

ФАЗОВАЯ p, T, x -ДИАГРАММА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ $(\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x})_2\text{P}_2\text{S}_6$

В. С. Шуста, Е. И. Герзанич, А. Г. Сливка, П. П. Гуранич

Изоморфное замещение ионов Sn на Pb в катионной подрешетке кристаллов $(\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x})_2\text{P}_2\text{S}_6$ приводит к образованию непрерывного ряда твердых растворов. При этом непрерывный сегнетоэлектрический фазовый переход (ФП) ($T_0=339$ К при $x=0$) смещается в область низких температур ($T_0=4.2$ К при $x=0.61$) без изменения характера ФП [1]. Гидростатическое давление, как было показано на примере кристаллов $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$, также приводит к понижению T_0 . Одновременно с этим вблизи $p=0.18 \pm \pm 0.02$ ГПа и $T=293 \pm 2$ К наблюдались изменение рода ФП и расщепле-

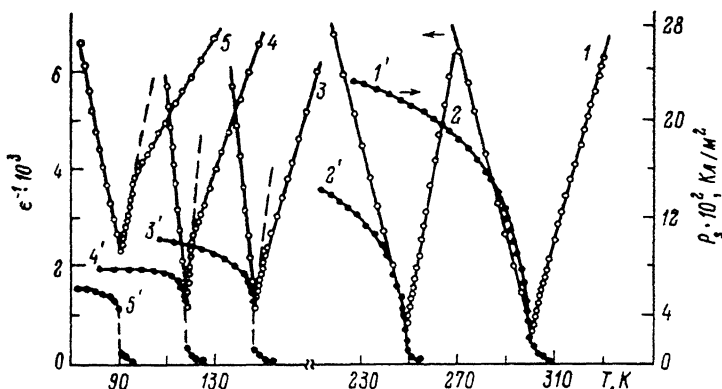


Рис. 1. Температурные зависимости ϵ^{-1} и P_s кристаллов $(\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x})_2\text{P}_2\text{S}_6$ при давлениях (p , ГПа) 0.0001 (1, 1'), 0.2090 (2, 2'), 0.5850 (3, 3'), 0.7300 (4, 4'), 0.7900 (5, 5').

ние линии сегнетоэлектрических ФП, что обусловлено существованием на p, T -диаграмме $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ критической точки Лифшица (ТЛ), разделяющей ФП в соразмерную и несоизмерную (НС) фазы [2]. Аналогичный эффект наблюдался в твердых растворах $\text{Sn}_2\text{P}_2(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_6$. Было установлено, что на p, T -диаграммах этих кристаллов существуют ТЛ, а в p, T, x -пространстве — линия ТЛ [3].

В настоящей работе путем измерения диэлектрической проницаемости ϵ и спонтанной поляризации P_s построена p, T, x -диаграмма кристаллов $(\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x})_2\text{P}_2\text{S}_6$ и описаны ее особенности. Исследовались кристаллы, выращенные методом газотранспортных реакций, с использованием иода в качестве транспортера. Электрические контакты из серебряной пасты наносились на плоскости образцов, перпендикулярные полярному направлению [100]. Измерения ϵ и P_s осуществлялись в малогабаритной камере фиксированного гидростатического давления методом, описанным в [4].

На рис. 1 представлены температурные зависимости ϵ^{-1} и P_s кристалла $(\text{Pb}_{0.10}\text{Sn}_{0.90})_2\text{P}_2\text{S}_6$ при различных давлениях. Видно, что температура ФП под действием давления понижается, что влечет за собой сдвиг кривых $\epsilon^{-1}(T)$ и $P_s(T)$ в область низких температур. При этом с увеличением давления наблюдается дополнительная особенность в зависимостях $\epsilon^{-1}(T)$. В интервале давлений от $p=p_{\text{крит}}$ до $p=0.27 \pm 0.03$ ГПа в широком диапазоне температур выполняется закон Кюри—Вейсса. При $p > 0.27$ ГПа в зависимостях $\epsilon^{-1}(T)$ выше T_0 имеет место излом (рис. 1, 3—5). Аналогичный эффект наблюдался в кристаллах $\text{Sn}_2\text{P}_2(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_6$ ($0 \leq x \leq 0.20$), в которых с помощью высокого давления индуцировались ТЛ [3]. По-видимому, наблюдаемые на рис. 1 особенности в поведении зависимостей $\epsilon^{-1}(T)$ при $p > 0.27$ ГПа и $T < 238$ К также обуслов-

лены существованием ТЛ на p, T -диаграмме состояния. Из рис. 1 следует, что характер зависимостей $P_s(T)$ при $p < p_{Л}$ ($p_{Л}$ — координата ТЛ на p, T -диаграмме) и $p > p_{Л}$ различен. При $p > p_{Л}$ на кривых $P_s(T)$ появляются скачки ΔP_s , характерные для ФП первого рода. Анализ температурных зависимостей P_s при различных давлениях свидетельствует о том, что изменение рода ФП происходит вблизи ТЛ. Этот вывод подтверждает также появление при $p > p_{Л}$ температурного гистерезиса сегнетоэлектрического ФП, который при возрастании p увеличивается. Для кристалла $(Pb_{0.10}Sn_{0.90})_2P_2S_6$ при $p=0.8$ ГПа его величина составляет $\Delta T=2.5$ К. Вблизи ТЛ претерпевают аномалии барические зависимости $C_w(p)$, $\epsilon_{max}(p)$ и отношения постоянных Кюри—Вейсса в пара- и сегнетоэлектрической фазах $K=C_w^p/C_w^c$. При $p \leq p_{Л} = 0.27$ ГПа значение $K=2$, что является характерным для ФП второго рода. При дальнейшем возрастании давления значение K увеличивается. Описанные закономерности в изменении электрофизических свойств с давлением наблюдались и для других кристаллов $(Pb_x \times Sn_{1-x})_2P_2S_6$. В таблице приведены коор-

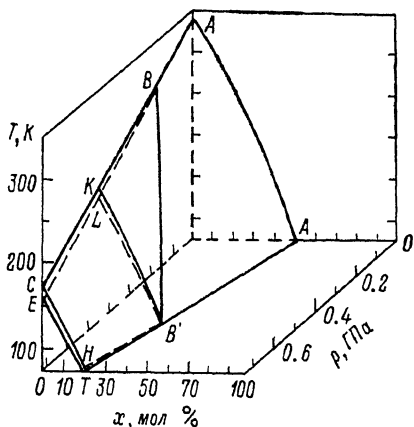


Рис. 2 Фазовая p, T, x -диаграмма сегнетоэлектрических кристаллов $(Pb_xSn_{1-x})_2P_2S_6$.

динаты ТЛ и барические коэффициенты сдвига температур ФП исследуемых кристаллов $(Pb_xSn_{1-x})_2P_2S_6$. Из полученных результатов следует, что в отличие от кристаллов $Sn_2P_2(Se_xS_{1-x})_6$, в которых при возрастании x ТЛ на p, T -диаграмме смещается в область меньших давлений, в кристаллах $(Pb_xSn_{1-x})_2P_2S_6$ при этих условиях ТЛ смещается в область больших давлений.

На основании измерений ϵ и P_s при различных температурах и давлениях построена p, T, x -диаграмма состояния кристаллов $(Pb_xSn_{1+x})_2P_2S_6$

Некоторые характеристики кристаллов $(Pb_xSn_{1-x})_2P_2S_6$

x , мол. %	T_c , К	$-dT_0/dp$, К/ГПа	$-dT_i/dp$, К/ГПа	$-dT_c/dp$, К/ГПа	$p_{Л}$, ГПа	$T_{Л}$, К
0	339	220 ± 5	216 ± 10	238 ± 10	0.18 ± 0.03	293 ± 2
10	304	250	248	264	0.27	238
20	260	255	251	275	0.36	168
30	206	275	—	—	—	—
40	154	285	—	—	—	—

Примечание. T_i — температура фазового перехода параэлектрическая—НС фаза, T_c — температура фазового перехода НС — сегнетоэлектрическая фаза, $T_{Л}$ — координата ТЛ на p, T -диаграмме.

(рис. 2). Здесь линии AB, BC, BE характеризуют зависимости $T_0(p)$, $T_c(p)$ и $T_i(p)$ при $x=0$, т. е. представляют собой фазовую p, T -диаграмму сегнетоэлектрика $Sn_2P_2S_6$. Точка B является ТЛ на p, T -диаграмме $Sn_2P_2S_6$. Область, ограниченная линиями BC и BE на p, T -диаграмме, является областью НС фазы. Линия AA' — T, x -диаграмма состояния кристаллов $(Pb_xSn_{1-x})_2P_2S_6$ при атмосферном давлении. Линии KB' и LB' представляют собой концентрационные зависимости температур ФП T_i и T_c , т. е. задают T, x -диаграмму состояния кристаллов при давлении $p=0.47$ ГПа. Линии CT и EH — T, x -диаграмма при давлении $p=0.72$ ГПа. Точка B' — критическая точка Лифшица на x, T -диаграмме при $p=$

≈ 0.47 ГПа. На рис. 2 поверхность $AA'B'HE$ — поверхность сегнетоэлектрических ФП в p, T, x -пространстве. Ниже этой поверхности находится сегнетоэлектрическая фаза (пространственная группа симметрии P_c). Линия BB' является линией ГЛ, разделяющей поверхность $AA'B'HEBA$ на две: $AA'B'B$ — поверхность сегнетоэлектрических ФП второго рода и $BB'HE$ — поверхность сегнетоэлектрических ФП первого рода. Поверхность $BB'TC$ определяет зависимость $T_c(p, x)$. Выше этой поверхности находится параэлектрическая фаза (пространственная группа симметрии P_{21}/c). Область, ограниченная поверхностями $BB'TC$ и $BB'HE$, является областью НС фазы.

Список литературы

- [1] Высочанский Ю. М., Гурзан М. И., Майор М. М. и др. // ФТТ. 1985. Т. 27. № 3. С. 858—864.
- [2] Тягур Ю. И., Герзанич Е. И. // Кристаллография. 1984. Т. 29. № 5. С. 957—962.
- [3] Сливка А. Г., Герзанич Е. И., Тягур Ю. И. и др. // УФЖ. 1986. Т. 31. № 9. С. 1372—1374.
- [4] Герзанич Е. И., Бутурлакш А. П., Чепур Д. В. и др. // Сб. «Размытые фазовые переходы». Рига, 1975. Т. 233. № 6. С. 142—167.

Ужгородский государственный университет
Ужгород

Поступило в Редакцию
16 июня 1989 г.

УДК 539.216.2

Физика твердого тела. том 31, в. 11, 1989
Solid State Physics. vol. 31, N 11, 1989

ДИНАМИКА ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В (210) VI-СОДЕРЖАЩИХ ГРАНАТОВЫХ ПЛЕНКАХ

В. А. Боков, В. В. Волков, Н. Л. Петриченко, Л. А. Иевенко, В. П. Клиш

До последнего времени динамическое поведение доменных границ в пленках редкоземельных феррит-гранатов исследовалось только на образцах с ориентациями типа (111) и (110). Пленки типа (111), применяемые в устройствах на ЦМД, обладают большой перпендикулярной магнитной анизотропией и изотропны в магнитном отношении в развитой плоскости. Доменная граница в них может иметь довольно сложную структуру, содержать определенное число линий и точек Блоха. Для этих пленок характерные значения предельной скорости доменной границы обычно лежат в интервале $5\text{--}20$ м·с⁻¹. Пленки типа (110) обладают орторомбической магнитной анизотропией, что обуславливает большую предельную скорость — до 1000 м·с⁻¹ (см., например, [1, 2]).

Очевидно, представляет интерес изучение динамики доменных границ в гранатовых пленках и с другими ориентациями, и такие работы недавно начались. Так, в [3, 4] сообщалось об исследовании методом высокоскоростной фотографии Со-содержащих пленок с ориентацией типа (100), в которых было зарегистрировано движение стенки с большой скоростью — до 220 м·с⁻¹.

Настоящая работа посвящена исследованию динамики границ в пленках системы YBiLuPrgFeGa с ориентацией типа (210). Образцы выращены методом жидкофазной эпитаксии на подложках $(GdCa)_3(GaMgZr)_5O_{12}$. Ниже представлены данные для пленки с параметрами: толщина 7.3 мкм, период доменной структуры 24.8 мкм, намагниченность насыщения 115 Гс. Кристаллографическая разориентация не превышала 0.5° . Если в плоскости образца в направлении типа [100] прикладывалось постоянное поле H_p , то доменная структура исчезала при $H_p = 2500$ Э, а если H_p параллельно оси типа [210], то структура исчезала при 270 Э.