

УДК 537.226

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГИСТЕРЕЗИС ПИРОТОКА В КРИСТАЛЛАХ ГЕРМАНАТА СВИНЦА

О.В. Малышкина, Н.Б. Прокофьева

Кафедра физики сегнетоэлектриков и пьезоэлектриков

Изучен температурный гистерезис пиротока в кристаллах германата свинца. Показано, что несовпадение прямого и обратного хода температурной зависимости пиротока является закономерным свойством сегнетоэлектриков, имеющих достаточно подвижную доменную структуру.

Как известно, на величину пироэлектрического тока существенное влияние оказывает состояние доменной структуры сегнетоэлектрического кристалла. Авторами [1] показано, что процессы перестройки доменной структуры сегнетоэлектрических кристаллов в большой степени зависят от характера изменения температуры (повышение или понижение). В частности, при облучении кристаллов тепловыми потоками большой мощности токи переключения дают определенный вклад в пироток (нелинейный пироэффект) [2; 3]. В [4] экспериментально показано, что положение максимума на температурной зависимости пиротока кристаллов молибдата гадолия зависит от процессов перестройки доменной структуры. Описанный нами ранее [5] температурный гистерезис пиротока в кристаллах дейтерированного ТГС также связан с различным поведением доменной структуры в процессе нагрева и охлаждения. В настоящей работе приводятся результаты аналогичного исследования температурного гистерезиса пиротока в кристаллах германата свинца, имеющих, как и кристаллы ДТГС, фазовый переход второго рода. Эти кристаллы обладают полидоменными поверхностными слоями [6; 7], и, таким образом, наличие у них температурного гистерезиса пиротока позволяет заключить, что несовпадение прямого и обратного хода температурной зависимости пиротока, по-видимому, является закономерным свойством сегнетоэлектриков, имеющих достаточно подвижную доменную структуру.

Измерения пиротока проводились динамическим методом с частотой модуляции теплового потока 1 Гц. Данная частота была выбрана нами потому, что, как показано в работе [7], более высокие частоты сканируют только полидоменный приповерхностный слой и не дают информации о температурном поведении пиротока в районе фазового перехода. На образцы напылялись серебряные электроды, а на освещаемую поверхность - чернь. Температура контролировалась медь-константановой термопарой, помещенной у неосвещаемой поверхности образца.

В результате экспериментов установлено, что максимум пиротока, фиксируемый динамическим методом в процессе нагрева, приходится на температуру, значительно меньшую температуры Кюри кристаллов германата

свинца. На рис. 1 представлены температурные зависимости пирокоэффициента кристалла германата свинца для трех циклов нагрева. Кривая 1 - первый нагрев после длительного перерыва (кристалл не подвергался внешним воздействиям в течение нескольких лет), кривая 2 - повторный нагрев образца, 3 - нагрев после поляризации образца в сторону естественной униполярности $E = 5,7$ кВ/см. Как видно из графиков, поляризация образца приближает температуру максимума пиротока к температуре Кюри, тогда как при повторном нагреве максимум пиротока наблюдается при более низких температурах. Такое поведение пироотклика, не совпадающее с теорией, можно объяснить динамикой доменной структуры, оказывающей существенное влияние на величину измеряемого в эксперименте пиротока

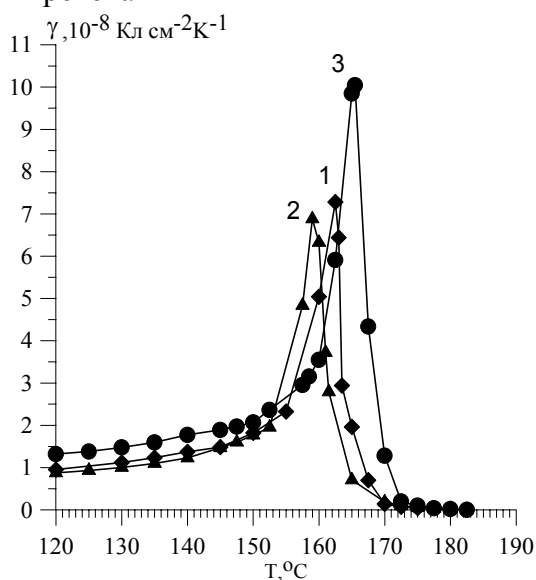


Рис. 1. Температурные зависимости пирокоэффициента кристалла германата свинца. Кривая 1 - первый нагрев, кривая 2 - повторный нагрев образца, 3 - нагрев после поляризации образца в сторону естественной униполярности $E=5,7$ кВ/см

Эксперименты показали наличие у кристаллов германата свинца температурного гистерезиса пиротока, аналогично наблюдаемому у кристаллов ДТГС [5]. Температура максимума пиротока, имеющая место в процессе охлаждения кристаллов германата свинца из парафазы, смещена в сторону низких температур на $1 - 2,5$ °C по сравнению с температурой максимума пиротока, наблюдаемой в процессе нагрева. На рис. 2 представлены температурные зависимости пирокоэффициента образца германата свинца, полученные в процессе термоциклирования при различных мощностях теплового потока (рис. 2, а – 11 мВт, рис. 2, б – 40 мВт). Обращает на себя внимание тот факт, что, чем больше мощность теплового потока, тем больше величина пирокоэффициента, наблюдаемая в максимуме температурной зависимости в процессе нагрева.

В то же время при охлаждении образца из параэлектрической фазы имеет место обратная зависимость величины пирокоэффициента в максимуме от мощности теплового потока. Такое поведение пирокоэффициента является

следствием процессов перестройки доменной структуры, происходящих в образце. Так, в процессе нагрева большее значение пироотклика связано с нелинейными пироэлектрическими явлениями, обусловленными вкладом в пироотклик токов переключения [2].

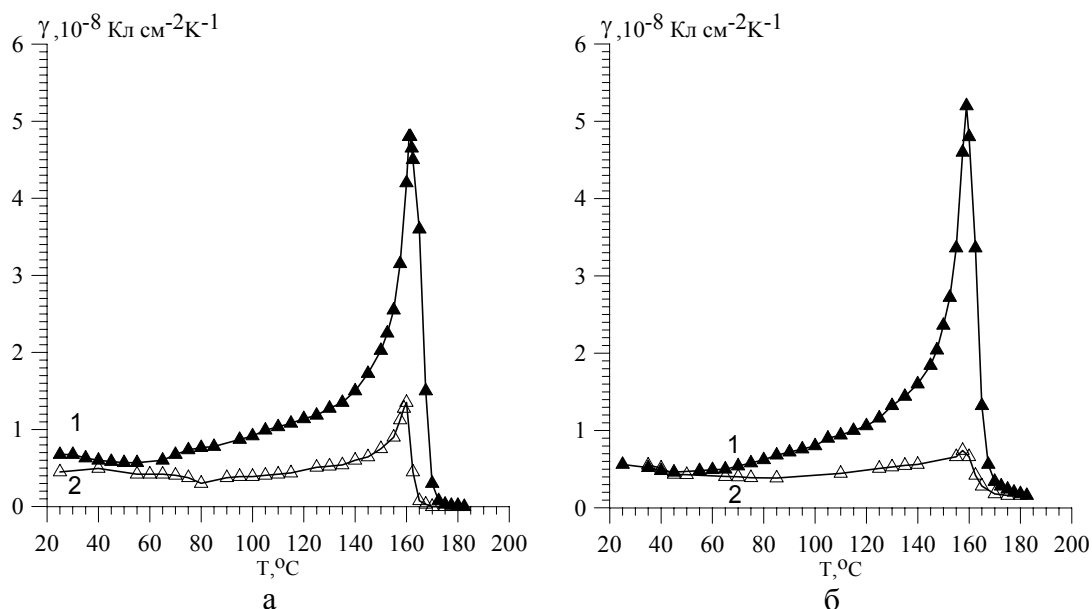


Рис. 2. Температурные зависимости пирокоэффициента образца германата свинца, полученные в процессе термоциклирования (кривая 1-нагрев, кривая 2 - охлаждение): а - 11 мВт; б - 40 мВт

Меньшее значение пироотклика, имеющее место в процессе охлаждения, связано с тем, что электрические поля термического происхождения, возникающие в кристалле при его облучении модулированным тепловым потоком, приводят к деполяризации образца. При этом большие поля (т.е. большие мощности теплового потока) приводят к более сильной деполяризации образца.

Литература

1. Магатаев В.К., Глушков В.Ф., Гладкий В.В. // ФТТ. 1997. Т. 39. С. 358.
2. Bogomolov A.A. and Dabizha T.A. // Ferroelectrics. 1991. V. 118. P. 15.
3. Bogomolov A.A., Malyshkina O.V. and Solnyshkin A.V. // Ferroelectrics. 1997. V. 191. P. 313.
4. Grechishkin R.M., Malyshkina O.V., Prokofieva N.B., Soshin S.S. // Ferroelectrics. 2001. V. 251. P. 207.
5. Мальшкіна О.В., Більдіна Н.Б. // Кристаллографія. 1997. Т. 42, № 4. С. 735.
6. Шур В.Я., Турев А.В., Бунина Л.В., Субботин А.А., Попов Ю.А. // ФТТ. 1988. Т. 30, № 10. С. 3143.
7. Мальшкіна О.В. // Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики. Изд-во ТвГУ. Тверь, 1995. С. 79.