

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ ТИПА BaTiO_3 В ОБЛАСТИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Е. А. Дулькин, В. Г. Гавриляченко, А. Ф. Семенчев

Акустическая эмиссия (АЭ) при структурных фазовых переходах (ФП) сопровождается движением межфазных границ, перестройку доменных и дефектных подструктур кристалла и поэтому позволяет исследовать кинетику ФП, включая механизм зарождения новой фазы, гистерезис и другие особенности превращения [1]. Метод АЭ широко использовался при исследованиях мартенситных превращений в металлах и сплавах, чего нельзя сказать об исследованиях ФП в сегнетоэлектрических кристаллах, ФП первого рода в которых имеют квазимартенситный характер [2].

При исследованиях ФП в сегнетоэлектрических и сегнетоэластических кристаллах обычно применялись методики АЭ, при которых сигнал АЭ фиксировался пьезопреобразователем, либо непосредственно приклеенным к образцу [3], либо контактирующим с образцом посредством корундовой иглы [4]. В этих случаях кристалл испытывает внешние механические напряжения от приемника АЭ, крайне нежелательные при фазовых переходах.

Нами разработана методика, свободная от перечисленных недостатков. Исследуемый кристалл (рис. 1) свободно лежит на полированной поверхности акустического волновода, выполненного из кварцевого стекла и находящегося в печи. К нижнему холодному торцу волновода приклеен пьезоэлектрический датчик АЭ. Печь установлена в основании поляризационного микроскопа, посредством которого проводится наблюдение и фотографирование доменной структуры. Акустическая эмиссия измеряется прибором, описанным в [5]. Результаты измерений активности АЭ от температуры фиксируются двухкоординатным самописцем.

По данной методике проводились исследования кристаллов BaTiO_3 , имеющих различные кинетико-морфологические особенности. Кристаллы термоциклировались в области ФП 80—150 °С со скоростью 5 °С/мин. Результаты исследований следующие.

1. В тех случаях, когда при ФП по кристаллу перемещается плоская межфазная граница (ПМГ), ориентация которой согласована с исходной доменной структурой, сигналы АЭ минимальны. Это подтверждает вывод работы [2] о том, что при образовании одиночной ПМГ в кристаллах BaTiO_3 достигается максимальное согласование фаз.

2. Сигнал АЭ возрастает при продвижении по кристаллу сложных межфазных границ, сопровождающемся активной перестройкой двойниковой структуры в сегнетофазе.

3. В тех кристаллах, для которых характерна сложная кинетика ФП, перестройка двойниковой структуры происходит за несколько градусов до точки Кюри. Каждый акт такой перестройки сопровождается импульсами АЭ. Наибольшей интенсив-

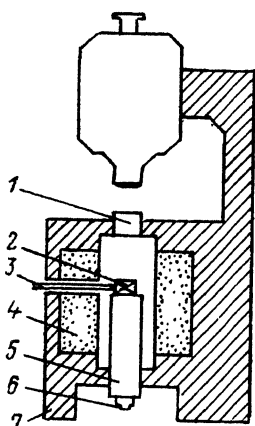


Рис. 1. Чертеж экспериментальной установки.

1 — кварцевая крышка печи, 2 — образец, 3 — термопара, 4 — печь, 5 — акустический волновод, 6 — пьезоэлектрический датчик АЭ, 7 — основание микроскопа.

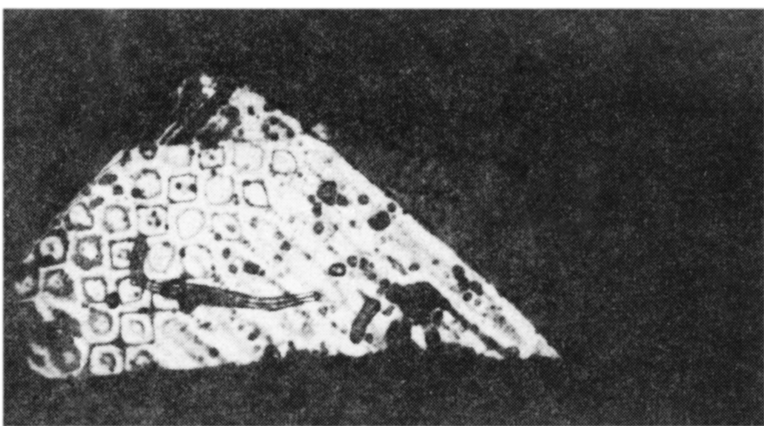


Рис. 2. Микрофотография кристалла титаната бария в момент образования «сетки Форсберга».

ности сигнал АЭ достигает при образовании групп двойников, распространяющихся во взаимно перпендикулярных направлениях, образующих структуру типа «сетка Форсберга» (рис. 2).

4. При циклическом ФП через точку Кюри было обнаружено, что, несмотря на более или менее повторяющуюся картину перестройки доменной структуры, сигналы АЭ интенсивнее, чем при охлаждении.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что основной вклад в АЭ сигнал дают внутренние механические напряжения, которые испытывает кристалл в том случае, когда в сегнетофазе идет перестройка двойниковой структуры. В связи с этим рекомендации об определении температуры ФП по сигналам АЭ, предложенные в [3], не корректны, так как эта перестройка может происходить за несколько градусов до точки Кюри.

Список литературы

- [1] Бартенев О. А., Хамитов В. А. // Зав. лаб. 1987. Т. 53. № 6. С. 37—45.
- [2] Фесенко Е. Г., Гавриляченко В. Г., Семенчев А. Ф. // Доменная структура многоосных сегнетоэлектрических кристаллов. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1990. 192 с.
- [3] Калитенко В. А., Перга В. М. // ФТТ. 1980. Т. 22. № 6. С. 1838—1840.
- [4] Рудяк В. М. // Процессы переключения в нелинейных кристаллах. М.: Наука, 1986. 248 с.
- [5] Дулькин Е. А., Зацаринный В. П. // Пьезоактивные материалы: физика, технология, применение в приборах. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1991. № 9. С. 30—35.

Ростовский государственный университет им. М. А. Суслова

Поступило в Редакцию
1 июля 1991 г.
В окончательной редакции
19 ноября 1991 г.