

- [4] Нечипоренко И. Н. // ФНТ. 1975. Т. 1. № 11. С. 1481—1495.
 [5] Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. М.: Наука, 1974. С. 752.
 [6] Berton A., Sharon B. // J. Appl. Phys. 1968. V. 39. N 2. P. 1367—1368.

Московский государственный
 университет им. М. В. Ломоносова
 Москва

Поступило в Редакцию
 22 сентября 1988 г.
 В окончательной редакции
 6 января 1989 г.

УДК 537.94

Физика твердого тела, том 31, в. 5, 1989
 Solid State Physics, vol. 31, № 5, 1989

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОЙ P, T -ДИАГРАММЫ НЕСОРАЗМЕРНОГО СЕГНЕТОЭЛАСТИКА Cs_2HgBr_4 МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОГО ДВУПРЕЛОМЛЕНИЯ

О. Г. Влох, А. В. Китык, О. М. Мокрый,
 В. В. Кириленко, И. Д. Олексеюк, С. А. Пирого

Кристаллы Cs_2HgBr_4 являются представителями обширной группы кристаллов A_2BX_4 со структурой типа $\beta-K_2SeO_4$ при комнатной температуре. При охлаждении они претерпевают последовательность ряда фазовых переходов из исходной параэластической фазы (ПФ) с симметрией

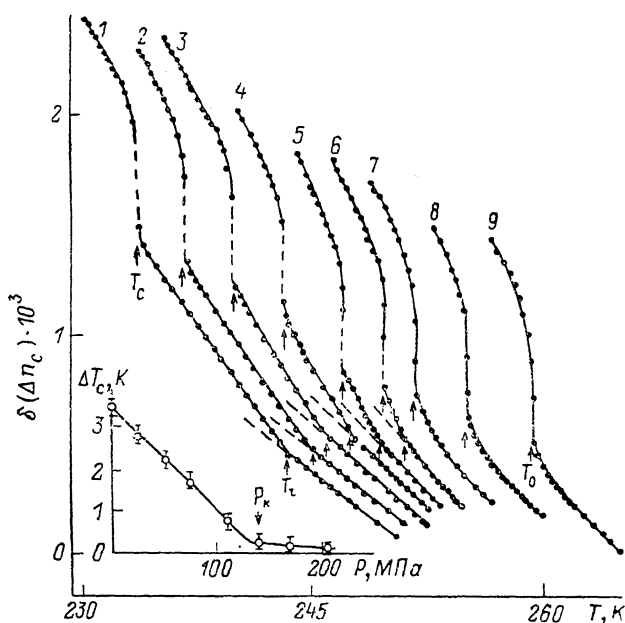


Рис. 1. Изобарические температурные зависимости оптического двуупреломления $\delta(\Delta n_c)$ кристалла Cs_2HgBr_4 при различных значениях гидростатического давления.

P , МПа: 1 — 0,1, 2 — 25, 3 — 50, 4 — 75, 5 — 110, 6 — 125, 7 — 140, 8 — 170, 9 — 205.
 На вставке — барическая зависимость температурного гистерезиса перехода СФ—НФ.

$Pn1a$ при $T_c=243$ К в несоразмерную фазу (НФ), при $T_c=230$ К — в собственную сегнетоэластическую соразмерную фазу (СФ) с симметрией $P2_1/n11$, при $T_{L1}=165$ К — в собственную сегнетоэластическую фазу с симметрией $P\bar{1}$ и при $T_{L2}=85$ К — в фазу с симметрией $P\bar{1}$ и удвоенным периодом элементарной ячейки вдоль b -оси кристалла [1-4]. Темпера-

турные зависимости диэлектрической проницаемости характеризуются изломами при T_i и T_{L_2} , а также незначительными скачками при T_c и T_{L_1} , что указывает на неполярную природу низкотемпературных фаз [4]. Фазовые переходы в Cs_2HgBr_4 связываются с ротационной волной четырех тетраэдров в элементарной ячейке, причем в исходной фазе наблюдаются большие термические флуктуации указанной волны [1]. В НФ мягкая мода конденсируется вблизи центра зоны Бриллюэна с волновым вектором $q \approx 0.15a^*$. Переход НФ—СФ сопровождается скачком упругой постоянной c_{44} , что связано с билинейным взаимодействием между параметром порядка и сдвиговой компонентой деформации u_{bc} [4]. При этом волновой вектор модуляции q скачком падает к нулю, а переход из исходной в СФ характеризуется параметром порядка, преобразующимся по одномерному неприводимому представлению B_{1g} группы симметрии ПФ [5].

Цель настоящей работы — исследование фазовой P, T -диаграммы кристаллов Cs_2HgBr_4 в области переходов ПФ—НФ—СФ₁ методом оптического дупреломления.

Кристаллы Cs_2HgBr_4 выращивались из расплава методом Бриджмена. Полученные кристаллы имели хорошее оптическое качество и обладали плоскостью спайности, перпендикулярной c -оси кристалла. Их установка в кристаллографической системе координат проводилась рентгенов-

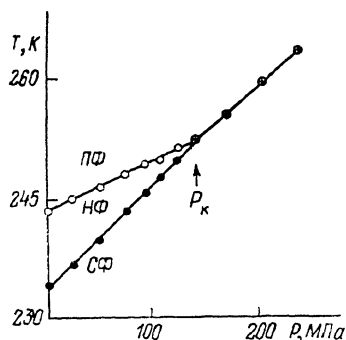


Рис. 2. Фазовая P, T -диаграмма кристалла Cs_2HgBr_4 .

Линия ФП $T_c(P)$ соответствует режиму нагревания.

ским методом, согласно [1], так что $a = 10.248 \text{ \AA}$, $b = 7.927 \text{ \AA}$, $c = 13.901 \text{ \AA}$. Температурные зависимости оптического дупреломления изучались методом Сенармона ($\lambda = 6328 \text{ \AA}$) с точностью 10^{-7} . Для оптических температурных исследований использовалась оптическая камера, позволяющая проводить измерения при давлениях 0.1—200 МПа и температурах 200—400 К. Скорость изменения температуры не превышала 0.15 К/мин.

На рис. 1 приведены изобарические температурные зависимости дупреломления для c -среза кристалла Cs_2HgBr_4 , измеренные в режиме нагревания. В условиях атмосферного давления ($P = 0.1$ МПа) зависимость $\delta(\Delta n_c) = f(T)$ характеризуется аномальным поведением в области переходов ПФ—НФ—СФ и хорошо согласуется с ранее проведенными в [4] исследованиями температурных зависимостей дупреломления. При этом в области T_c наблюдается скачкообразное изменение величины дупреломления, а при T_i — излом указанных зависимостей, что соответствует переходам первого и второго рода. Для перехода первого рода из НФ в СФ также имеет место температурный гистерезис $\Delta T_c = 3.4$ К. Ниже T_c зависимости $\delta(\Delta n_c) = f(T)$ носят качественный характер в связи со значительным вращением оптической индикатрисы вокруг a -оси кристалла в моноклинной СФ. Резкое изменение величины дупреломления при T_c обусловлено скачкообразным возникновением компоненты спонтанной деформации u_{bc} , приводящим как к повороту оптической индикатрисы, так и к изменению ее главных показателей преломления. С приложением гидростатического давления происходит смещение точек фазовых переходов T_c и T_i в область высоких температур. При этом величины скачков дупреломления при $T = T_c$ и температурного гистерезиса ΔT_c (вставка на рис. 1) уменьшаются, что свидетельствует об ослаблении степени перво-родности перехода НФ—СФ. С повышенным давлением также наблюдается сужение температурного интервала существования НФ, и при $P_k = 140$ МПа она полностью исчезает. Выше P_k в кристаллах Cs_2HgBr_4 происходит непосредственный переход из ПФ в СФ при $T = T_0$. Плавный характер из-

менения двупреломления, а также практическое отсутствие температурного гистерезиса в области T_0 указывают на второй род перехода ПФ—СФ.

На основании проведенных исследований построена фазовая P , T -диаграмма кристалла Cs_2HgBr_4 (рис. 2). Из этого рисунка видно, что ширина НФ с повышением давления линейно уменьшается, и при $P=P_k$ и $T_k=253$ К наблюдается слияние линий фазовых переходов первого рода $T_c(P)$ и второго рода $T_i(P)$ в одну линию фазовых переходов второго рода $T_0(P)$. Полученная особая критическая точка на фазовой P , T -диаграмме с координатами P_k , T_k является по существу тройной точкой, разделяющей параэластическое, несоизмерное и сегнетоэластическое состояния кристалла. Подобные тройные точки ранее были обнаружены в ферромагнетике MnP [6], а также в сегнетоэлектриках $RbH_3(SeO_3)_2$ [7] и $Sn_2P_2S_6$ [8] и получили название точек Лифшица. В первом случае точка Лифшица разделяла парамагнитное, геликоидальное и ферромагнитное состояния. Во втором — параэлектрическое, сегнетоэлектрическое и несоизмерномодулированное состояния.

Вместе с тем на основе полученных результатов нельзя сделать вывода о том, что обнаруженная тройная точка на фазовой P , T -диаграмме кристаллов Cs_2HgBr_4 является точкой Лифшица. В частности, характерной особенностью точек Лифшица является стремление волнового вектора модуляции q к нулю при $P \rightarrow P_k$ [9–11], что заведомо неочевидно в случае сегнетоэластического кристалла. Для выяснения природы указанной тройной точки необходима постановка соответствующих экспериментов, а также разработка феноменологической теории.

Из фазовой P , T -диаграммы кристалла Cs_2HgBr_4 также определены барические коэффициенты сдвига температур фазовых переходов dT_c/dP , dT_i/dP и dT_0/dP , которые равны соответственно 0.13, 0.06 и 0.10 К/МПа. Положительное значение этих коэффициентов свидетельствует об определяющей роли механизма упорядочения в природе указанных фазовых переходов.

Авторы признательны А. П. Леванюку за ценные замечания к данной работе.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Altermatt D., Arend H., Gramlich V., Niggli A., Petter W. // Acta Cryst. 1984. V. 40B. N 4. P. 347–350.
- [2] Plesko B., Kind R., Arend H. // Phys. St. Sol. (a). 1980. V. 61. N 1. P. 87–94.
- [3] Семин Г. К., Алимов А. П., Бурбело В. М. и др. // Изв. АН СССР, сер. физ. 1978. Т. 42. № 10. С. 2095–2100.
- [4] Pesko S., Dvorak V., Kind R., Trendil A. // Ferroelectrics. 1981. V. 36. N 15. P. 331–334.
- [5] Maeda M., Honda A., Yamada N. // J. Phys. Soc. Jap. 1983. V. 52. N 9. P. 3249–3224.
- [6] Bessera C. S., Shapiro Y., Oliveira N. R., Chang T. S. // Phys. Rev. Lett. 1980. V. 44. N 25. P. 1692–1695.
- [7] Levstic A. C., Filipic C., Prelovsek P., Blinc R., Shuvalov L. A. // Phys. Rev. Lett. 1985. V. 54. N 14. P. 1567–1569.
- [8] Сливка П. Г., Герзанич Е. И., Тягун Ю. И., Гурзан М. Н. // ФТТ. 1985. Т. 25. № 2. С. 526–528.
- [9] Hornreich R. M., Luban M., Shtrikman S. // Phys. Rev. Lett. 1975. V. 35. N 15. P. 1678–1681.
- [10] Аславян Т. А., Леванюк А. П. // ФТТ. 1978. Т. 20. № 3. С. 84–88.
- [11] Michelson A. // Phys. Rev. B. 1977. V. 16. N 1. P. 577–592.

Львовский государственный
университет им. И. Франко
Львов

Поступило в Редакцию
20 июля 1988 г.
В окончательной редакции
16 января 1989 г.