

НЕОБЫЧНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В ОДНООСНОМ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКЕ $\text{LiH}_3(\text{SeO}_3)_2$

В.Н.Анисимова, М.Н.Филиппов, Л.А.Шувалов

В одноосном сегнетоэлектрическом кристалле тригидроселените лития обнаружена устойчивая доменная конфигурация с наклонными границами.

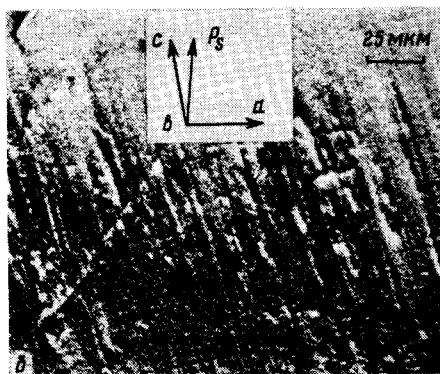
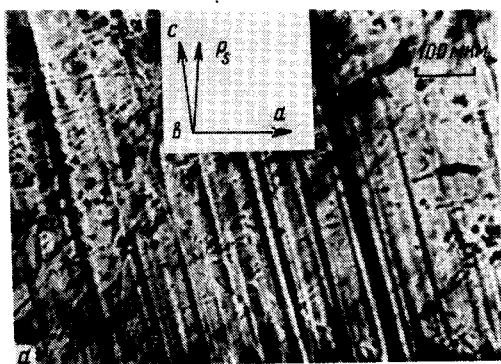
Геометрия доменной структуры кристалла и возможное число направлений вектора спонтанной поляризации, а следовательно и ориентация доменов определяются симметрией исходной и несимметричной фаз. Одноосные сегнетоэлектрики, таким образом, должны разбиваться на домены с антипараллельными векторами спонтанной поляризации (180° -ные домены). При этом энергетически выгодным оказывается отсутствие связанных зарядов на границе между доменами ($\text{div } \mathbf{P} = 0$), т.е. доменные границы должны быть параллельны направлению вектора спонтанной поляризации кристалла ¹. Практически у всех одноосных сегнетоэлектриков (не сегнетоэлектриков-полупроводников) наблюдается именно такая доменная структура ².

Принципиально отличную доменную структуру мы наблюдали в одноосном сегнетоэлектрическом кристалле $\text{LiH}_3(\text{SeO}_3)_2$ (LHS).

Известный уже более двадцати лет сегнетоэлектрический кристалл обладает необычно большой для водородсодержащих кристаллов величиной спонтанной поляризации ($15 \text{ мкК} \cdot \text{см}^{-2}$) и остается в сегнетоэлектрической фазе с симметрией P_n вплоть до температуры плавления (383 К). В параэлектрическое состояние с симметрией $P2_1/n$ кристалл может быть переве-

ден лишь приложением гидростатического давления, причем температура гипотетического фазового перехода при атмосферном давлении составляет 420 K ³. Кристалл LHS в последнее время вновь привлек к себе внимание с точки зрения возможных приложений ⁴.

Доменную структуру кристалла LHS до настоящего времени наблюдать не удавалось. Мы использовали эффект декорирования поверхности сегнетоэлектрического кристалла нематическим жидким кристаллом (НЖК) ⁵. Кристалл LHS имеет совершенную плоскость спайности (b -срез), в которой, в соответствии с симметрией, лежит вектор спонтанной поляризации. Ориентация вектора спонтанной поляризации установлена с точностью до 1° ⁶. Тонкий слой НЖК наносился на скол кристалла и в поляризованном свете в микроскопе наблюдался черно-белый контраст, соответствующий картине доменной структуры.



Доменная структура кристалла LHS: *a* – визуализация с помощью НЖК, *б* – визуализация методом РЭМ (ускоряющее напряжение 3 кВ)

Из приведенной микрофотографии статической доменной структуры кристалла LHS (рис. *a*) видно, что доменные границы в кристалле не параллельны вектору спонтанной поляризации, а составляют с ним угол, равный $\sim 18^\circ$. Ориентация доменных границ приблизительно ($\pm 1^\circ$) соответствует кристаллографической c -оси. Приложение постоянного электрического поля $\sim 10^2\text{ В/см}$ вдоль полярной оси переводит кристалл в монодоменное состояние, контраст при этом исчезает. После снятия внешнего поля в короткозамкнутом кристалле монодоменное состояние не сохраняется, а вновь восстанавливается доменная структура с наклонными границами. Визуализация доменной структуры на полярном срезе и на a -срезе кристалла позволяет заключить, что домены в кристалле образуют квазипериодическую слоистую структуру.

Для получения однозначных выводов о характере доменной структуры кристалла нами использовался также метод растровой электронной микроскопии (РЭМ). Возникающий в этом случае контраст обусловлен модуляцией эмиссии вторичных электронов доменной структурой кристалла ⁷. Полученная методом РЭМ картина доменной структуры (рис. *б*) на том же b -срезе кристалла подобна картине декорирования методом НЖК. Следует отметить, что методом РЭМ, как правило, анализируются полярные срезы сегнетоэлектрических кристаллов. Наблюдавшийся в нашем случае контраст на неполярном b -срезе кристалла имеет ряд отличий, в частности выявляются лишь области доменных границ, отсутствует инверсия контраста вблизи равновесного потенциала образца. Отмеченные особенности наблюдаемого контраста, по-видимому, могут быть объяснены взаимодействием медленных вторичных электронов с неоднородным полем спонтанной поляризации в области доменных границ.

На основании проведенных экспериментов и симметричных соображений следует предположить наличие связанного заряда в области доменных границ, что должно приводить к появлению дополнительных внутренних полей рассеяния в кристалле. В отличие от ферромагнетиков в сегнетоэлектриках наряду с энергией полей рассеяния большую роль может играть энергия упругого взаимодействия. Однако, в кристалле LHS спонтанная стрикция квадратична и не может играть определяющую роль в ориентации доменных границ. Можно лишь отметить, что пьезоэлектрическая анизотропия несимметричной фазы кристалла такова⁸, что наименьшей деформации будет подвергаться граница двух соседних доменов, ориентированная вдоль кристаллографической *c*-оси, т. е. наиболее выгодным энергетически может оказаться именно такая ориентация доменных границ, какая и наблюдается в эксперименте.

Авторы благодарят Е.Д.Якушкина и А.П.Лёванюка за помощь в работе и обсуждение результатов.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред, М.: Наука, 1982.
2. Burfoot J.C., Taylor G.W. Polar Dielectrics and Their Applications, 1979, The Macmillan Press LTD (перевод: Дж.Барфут, Дж.Тейлор. Полярные диэлектрики и их применения, М.: Мир, 1981).
3. Samara G.A. Phys. Rev., 1968, 173, 605.
4. Shaulov A., Smith W.A. Ferroelectrics, 1983, 49, 223.
5. Тихомирова Н.А., Донцова Л.И., Пикин С.А., Шувалов Л.А. Письма в ЖЭТФ, 1979, 29, 37.
6. Шувалов Л.А., Анисимова В.Н., Иванов Н.Р., Величко И.А. Кристаллография, 1972, 17, 1253.
7. Lebihan R., Maussion M. C.R.Acad.Sc., 1971, B272, 1010.
8. Berlincourt D., Cook W.R., Jr., Rander M.E. Acta Cryst., 1963, 16, 163.

Институт кристаллографии
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
28 февраля 1984 г. ✎
18 июля 1984 г.