

Поступило в Редакцию
3 апреля 1992 г.
В окончательной редакции
19 октября 1992 г.

УДК 537.226.4

© Физика твердого тела, том 35, № 3, 1993
Solid State Physics, vol. 35, N 3, 1993

ОСОБЕННОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ В УНИПОЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛАХ ТРИГЛИЦИНСУЛЬФАТА

Л. Н. Камышева, С. Н. Дрождин, О. А. Косарева

Импульсная методика Мерца широко используется для изучения динамических свойств доменов монокристаллов триглицинсульфата (ТГС), так как домены разного знака в этом кристалле не могут наблюдаться поляризационно-оптическим методом. Впервые эта методика была использована для изучения характеристик переключения титаната бария [1] — максимального тока переключения i_{\max} и полного времени переключения τ_s , которое представляют в виде суммы $\tau_s = \tau'_s + \tau''_s$. В первом приближении можно считать, что τ'_s есть время образования зародышей доменов, τ''_s — время торцевого (прямого) и бокового движения доменов.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследований переполаризационных свойств кристаллов ТГС с дефектами в виде ионов хрома.

Поскольку процентное содержание примесей в образцах не определялось, то о степени дефектности образцов можно было судить по величине электрического гистерезиса на частоте 500 Гц. Величина поля смещения для разных образцов изменялась в пределах 100—300 В·см⁻¹.

Измерения проводились на частоте 500 Гц в полях, не превышающих ~2000 В·см⁻¹. Для исключения влияния размеров образцов они имели форму прямоугольных пластин с примерно одинаковой площадью 20 мм² и толщиной 1 мм. На образцы наносились серебряные электроды испарением металла в вакууме.

Существование дефектов в кристалле проявляется в асимметрии импульсов тока переключения, отвечающих положительному E^+ и отрицательному E^- направлениям переполаризующего поля, что ранее отмечалось, например, в работах [2, 3]. В некоторых случаях импульс тока содержал несколько максимумов, что обусловлено, по-видимому, тем, что в образцах с дефектами процесс переполаризации осуществляется не плавно, а скачкообразно — в больших областях кристалла, которым отвечают свои значения переполаризующих полей.

Наши первые исследования процессов переключения в ТГС [4] показали, что температурные зависимости параметров переполаризации имеют некоторые особенности, не согласующиеся с общепринятыми представлениями.

Принято считать [5], что поле активации процесса переключения α , связанное с i_{\max} соотношением

$$i_{\max} = i_{\max_0} \exp(-\alpha/E),$$

зависит от температуры так же, как и спонтанная поляризация, т. е. по закону

$$\alpha \sim P_s \sim (T_c - T)^{1/2}.$$

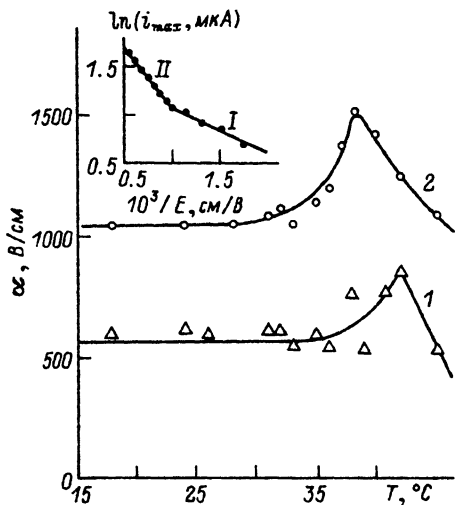


Рис. 1. Температурная зависимость поля активации униполярного кристалла ТГС в области слабых (1) и сильных (2) электрических полей.

На вставке — зависимость $\ln i_{\max}$ от $1/E$.

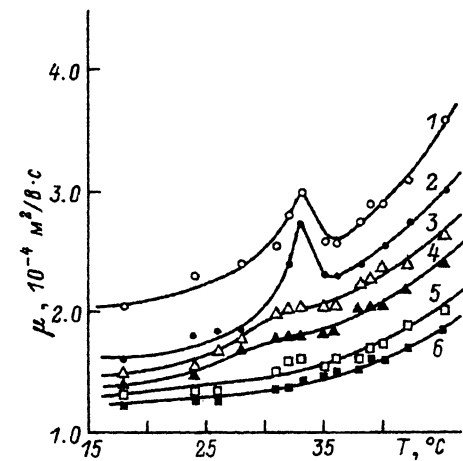


Рис. 2. Температурные зависимости подвижности доменных стенок униполярного кристалла ТГС, измеренные для отрицательного (1, 3, 5) и положительного (2, 4, 6) импульса тока в полях 580 (1, 2), 830 (3, 4), 1170 В·см⁻¹ (5, 6).

В монографии [6] приводится иная эмпирическая зависимость

$$\alpha = \alpha_{01} [1 + K(T_c - T)].$$

Полученные нами экспериментальные результаты позволяют утверждать, что в интервале температур от комнатной до точки Кюри поле активации кристалла ТГС не подчиняется ни первой, ни второй закономерностям.

Действительно, как видно из рис. 1, в температурной зависимости поля активации имеется максимум, который проявляется как в области «слабых» (линейный участок I на вставке рис. 1), так и «сильных» (линейный участок II) электрических полей. С увеличением переполяризующего поля максимум кривой $\alpha(T)$ смещается в область низких температур.

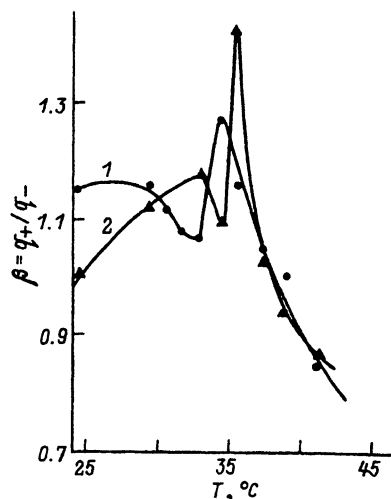
Примечательно, что существование низкотемпературной области перестройки доменной структуры, которая обнаруживается в исследованиях, проведенных по методике Баркгаузена [7], а также в пьезоэлектрических и диэлектрических измерениях [8], отчетливо прослеживается и в исследованиях переключательных характеристик по методике Мерца.

На рис. 2 представлена температурная зависимость подвижности доменной стенки μ при различных значениях переполяризующего поля. В относительно слабых полях в области температур 32—36 °С наблюдается возрастание μ , которое может быть связано с измельчением доменной структуры при этих температурах [7] и освобождением части доменных стенок от закрепляющих их дефектов. С увеличением электрического поля аномалия в температурной зависимости μ сглаживается и пропадает.

Как отмечалось выше, униполярность дефектных кристаллов хорошо видна на осциллограммах тока переключения — по различным значениям амплитуд тока и полного времени переключения, соответствующих противоположным направлениям электрического поля.

Так как площадь под кривой $i_s(\tau_s)$ равна полному изменению заряда q на пластине сегнетоэлектрического конденсатора, а эти площади для полей E^+ и

Рис. 3. Температурные зависимости меры динамической униполярности кристалла ТГС, определенной по импульсам тока переключения в области слабых (1) и сильных (2) электрических полей.



E^- различны, то удобно в качестве меры динамической униполярности взять отношение $\beta = q_+ / q_-$.

Рис. 3 показывает, что в области неустойчивости (перестройки) доменной структуры униполярность кристалла резко меняется, что согласуется с описанными выше температурными аномалиями характеристик доменной структуры кристалла ТГС с дефектами.

Результаты этих исследований показывают, что при неполной переполяризации униполярных кристаллов ТГС удается обнаружить особенности в температурном поведении параметров доменной структуры, которые в сильных электрических полях не проявляются.

Список литературы

- [1] Merz W. J. // Phys. Rev. 1954. V. 95. P. 690—702.
- [2] Струков Б. А., Минаева К. А. // ФТТ. 1965. Т. 7. № 12. С. 3579—3581.
- [3] Hilcher В. // Proc. Intern. Meeting. Prague. 1966. V. 2. P. 155—158.
- [4] Дрождин С. Н., Камышева Л. Н., Сердюк О. М., Шевченко Н. Н. // Релаксационные процессы в диэлектриках. Воронеж, 1990. С. 16—21.
- [5] Сонин А. С., Струков Б. А. Введение в сегнетоэлектричество. М., 1970. 271 с.
- [6] Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение. М.: Мир, 1981. 526 с.
- [7] Константинова В. П., Минюшкина Н. Н., Румянцев В. С., Рудяк В. М. // Кристаллография. 1975. Т. 20. № 6. С. 1296—1299.
- [8] Сердюк О. М., Камышева Л. Н., Дрождин С. Н. // ФТТ. 1990. Т. 32. № 1. С. 298—300.

Воронежский государственный университет

Поступило в Редакцию
20 октября 1992 г.

УДК 537.311.33

© Физика твердого тела, том 35, № 3, 1993
Solid State Physics, vol. 35, N 3, 1993

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВЫСОТЫ МЕЖЗЕРЕННЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ В ПОЗИСТОРНОЙ КЕРАМИКЕ $PbFe_{0.5}Nb_{0.5}O_3$

И. П. Раевский, М. А. Малицкая, С. А. Трусова, Л. Г. Коломин

Позисторный эффект — аномальное возрастание удельного сопротивления ρ полупроводниковой сегнетокерамики в области точки Кюри T_K — был обнаружен в $BaTiO_3$ более 30 лет назад и с тех пор интенсивно исследуется и применяется [1, 2]. В последние годы позисторные свойства были получены еще у нескольких сегнетоэлектриков [3]. Наиболее часто для описания эффекта используется модель Хейванга [1, 2], в основе которой лежит предположение о том, что аномалия ρ обусловлена особенностями температурной зависимости