

Литература

1. Физика сегнетоэлектрических явлений. Под ред. Смоленского Г.А., Л., 1985.
2. Яффе Б., Кук У., Яффе Г. Пьезоэлектрическая керамика. М., 1974.
3. Пронин И.П., Меловой А.И., Исупов В.А. О параметрах закона Кюри-Вейсса у твердых растворов цирконата и титаната свинца. // ФТТ. -1977. Т. 19. -с. 1515.
4. Панич А.Е., Куприянов М.Ф. Физика и технология сегнето-керамики, Ростов-на-Дону, РГУ, 1989.
5. Ролов Б.Н. Размытые фазовые переходы, Рига, 1972.

УДК 539.2.211

С.А.Василевский, В.И.Янчук

ВЛИЯНИЕ ГРУПП $[PU_3F]^{2-}$ И $L - \alpha$ -АЛАНИНА НА ЭКЗОЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ $TGSFF$ И $ATGSFF$

Экзоэлектронная эмиссия (ЭЭ) — высокочувствительный метод исследования, основанный на регистрации параметров нестационарного электронного потока с поверхности твердого тела. Метод положительно зарекомендовал себя применительно к исследованию ряда процессов в сегнетоэлектриках: пиро- и пьезоэффекта, фазовых превращений, процессов переполаризации [1].

В настоящей работе изучен экзоэмиссионный эффект, возникающий при переполаризации монокристаллов $TGSFF$ и $ATGSFF$. Монокристаллы $TGSFF$ и $ATGSFF$ выращивались из водных растворов методом циркуляции при постоянных температурах роста (t_p) и пересыщениях [2].

Изучение ЭЭ проводилось при переполаризации кристаллов в синусоидальном электрическом поле, частотой 50 Гц на установке описанной в [3], что позволило изучать процессы переключения на свободной от электродов поверхности. Контроль процессов

переключения осуществлялся по петлям диэлектрического гистерезиса.

Типичные зависимости плотности эмиссионного тока от напряженности электрического поля представлены на рис. 1. Параметры E_n — пороговое поле, E_k — поле, при котором достигается насыщение, j_n — плотность эмиссионного тока насыщения, характеризующие экзоэмиссионные свойства кристаллов $TGSPr$ и $ATGSPr$ приведены в табл. 1.

Напряженность поля E_n , с которого начинается эмиссия электронов зависит от содержания H_2PO_3F в растворе и условий роста кристаллов. Увеличение содержания H_2PO_3F в растворе и уменьшение температуры роста приводит к возрастанию E_n , что в большей степени выражено для кристаллов $ATGSPr$ (табл. 1, рис. 1).

При дальнейшем увеличении поля наблюдается увеличение плотности эмиссионного тока j , который при некотором значении поля $E = E_n$ достигает своего максимального значения j_n . Значения E_n возрастают при увеличении содержания H_2PO_3F в растворе и понижении t_p , достигая ~ 18 кВ/см у кристаллов $ATGSPr$ ($t_p = 20^\circ C$, 60 мол. % H_2PO_3F в растворе). Значения E_n у кристаллов $TGSPr$ меньше, чем у $ATGSPr$ (табл. 1). Как и пороговые поля E_n , так и поля насыщения E_k в случае наблюдения эмиссионного эффекта при переполяризации кристаллов $TGSPr$ и $ATGSPr$, значительно превышают соответствующие значения E_n и E_k , наблюдаемые при переполяризации кристаллов с напыленными электродами (схема Сойера-Тауэра) [2]. Увеличение значений E_n и E_k нами связывается с наличием вакуумного зазора между поверхностью кристалла и микроканальной пластины (МКП), что приводит к возникновению дополнительной емкости — поверхность кристалла — МКП.

Плотность тока насыщения j_n при переполяризации кристаллов более чем на порядок выше максимальной плотности эмиссионного тока, достигаемого при пироэффекте [4]. Наибольшие значения j_n обнаружены у кристаллов, выращенных при высоких ($53^\circ C$) температурах из растворов с 10 мол. % H_2PO_3F . С повышением содержания H_2PO_3F в растворе с 10 до 60 мол. %, j_n уменьшается с $5,3 \cdot 10^{-12}$ А/см² до $2,3 \cdot 10^{-12}$ А/см² для кристаллов $ATGSPr$ и с $5,2 \cdot 10^{-12}$ А/см² до $1,9 \cdot 10^{-12}$ А/см² для

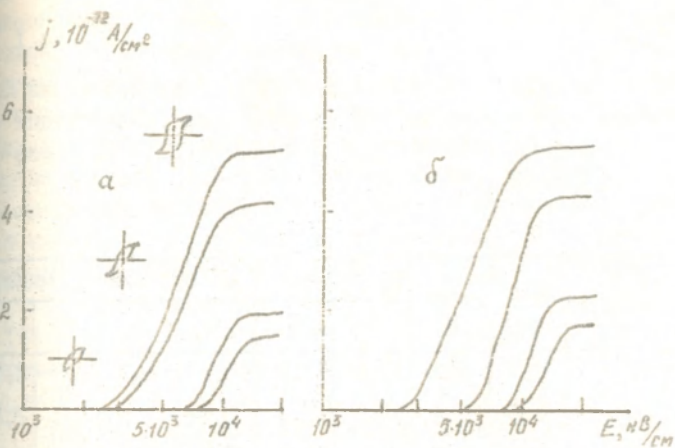


Рис. 1. Зависимости $j(E)$ монокристаллов $TGSPF$ - (а) и $ATGSPF$ - (б), выращенных из растворов с 10—(1,2) и 60 мол. % H_2PO_3F — (3,4), при $t_p = 53^\circ C$ — (1,3) и $t_p = 20^\circ C$ — (2,4).

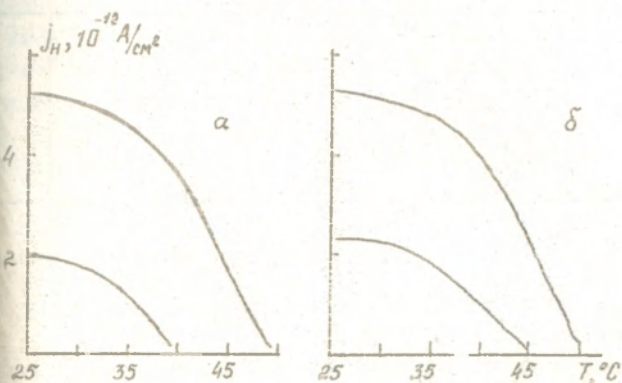


Рис. 2. Зависимости $j_n(T)$ монокристаллов $TGSPF$ - (а) и $ATGSPF$ - (б), выращенных из растворов с 10 — (1) и 60 мол. % H_2PO_3F — (2), при $t_p = 53^\circ C$.

Таблица I

Средние значения пороговых полей E_n , полей насыщения E_s , плотности тока насыщения j_n и спонтанной поляризации P_s кристаллов *TGSPF* (а) и *ATGSPF* (б). Температура изменений 25°C.

T_p , °C	Содержание MgF_2 в растворе, мол. %	E_n , кВ/см		E_s , кВ/см		$j_n \cdot 10^{-12}$ А/см ²		P_s , мкКл/см	
		а	б	а	б	а	б	а	б
20	10	3,0	5,9	10,8	12,6	4,1	4,3	2,6	2,7
	30	5,8	7,0	11,5	13,4	3,0	3,4	2,3	2,5
	50	7,6	8,3	12,8	15,1	2,7	2,9	2,1	2,2
	60	8,5	10,4	13,2	18,2	1,4	1,7	1,3	1,8
35	10	2,8	3,3	10,4	12,1	4,6	4,5	2,8	2,8
	30	3,2	5,7	11,6	12,9	3,2	4,0	2,4	2,6
	50	6,3	7,9	12,5	14,5	2,8	3,0	2,2	2,3
	60	8,3	9,1	12,7	17,8	1,6	1,8	1,7	2,0
53	10	2,5	2,7	10,1	11,2	5,2	5,3	2,9	3,0
	30	2,8	5,1	11,0	12,0	3,5	4,7	2,5	2,8
	50	6,2	7,7	11,7	13,8	3,1	3,6	2,3	2,5
	60	7,4	8,9	11,9	15,5	1,9	2,3	1,8	2,1

кристаллов *TGSPF* ($T_p = 53^\circ\text{C}$) (табл. I). С понижением температуры роста j_n уменьшается для всех кристаллов независимо от степени легирования (табл. I, рис. I).

Наблюдение петель диэлектрического гистерезиса в развитии одновременно со снятием зависимостей $j(E)$ позволило выделить на кривых $j(E)$ три характерных участка (рис. I). Участок I возникновения ЭЭ тока, который определяется пороговым полем, совпадает с началом переполаризации — наблюдается ненасыщен-

ная петля. На участке II с ростом поля увеличивается плотность эмиссионного тока, что сопровождается увеличением петли гистерезиса. Наблюдаемое увеличение эмиссии может быть обусловлено ростом площади, с которой эмитируются электроны. Увеличение поля приводит к росту переключаемого объема и, следовательно, площади переключаемой части образца, как за счет роста количества доменов, так и за счет их роста в течение полупериода цикла переполяризации [1]. Участок III характеризуется насыщенной петлей диэлектрического гистерезиса, что и определяет насыщение эмиссионного тока.

Сравнивая зависимости $j(E)$ (рис. 1) с зависимостями $I(E)$ [2], а также значения ρ_s , полученные по петлям гистерезиса и j_n , приведенные в табл. I, можно отметить, что

$$j_n \sim \rho_s$$

Так как ρ_s изменяет свое значение в зависимости от температуры, мы провели аналогичные эксперименты по изучению зависимостей $j_n(T)$ при переполяризации кристаллов *TGS*PF и *ATGS*PF

Зависимости $j_n(T)$ кристаллов *TGS*PF и *ATGS*PF представлены на рис. 2. При повышении температуры j_n уменьшается, стремясь к нулю в области фазового перехода, что хорошо коррелирует с зависимостями $\rho_s(T)$ [2]. В парафазе эмиссия электронов не наблюдается. Следует отметить, что кристаллы *TGS*PF и *ATGS*PF, выращенные в сегнетофазе из растворов с малым содержанием H_2PO_3F , характеризуются положительным гистерезисом j_n . С ростом степени легирования гистерезис исчезает. Для кристаллов, выращенных в парафазе, гистерезис зависимости $j_n(T)$ проявляется в меньшей степени.

В [1] показано, что электростатическое поле E_a в пространстве поверхность кристалла — МКП определяет экзоэмиссионную активность сегнетоэлектрика, которая характеризуется плотностью эмиссионного тока с эмитирующей поверхности, то есть $j \sim f(E_a)$. В работе [3] показано, что $E_a \sim f(\rho_c)$. Следовательно

$$j_n \sim f(\rho_s) \quad (I)$$

Из (I) следует, что плотность эмиссионного тока при переполяризации монокристаллов *TGS*PF и *ATGS*PF будет определяться величиной и поведением ρ_s , которая зависит от степени замещения группы $[SO_4]^{2-}$ на $[PO_3F]^{2-}$ и от условия выращивания [2].

Литература

1. Розенман Г.И. // Автореф. дис. докт. физ.-мат. наук. - Свердловск. - 1989.
2. Янугъ В.И. // Свойства сегнетоэлектриков. Минск, пединститут. - 1989. - С. 15.
3. Охалкин В.А. // Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. - Свердловск. - 1989.
4. Розенман Г.И., Чепелев Ю.В., Печорский В.И. и др. // Тез. XI Всесоюзн. конф. по физике сегнетоэлектриков. - Черновцы. - 1986. - С. 222.

УДК 537.226.33

Э.М.Кравченя

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ВЕЛИЧИН ВНУТРЕННИХ СМЕЩАЮЩИХ ПОЛЕЙ $E_{см}$ МЕТОДОМ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Возможность визуализации доменной структуры на поверхности скола монокристаллов триглицинсульфата (ТГС) нематическими жидкими кристаллами (НЖК) впервые показана в работах [1-4]. Этот метод позволяет изучать процессы переполяризации [5,6] и распределения пороговых полей, с которых начинается переполяризация сегнетоэлектрических кристаллов [7]. Кроме того, этот метод дает возможность получить экспресс-информацию о распределении и величине внутренних полей смещения $E_{см}$, необходимой для первоначальной отбраковки образцов, подготавливаемых для пироэлектрических приемников излучения.

Методика исследований не отличалась от описанной в [6,7]. На полный полярный сноп кристалла ТГС, легированного $L-\alpha$ -аланином ($L\alpha$ ТГС) толщиной ~ 5 мм наносили тонкий слой (5-10 мкм) НЖК, показатели качества которого приведены в табл. I, и через прозрачные токопроводящие электроды (SnO_2 на стекле) подавали внешнее постоянное электрическое поле $E_{вн}$, направленное против имеющегося в кристалле внутреннего поля.