

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФАЗОВУЮ ГРАНИЦУ В КРИСТАЛЛАХ BaTiO_3

С.А.Флёрова, О.Е.Бочков

Экспериментально обнаружено, что под влиянием постоянного магнитного поля фронт сегнетоэлектрического фазового перехода в кристаллах BaTiO_3 ориентируется вдоль силовых линий и движется перпендикулярно направлению магнитного поля. Температура, при которой фазовая граница начинает движение, повышается на $0,6 - 1,1^\circ\text{C}$ для разных образцов.

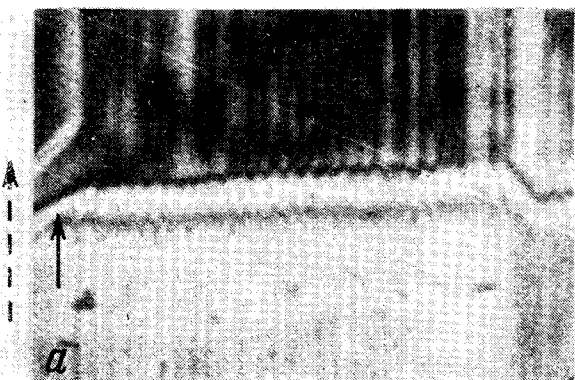
Исследования проведены на пластинчатых a - c -доменных кристаллах $BaTiO_3$ толщиной 0,2 – 0,4 мм, выращенных из раствора в расплаве KF при использовании реактивов марки "ОСЧ". Удельная электропроводность, измеренная вдоль направления $[100]$, в области фазового перехода составляла $10^{-5} \div 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Кристаллы в специальном кристаллодержателе, снабженном нагревателем и терморегулятором, располагались на столике поляризационного микроскопа, смонтированного между полюсами электромагнита, питаемого от стабилизированного источника. Предельное значение напряженности магнитного поля составляло 25 кЭ. Терморегулятор обеспечивал нагрев и охлаждение кристалла в районе сегнетоэлектрического фазового перехода (120°C) со скоростью порядка 1 град в мин. Тепловые градиенты в кристаллодержателе были пренебрежимо малы и не менялись при наложении магнитного поля. Наблюдения, кино- и фоторегистрация доменной структуры производились в плоскости (001) кристалла в проходящем свете при скрещенных поляроидах. Вращением кристалла вокруг направления $[001]$ достигалось изменение ориентации магнитного поля в плоскости наблюдения.

В многократно повторявшихся экспериментах установлено, что при охлаждении кристалла $BaTiO_3$ фазовая граница между кубической и тетрагональной фазами (этот переход первого рода происходит в достаточно узкой области температур) начинает свое движение в присутствии магнитного поля при температуре на $0,6 - 1,1^\circ \text{C}$ выше, чем в отсутствие магнитного поля. При этом она ориентируется вдоль силовых линий магнитного поля и движется перпендикулярно их направлению. Микрофотографии доменной структуры, приведенные на рисунке, иллюстрируют изменения ориентации, формы и направления движения фазовой границы под влиянием магнитного поля. Следует отметить, что после охлаждения кристалла через фазовый переход в магнитном поле наблюдается длительное последствие. Кристалл медленно, иногда в течение суток, релаксирует в исходное состояние. Клиновидные домены, возникающие в сегнетофазе (рис.б) при измененном направлении движения фронта фазового перехода, свидетельствуют о дополнительных механических напряжениях в кристалле.

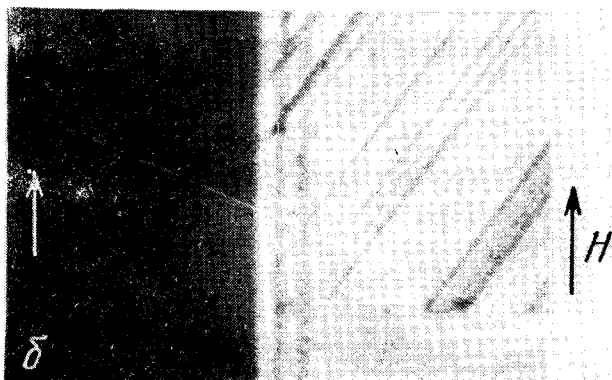
Однозначно установлено, что только движущаяся граница взаимодействует с магнитным полем. Если застabilизировать температуру в момент, когда фазовая граница находится в середине кристалла, то на такую фиксированную фазовую границу магнитное поле влияния практически не оказывает. В этой ситуации рассматривать наблюдаемое явление с позиций теорий, учитывающих влияние магнитного поля на фазовый переход, например, вибронной [1, 2], или сравнивать с результатами на узкощелевом сегнетоэлектрике типа A_4B_6 [3, 4] не представляется возможным.

Не исключено, что зарегистрированные особенности в поведении фазовой границы обусловлены изменением условий экранирования спонтанной поляризации в магнитном поле [5], если учесть, что движение фазовой границы – это неравновесный процесс, сопровождающийся экранированием. С другой стороны, возможно, что фазовая граница при дви-

жении ионизирует дефекты, среди которых могут быть и парамагнитные центры, и с ионизацией парамагнитных центров связано взаимодействие фазовой границы с магнитным полем, как это имеет место в органических твердых телах [6].



Изменение направления движения фронта фазового перехода из кубической в тетрагональную фазу $BaTiO_3$ под влиянием магнитного поля: *a* — охлаждаемый кристалл в отсутствие магнитного поля (в центре кадра видна фазовая граница), *б* — тот же кристалл, охлаждаемый в магнитном поле напряженностью 23 кЭ (фазовая граница располагается вдоль силовых линий магнитного поля). Пунктирной стрелкой показано направление движения фазовой границы. Сплошной — направление магнитного поля. Увеличение $\times 60$



Для выяснения механизма взаимодействия движущейся фазовой границы с магнитным полем необходимы дальнейшие исследования.

Авторы глубоко благодарны Л.А.Шувалову, А.Ю.Кудзину, Н.А.Тихомировой и А.И.Баранову за интерес к работе и ценные замечания.

Днепропетровский
государственный университет

Поступила в редакцию
17 ноября 1980 г.

Литература

- [1] П.Консин, Н.Кристофель. Изв. АН ЭССР, сер. физика, математика, 20, 37, 1971.
- [2] I.V.Bersuker, B.G.Vekhter. Ferroelectrics, 19, 137, 1978.
- [3] K.Murase, S.Sugai, S.Takaoka, S.Katayama. Phys. Semicond., Proc. 13 Int. Conf., p.305, Roma, 1976.

- [4] В.И.Литвинов, В.Л.Волков, В.К.Дугаев, ФТТ, 21, 1921, 1979.
- [5] С.А.Флерова, С.А.Попов, В.С.Щетинкин. Тезисы IX Всесоюзного совещания по сегнетоэлектричеству, ч. II, стр.257, Ростов-на-Дону, 1979.
- [6] И.А.Соколик, Е.Л.Франкевич. УФН, 111, 261, 1973.
-