

Кривая 3 (рис. 1) характеризует зависимость периода полосовой ДС, сформированной квазистатическим планарным магнитным полем, от температуры. Установлено, что период доменной структуры при таком способе формирования почти не зависит от температуры. Однако он всегда меньше, чем для равновесной доменной структуры (рис. 1, 1), и чем ниже температура, тем больше разница. «Разрезание» полосовых доменов по-казало отсутствие ВБЛ в доменных границах. Уменьшение периода ДС объясняется, во-первых, существованием потенциального барьера между равновесным состоянием доменной структуры и ее метастабильными состояниями, во-вторых, уменьшением периода при воздействии планарного поля. В [11] показано, что энергия ДГ уменьшается с ростом поля быстрее, чем энергия полей размагничивания, что и приводит к уменьшению периода ДС. При снижении планарного поля доменная структура «замерзает» в одном из метастабильных состояний. Экспериментально установлено, что чем ниже температура, тем выше энергетический барьер и тем больше разница периода ДС по сравнению с равновесной.

Таким образом, при низких температурах наличие ВБЛ в доменных границах приводит к увеличению периода доменной структуры, а существование потенциального барьера — к «замораживанию» доменных структур.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Телеснин Р. В., Дурасова Ю. А. и др. // ЖТФ. 1982. Т. 52. № 3. С. 588—589.
- [2] Molho P., Portesell J. L. et al. // J. Appl. Phys. 1987. V. 61. N 8. P. 4188—4193.
- [3] Барьяхтар Ф. Г., Линник А. И., Прудников А. М., Ходосов Е. Ф. // ФТТ. 1985. Т. 27. № 8. С. 2503—2504.
- [4] Shaw R. F., Hill D. E., Sandford R. M., Moody J. M. // J. Appl. Phys. 1973. V. 44. N 6. P. 2346—2349.
- [5] Druyvestein W. F., Dorleijn F. W., Rinierse R. F. // J. Appl. Phys. 1973. V. 44. N 6. P. 2397—2401.
- [6] Барьяхтар Ф. Г., Дорман В. Л., Карпий С. П. и др. // ФТТ. 1986. Т. 28. № 5. С. 1571—1574.
- [7] Малоземов А., Слозуски Дж. Доменные стенки в материалах с цилиндрическими магнитными доменами. М., 1982. 382 с.
- [8] Бобек Э., Делла Торре Э. Цилиндрические магнитные домены. М., 1977. 192 с.
- [9] Nishida H., Kobayashi T., Sugita Y. // IEEE Trans. Magn. 1973. V. MAG-9. P. 517—519.
- [10] Барьяхтар Ф. Г., Линник А. И., Прудников А. М., Соболев В. Л. // Сб. научных трудов. М.: ИНЭУМ, 1986. С. 84—93.
- [11] Johansen T. R., Norman D. I., Torok E. J. // J. Appl. Phys. 1971. V. 42. N 4. P. 1715—1718.

Донецкий физико-технический институт АН УССР
Донецк

Поступило в Редакцию
3 апреля 1989 г.
В окончательной редакции
17 июля 1989 г.

ЧАСТОТНАЯ И ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТИ ВНУТРЕННЕГО ПОЛЯ ДЕФЕКТНЫХ КРИСТАЛЛОВ ТГС

О. М. Сердюк, Л. Н. Камышева, С. Н. Дрождин

Причиной возникновения внутреннего поля $E_{\text{вн}}$ в сегнетоэлектрических кристаллах являются дефекты кристаллической структуры различного происхождения. Механизмы возникновения поля $E_{\text{вн}}$ связывают с полем объемных электрических зарядов и механических напряжений, а также с существованием поверхностных зарядов на границе кристалла [1, 2]. Первые два механизма реализуются, вероятно, в примесных и радиа-

цiously поврежденных кристаллах [3-5], третий — преимущественно в номинально чистых кристаллах малой толщины [6].

В настоящей работе сообщаются результаты измерения внутреннего поля образцов (толщиной ~1 мм) кристаллов ТГС, выращенных выше точки Кюри и содержащих ионы хрома или *L*, α -аланина, в функции от температуры и частоты измерительного поля.

Величина поля $E_{вн}$ оценивалась по смещению петли диэлектрического гистерезиса вдоль оси E — по одной из наиболее распространенных методик оценки $E_{вн}$. В этом случае $E_{вн}$ часто называют внутренним полем смещения $E_{см}$. Отмечается, что оно может быть не равно полю $E_{вн}$ [7].

Допустим, что весь объем кристалла переполяризуется от значения поляризации $P_{нас}^+$ до $P_{нас}^-$ в электрических полях разной величины E_+ и E_- . В этом случае можно говорить, что в кристалле существует внутрен-

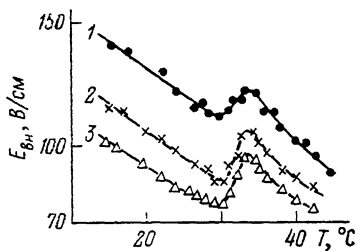


Рис. 1. Температурная зависимость внутреннего поля кристалла ТГС с хромом, снятая при нескольких частотах измерительного поля.

1 — 50, 2 — 100, 3 — 400 Гц.

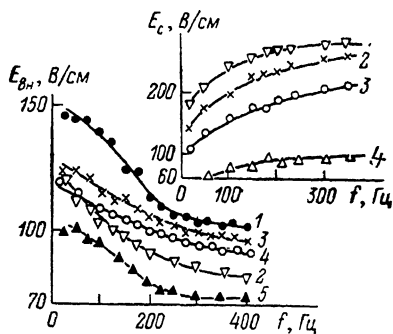


Рис. 2. Частотная зависимость внутреннего поля кристалла ТГС с хромом.

1 — 15.0, 2 — 30.5, 3 — 32.5, 4 — 37.0, 5 — 45.0 °C. На вставке — частотная зависимость коэффициента поля для того же образца при $T=30.5$ (1), 32.5 (2), 37.0 (3), 45.0 °C (4).

нее поле, равное разности значений этих полей и определяемое по смещению петли диэлектрического гистерезиса вдоль оси E . Это и есть внутреннее поле смещения $E_{см} = E_+ - E_-$. Если в кристалле существует некоторая непереключаемая во внешнем электрическом поле часть объема, то внутреннее поле кристалла является суммой двух компонент $E_{вн} = E_{см} + E_0$, где E_0 — часть внутреннего поля, созданная необратимыми диполями. По петле диэлектрического гистерезиса вторая компонента внутреннего поля не обнаруживается.

Соотношение между этими двумя компонентами $E_{вн}$ может быть разным и зависит как от природы внутреннего поля, так и от условий его измерения — амплитуды переменного электрического поля и его частоты.

Наши исследования показали, что если концентрация ионов хрома в образцах невелика ($E_{см} \sim 100 \div 200$ В/см), то внутреннее поле уменьшается по мере приближения к температуре фазового перехода, однако в области неустойчивости доменной структуры (32—40 °C) кристалла ТГС [8] наблюдается заметный максимум (рис. 1). Такой же результат был получен нами и для кристалла ТГС, облученного рентгеновскими квантами [9]. Эти данные свидетельствуют о значительной роли внутреннего поля в этой области температур. Благодаря своему направленному действию поле $E_{вн}$ в области неустойчивости доменной структуры увеличивает число доменов, вектор поляризации которых совпадает с направлением поля $E_{вн}$. Происходит своеобразная подполяризация кристалла внутренним полем, т. е. увеличение униполярности, что выражается и в увеличении внутреннего поля смещения в области неустойчивости доменной структуры и в возрастании статического пироконфигуранта [10].

В кристаллах ТГС, легированных молекулами *L*, α -аланина, в температурной зависимости внутреннего поля аномалия незначительна ($E_{см}$

имеет тот же порядок величины, что и для образцов с хромом) или ее вообще нет.

Частотная зависимость внутреннего поля изучалась от 20 до 500 Гц, т. е. в интервале частот, где коэрцитивное поле номинально чистого кристалла ТГС увеличивается [11].

Нами показано, что для образцов кристаллов с указанными выше дефектами также наблюдается возрастание коэрцитивного поля (рис. 2). Внутреннее поле ведет себя иначе: для образцов с хромом с ростом частоты оно существенно уменьшается (рис. 2), для образцов с молекулами L , α -аланина оно уменьшается очень слабо.

Этот результат следует рассматривать как уменьшение поля $E_{см}$ и одновременное увеличение поля E_0 с ростом частоты внешнего электрического поля. С ростом частоты переключаемая часть объема кристалла уменьшается. Это уменьшение прежде всего происходит за счет исключения из процесса переполяризации той части объема кристалла, которая переключается в полях, больших, чем вся остальная часть объема, и которая несет ответственность за существование $E_{см}$. Благодаря этому разность полей E_+ и E_- становится меньше, а петля диэлектрического гистерезиса — более симметричной.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Müser H. E., Berndes G. // Proc. Int. Meet. Ferroelectr. Prague. 1966. V. 2. P. 149—154.
- [2] Лайнс М., Гласс А. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. М., 1981. 736 с.
- [3] Камышева Л. Н., Годованная О. А., Миловидова С. Д., Коваленко А. Н. // Изв. АН СССР, сер. физ. 1975. Т. 39. № 4. С. 857—860.
- [4] Hilczar B., Pawlaczyk Cz. // Ferroelektrizität'86. 1986. Halle (Saale). S. 71—82.
- [5] Новик В. К., Гаврилова Н. Д., Галстян Г. Т. // Кристаллография. 1983. Т. 28. № 6. С. 1165—1171.
- [6] Селюк Б. В., Новик В. К., Гаврилова Н. Д. // Изв. АН СССР, сер. физ. 1975. Т. 39. № 5. С. 1052—1056.
- [7] Жаров С. Ю. и Рудяк В. М. // Изв. АН СССР, сер. физ. 1984. Т. 48. № 6. С. 1221—1225.
- [8] Kamysheva L. N., Drozhdin S. N., Serdyuk O. M. // Phys. St. Sol. (a). 1986. V. 97. N 1. P. K29—K34.
- [9] Камышева Л. Н., Дрождин С. Н., Сердюк О. М. // Деп. в ВИНТИ. 1988. № 3043-B88. 42 с.
- [10] Сердюк О. М., Камышева Л. Н., Дрождин С. Н., Барбашина А. Б. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 2. С. 540—544.
- [11] Желудев И. С. Физика кристаллических диэлектриков. М., 1968. 463 с.

Воронежский государственный университет
им. Ленинского комсомола
Воронеж

Поступило в Редакцию
17 мая 1989 г.
В окончательной редакции
17 июля 1989 г.

ЭЛЕКТРОННАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РЕЛАКСИРОВАННОГО V^0 -ЦЕНТРА В MgO

А. В. Безель, В. А. Лобач

В отличие от электронных дефектов в щелочноземельных оксидах дырочные дефекты и, в частности, катионные вакансии с двумя захваченными дырками (V^0 -центры) на теоретическом уровне изучены значительно слабее [1]. В настоящем сообщении представлены результаты расчетов V^0 -центра в оксиде магния в приближении внедренного кластера с прямым учетом релаксации в окрестности дефекта [2].