

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 537.226

ОСОБЕННОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКА В НЕСОРАЗМЕРНОЙ ФАЗЕ

В. В. Гладкий, В. А. Кириков, Б. Бржезина

Спецификой несоразмерной фазы (*H*-фазы) сегнетоэлектрика является ярко выраженная зависимость различных физических свойств образца кристалла от его предыстории (эффекты памяти). Причиной таких эффектов, по-видимому, является «закрепление» квазидоменной (солитонной) структуры, существенно влияющей на свойства кристалла, в метастабильных состояниях на структурных неоднородностях [1].

Ниже приводятся результаты обнаружения и исследования специфических аномалий поляризации сегнетоэлектрика в статических электрических полях в области *H*-фазы, отличающиеся от данных [2], полученных в переменных низкочастотных полях. Объект исследования — кристаллы Rb_2CoCl_4 , претерпевающий структурные переходы при $T=295$ К, $T_c = 192$ К и $T=66$ К [3-5]. Фаза при $T < T_c$ полярная [4], при $T_i > T_c > T_e$ несоразмерная [6]. Кристаллографические оси: $X \parallel a$, $Y \parallel b$, $Z \parallel c$, $b < a < c$. Спонтанная поляризация возникает вдоль оси Y .

Поляризация P_y кристалла в электрических полях измерялась компенсационным электрометрическим методом [7]. Образцы Y -среза кристалла имели форму прямоугольных пластин размером $3.5 \times 3.5 \times 0.7$ мм, электроды на большие грани образцов наносились электропроводящей пастой. Время установления равновесной поляризации при включении поля E_y порядка нескольких минут.

Результаты измерения температурных зависимостей P_y в электрических полях E_y в области структурного перехода *H*-фаза—полярная фаза приведены на рис. 1. Видно, что с увеличением E_y кривые $P_y(T)$ и, по-видимому, точка перехода T_c смещаются в область более высоких температур с коэффициентом $K_E = dT_c/dE_y = 0.38$ К·кВ⁻¹·см. Начиная с поля $E_y = 6$ кВ/см, кристалл в полярной фазе монодоменизируется, P_y достигает «насыщенных» значений и практически перестает изменяться при дальнейшем увеличении E_y . Зависимости $P_y(T)$ имеют температурный гистерезис. Кроме того, так же как и для других физических свойств [1], наблюдаются частные циклы гистерезиса P_y независимо от того, захватывает ли цикл изменения температуры область полярной и *H*-фазы или только *H*-фазы.

Специфическую форму имеют петли диэлектрического гистерезиса зависимости P_y от E_y при постоянных температурах в области *H*-фазы, причем их вид существенно зависит от того, охлаждался или нагревался кристалл до заданной температуры, находился ли он в процессе изменения температуры в нулевом или отличном от нуля внешнем поле E_y (рис. 1; приведены только половины петель). Видно, что после охлаждения кристалла при $E_y = 0$ (рис. 1, б) или нагревания при $E_y \neq 0$ (рис. 1, д) начальные изменения P_y (штриховые линии) не совпадают с дальнейшими цик-

лами поляризации (или переполяризации) (сплошная линия). Для двух других режимов измерения (рис. 1, в, г) петли имеют обычную форму. Начало цикла переполяризации на петлях отмечено точками.

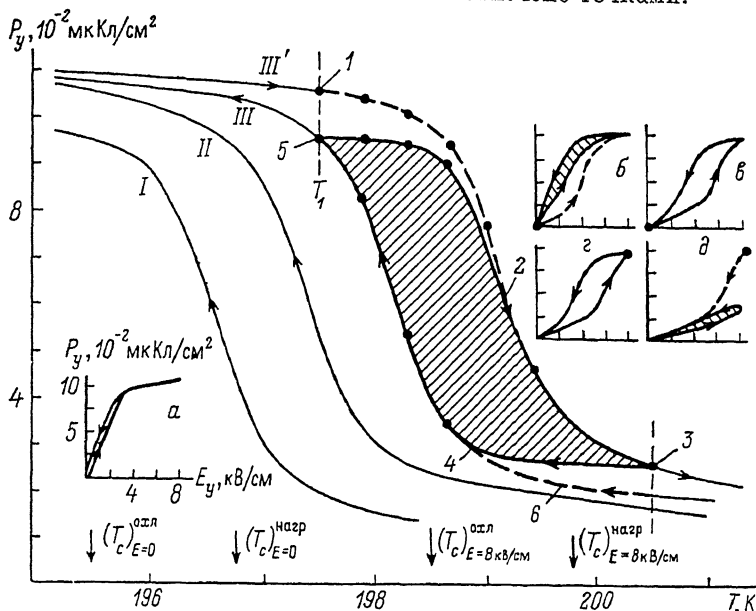


Рис. 1. Температурная зависимость поляризации P_y кристалла Rb_2CoCl_4 .

I, II, III — при охлаждении, $E_y=4, 6, 8$ кВ/см соответственно; III' — при нагревании кристалла, $E_y=8$ кВ/см. На вставках — петли диэлектрического гистерезиса $P_y(E_y)$. а — полярная фаза, $T=195.33$ К ($\Delta T=T-T_c^{охл}=-0.19$ К); б-в — H-фаза. Начальные условия: б — охлаждение до $T=196.53$ К ($\Delta T=T-T_c^{охл}=1$ К) при $E_y=0$; в — до $T=197.53$ К ($\Delta T=T-T_c^{охл}=2$ К) при $E_y=8.5$ кВ/см; г — нагревание до $T=197.53$ К ($\Delta T=T-T_c^{нагр}=0.7$ К) при $E_y=0$; д — до $T=198.73$ К ($\Delta T=T-T_c^{нагр}=1.9$ К) при $E_y=8.5$ кВ/см, $T_c^{охл}=195.5$ К, $T_c^{нагр}=196.8$ К.

Появление двойных петель гистерезиса в H-фазе при некоторой $T > T_c$, так же как и в случае любого сегнетоэлектрического фазового перехода с температурным гистерезисом, обусловлено смещением точки T_c (или даже индуцированием другой фазы) в поле $E_y \neq 0$. А характерные для H-фазы начальные участки петли (штриховые линии на вставке рис. 1), наблюдающиеся при любой T в пределах H-фазы, являются следствием того, что температурный гистерезис состояний кристалла существ-

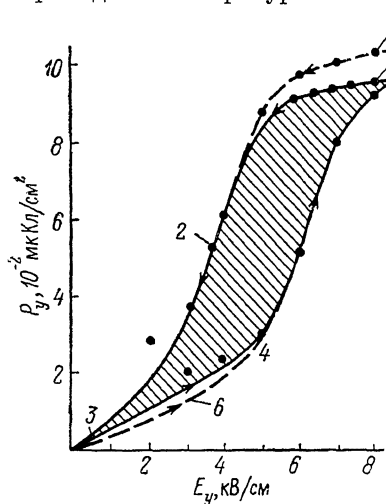


Рис. 2. Петля диэлектрического гистерезиса зависимости P_y от E_y кристалла Rb_2CoCl_4 в H-фазе при различных условиях измерения.

$T=T_1=197.5$ К. Условия измерения: 1 — нагревание кристалла до T_1 при $E_y=8.5$ кВ/см; 2 — при $E_y=0$; 3 — охлаждение до T_1 при $E_y=8.5$ кВ/см; 4 — при $E_y=0$. В режимах 1 и 4 первая четверть первого цикла изменения P_y (штриховые линии, точки 1, 2 и 6, 4 соответственно) не совпадает со всеми дальнейшими циклами, а также с изменениями P_y в режимах 2 и 3 (сплошная линия).

вует во всей температурной области H-фазы. В этом можно убедиться, если сопоставить данные зависимости $P_y(T)$ (рис. 1) петлей $P_y(E_y)$ (рис. 2), полученных при $T=T_1$, отвечающей точкам I, 5 на рис. 1. При этом следует принять во внимание, что изменение поля на величину ΔE_y

при $T_1 = \text{const}$ за счет смещения $T_c(E_y)$ эквивалентно изменению температуры кристалла ΔT при $E_y = \text{const}$ на величину $\Delta T = -K_E \Delta E_y$, $\Delta T < 0$ при $\Delta E_y > 0$ и $\Delta T > 0$ при $\Delta E_y < 0$. Нетрудно видеть тогда, что полученные при четырех различных начальных условиях петли температурного гистерезиса на рис. 1 и диэлектрического гистерезиса на рис. 2 эквивалентны (эквивалентные точки на обоих рисунках обозначены одинаковыми цифрами). Поскольку основной вклад в изменение P_y при изменении T или E_y в кристаллах Rb_2CoCl_4 вносит спонтанная поляризация, имеется также удовлетворительное количественное соответствие между значениями P_y в эквивалентных точках: зачерненные кружки на рис. 1 — значения P_y по данным рис. 2, а на рис. 2 — значения P_y по данным рис. 1, рассчитанные с учетом равенства $\Delta T = -K_E \Delta E$. Видно, что кружки на рис. 2 отклоняются от кривых только в области малых E_y , где основной вклад в измеряемые значения P_y вносит уже не спонтанная, а индуцированная полем поляризация, существенно зависящая от величины поля E_y . Отметим, что измеренные значения ширины температурного и диэлектрического гистерезисов также согласуются с равенством $\Delta T = -K_E \Delta E_y$ ($\Delta T \approx 1$ К, $\Delta E_y \approx 2.5$ кВ/см).

Приведенные выше особенности поляризации H -фазы сегнетоэлектрика согласуются с данными измерения диэлектрической проницаемости в смещающих электрических полях в [8, 9].

Л и т е р а т у р а

- [1] Incommensurate Phases in Dielectrics. Modern Problem in Condensed Matter Sciences. V. 14. 1. North Holland, Amsterdam, 1986.
- [2] Sorge G., Maack N., Shuvalov L. A. // Phys. St. Sol. (a). 1986. V. 93. N 1. P. 315—320.
- [3] Sawada S., Shiroishi Y., Yamamoto A. // Ferroelectrics. 1978. V. 21. N 1/2/3/4. P. 413—415.
- [4] Gesi K. // J. Phys. Soc. Jap. 1985. V 54. N 7. P. 2401—2403.
- [5] Vanek P., Břesina B., Havrankova M., Biros J. // Phys. St. Sol. (a). 1986. V. 95. N 2. P. K101—K103.
- [6] Бржезина Б., Ванек П., Есаян С. Х. и др. // ФТТ. 1986. Т. 28, № 9. С. 2802—2807.
- [7] Гладкий В. В., Сидненко Е. В. // ФТТ. 1971. Т. 13. № 6. С. 1642—1648.
- [8] Струков Б. А., Куруленко Е. П. // ФТТ. 1987. Т. 29. № 1. С. 199—201.
- [9] Гладкий В. В., Кириков В. А., Смутный Ф. // ФТТ. 1987. Т. 29. № 8. С. 2534—2536.

Институт кристаллографии АН СССР
Москва

Поступило в Редакцию
3 июня 1988 г.

УДК 537.567

Физика твердого тела, том 31, в. 1, 1989
Solid State Physics, vol. 31, № 1, 1989

ФОТОИОНИЗАЦИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МИКРОКРИСТАЛЛОВ В СТЕКЛЕ

В. Я. Грабовский, Я. Я. Дзенис, А. И. Екимов, И. А. Кудрявцев,
М. Н. Толстой, У. Т. Рогулис

Как показали проведенные исследования [1, 2], полупроводниковые микрокристаллы, выращенные в прозрачной стеклообразной или жидкой матрице, представляют собой потенциальную яму для неравновесных носителей заряда и экситонов. Энергетический спектр таких микрокристаллов определяется эффектом размерного квантования трансляционного