.M. Polozkov, P.A. Lykov. J. Crystal Growth **237/239**, 700 (2002).
- [4] А.В. Шильников, А.И. Бурханов, Е.Х. Биркс. ФТТ **29**, 3, 899 (1987).
- [5] А.И. Бурханов, А.В. Шильников, Р.Э. Узаков. Кристаллография **42**, 6, 1069 (1997).