

05.2;05.3;12

Фазовый наклеп в сегнетоактивных бинарных твердых растворах на основе ниобата лития

© Е.А. Дулькин, Л.В. Гребенкина, И.В. Позднякова,
Л.А. Резниченко, В.Г. Гавриляченко

Ростовский государственный университет

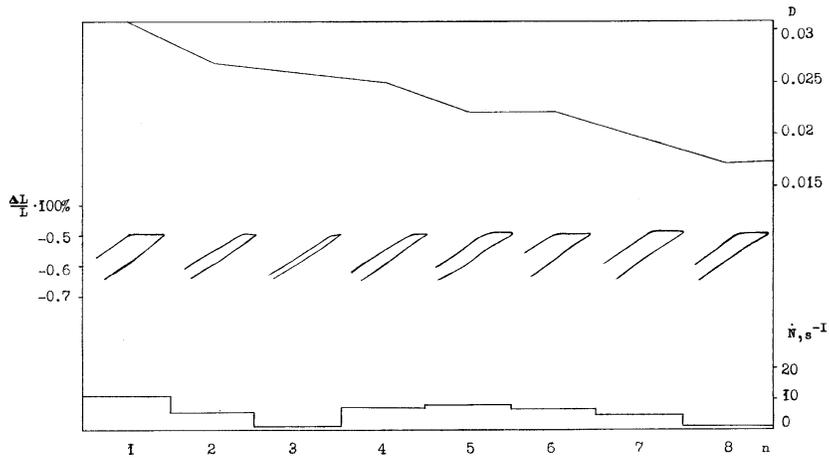
Поступило в Редакцию 2 июля 1998 г.

Акустоэмиссионным, дилатометрическим и диэлектрическим методами исследованы особенности проявления фазового наклепа в образцах сегнетокерамики на основе ниобата лития. Установлена корреляция соответствующих зависимостей на 3, 5 и 8-м термоциклах в области фазового перехода образцов. Предполагается, что обнаруженные особенности наклепа обусловлены как аннигиляцией дислокаций, так и их диффузией к границам кристаллитов.

В [1] было обнаружено проявление фазового наклепа (ФН) в сегнетоэлектрических кристаллах PbTiO_3 по данным акустической эмиссии (АЭ). Было установлено, что активность \dot{N} АЭ достигает максимума на 6-м цикле фазового перехода (ФП), что объяснялось аннигиляцией постростовых и ФН дислокаций. При дальнейшем увеличении числа n циклов ФП \dot{N} АЭ убывала экспоненциально, как и при проявлении ФН в металлах [2]. Очевидно, что ФН должен также проявляться и в сегнетоэлектрической керамике.

В сегнетокерамике ФП осложняется взаимодействием большого числа кристаллитов, связанных между собой посредством межкристаллитной прослойки. Это приводит, во-первых, к развитию механических напряжений, обусловленных скачком спонтанной деформации, и, во-вторых, к возникновению неоднородного поля деполяризации, обусловленного невыполнением условия электронейтральности на границах кристаллитов. Рассмотренные факторы существенно влияют на кинетику ФП в сегнетокерамике [3].

Цель настоящей работы — исследовать особенности проявления ФН в образцах сегнетокерамики на основе ниобата лития акустоэмиссионным, дилатометрическим и диэлектрическим методами.



Графики зависимостей размытия D ФП, температурного гистерезиса ΔT_g ФП и активности \dot{N} АЭ от числа n термоциклов в области ФП образцов сегнетокерамики $(\text{Na}_{1-x}\text{Li}_x)\text{NbO}_3$ при $x = 0.1175$.

Керамические образцы синтезировались методом твердофазных реакций с последующим горячим прессованием. Образцы в форме дисков диаметром 10 mm и толщиной 1 mm исследовались по комплексной методике [4]. Одновременно измерялись активность \dot{N} АЭ и относительная дилатация $\Delta L/L$ образцов в области ФП. Параллельно мостовым методом на частоте 20 kHz измерялась диэлектрическая проницаемость и определялось размытие D ФП по методике [5].

Нами исследован широкий круг образцов бинарных твердых растворов $(\text{Na}_{1-x}\text{Pb}_x)(\text{Nb}_{1-y}\text{Ti}_y)\text{O}_3$ и $(\text{Na}_{1-x}\text{Li}_x)\text{NbO}_3$, в которых ФН проявляется в различной мере. Рассмотрим особенности проявления ФН в сегнетокерамике на примере образцов последнего состава при $x = 0.1175$ (см. рисунок).

Величина размытия D ФП монотонно уменьшается, испытывая минимумы на 3, 5 и 8-м циклах ФП. После 8-го цикла кривая $D(n)$ постепенно выходит в насыщение.

Дилатационная кривая имеет вид типичной петли гистерезиса. В процессе термоциклирования амплитуда петель и их наклон остаются

постоянными, изменяется лишь их ширина, т. е. величина температурного гистерезиса ΔT_g . Величина ΔT_g монотонно уменьшается, испытывая минимумы на 3 и 8-м циклах и максимум на 5-м цикле. После 8-го цикла величина ΔT_g также выходит в насыщение.

Активность $\dot{N}AЭ$ имеет наибольшую величину на 1-м цикле. В процессе термоциклирования величина \dot{N} несколько уменьшается, обнаруживая минимумы на 3 и 8-м циклах и максимум на 5-м цикле. После 8-го цикла величина \dot{N} продолжает монотонно уменьшаться.

Из сопоставления экспериментальных зависимостей $D(n)$, $\Delta T_g(n)$ и $\dot{N}(n)$ видно, что они коррелируют между собой.

По-видимому, максимум $\dot{N}AЭ$ на 5-м цикле ФП отвечает наиболее интенсивной аннигиляции дислокаций, как и в [1]. Интересно, что при этом отмечается некоторое увеличение ΔT_g . Напротив, уменьшение ΔT_g и D на 3 и 8-м циклах свидетельствует о снижении дефектности кристаллитов керамики. Низкий уровень $\dot{N}AЭ$ на этих циклах ФП позволяет предположить, что параллельно с аннигиляцией дислокаций идет процесс их диффузии к границам кристаллитов, что способствует релаксации механических напряжений на границе кристаллит–матрица. На первых циклах ФП этот процесс носит волнообразный характер, а при последующем росте n затухает вследствие упрочнения материала.

Список литературы

- [1] Гавриляченко В.Г., Дулькин Е.А., Семенчев А.Ф. // ФТТ. 1995. Т. 37. № 4. С. 1229–1231.
- [2] Плотников В.А., Монасевич Л.А., Паскаль Ю.М. // ФММ. 1988. Т. 65. № 8. С. 1219–1221.
- [3] Гавриляченко В.Г., Комаров В.Д., Фесенко Е.Г. Фундаментальные проблемы пьезоэлектроники. Ростов-на-Дону: МП "Книга". Изд. РГУ. 1995. Т. 1. С. 150–157.
- [4] Дулькин Е.А. // СФХТ. 1992. Т. 5. № 1. С. 103–104.
- [5] Dudek J., Kupriyanov M.F., Konstantinov G.N. // Ferroelectrics. 1988. V. 81. P. 249–252.