

- [1] Raider S.I., Clark G.J. // Appl. Phys. Lett. 1984. V. 45. N 7. P. 796—798.
- [2] Linker G. // J. Nucl. Mater. 1978. V. 72. N 1. P. 275—281.
- [3] Simmons J.G. // J. Appl. Phys. 1963. V. 34. N 6. P. 1793—1803.
- [4] Averback R.S. // Phys. Rev. B. 1969. V. 37. N 1. P. 38—49.
- [5] Cheng Y.T. // Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B. 1991. V 59/60. N 1. P. 506—516.

Московский институт электронной техники

Поступило в Редакцию
5 февраля 1992 г.

УДК 537.226.4

© Физика твердого тела, том 34, № 9, 1992
Solid State Physics, vol. 34, N 9, 1992

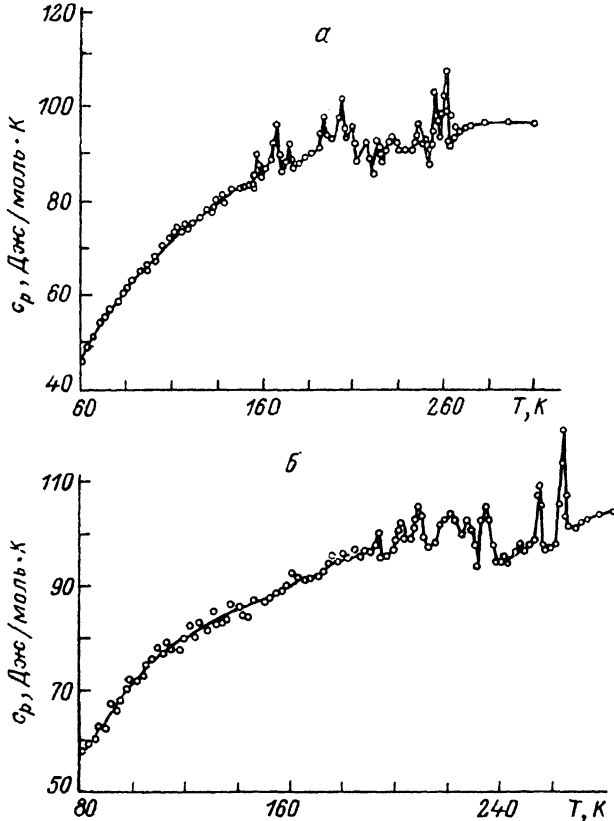
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В СЛОИСТОМ КРИСТАЛЛЕ β -TlInS₂

Е. С. Крупников, Ф. Ю. Алиев, Р. Г. Оруджев

Вследствие слабого межслоевого взаимодействия и легкости смещения слоев относительно друг друга кристаллы TlInS₂ кристаллизуются в шести политипных структурах: три гексагональной (α), две моноклинной (β) и одна триклинной модификаций [1]. В настоящей работе приведены результаты исследования удельной теплоемкости c_p монокристаллов β -TlInS₂ и изготовленного из них порошка в диапазоне температур 60—310 К.

Известные в литературе данные по теплоемкости [2] были получены из измерения поликристаллического порошка весом более 10 г методом адиабатической калориметрии в интервале 5—300 К. Была обнаружена последовательность фазовых переходов (ФП) при температурах (T) 214.9, 210.9, 208, 206.1, 196.9, 173.4, которая объяснялась сосуществованием длиннопериодических соизмеримых и несоизмеримых фаз. Все ФП были 2-рода типа смещения. Ранее нами при исследовании теплоемкости другого изоструктурного слоистого кристалла TlGaSe₂ наблюдалась осцилляционная зависимость $c_p(T)$ [3] вместо всего двух ФП для порошка [4] в том же интервале температур 80—120 К. Это наводит на мысль о влиянии механических напряжений в порошке на ФП слоистых кристаллов TlGaSe₂ и β -TlInS₂, а также о возможной негомогенности образца большой массы, который необходим для адиабатических измерений. Поэтому актуальной является задача исследования c_p монокристаллов с минимальной массой, так как это может дать достоверную информацию о числе ФП и их температурах.

Измерения проводились методом тепловой релаксации [5] с использованием микро-ЭВМ ДЗ-28 для сбора и обработки данных. Монокристалл, имеющий размеры 5 × 5 × 0.1 мм и вес 47 мг, с помощью разбавленной бензолом вакуумной смазки приклеивался к слюдяной подложке (1.1 мг), на обратной стороне которой был напылен в вакууме резистор из нихрома. Температура образца относительно термостатируемого блока измерялась медь-константановой термопарой с диаметром проводников 45 мкм. Суммарная теплоемкость слюды, термопары и подводющих проводов является монотонной функцией T и не превышала 18% от общей теплоемкости подложки с образцом в интервале от азотной до комнатной температуры. Для получения образца из порошка монокристалл был размолот до зерен размером ~10 мкм, а затем спрессован в виде таблетки (25.8 мг) прямоугольной формы 5 × 5 мм. Точность измерения c_p составляла 3—4%.



Температурные зависимости удельной теплоемкости монокристалла β -TlInS₂ в интервале температур 60—310 К (а) и порошка в интервале температур 80—280 К (б).

На рисунке приведены температурные зависимости c_p монокристалла β -TlInS₂ в интервале температур 60—310 К (а) и порошка в интервале температур 80—280 К (б), полученные в режиме нагрева. Отчетливо видна осцилляционная зависимость $c_p(T)$. Для монокристалла температуры максимумов равны 156, 166, 173, 192, 202, 207, 216, 222, 227.5, 244, 253 и 258.5 К, а для порошка — 193, 202, 208, 220, 226, 232, 253.5 и 262.5 К. Точность измерения T составляла 0.2 К. На образцах β -TlInS₂ из других технологических партий наблюдалась схожая температурная зависимость с T максимумов, отличающихся на 1—2 К.

Из сравнения данных по c_p монокристалла и порошка видно, что в порошке осцилляции в сегнетофазе ($T < 193$ К) [6] отсутствуют, повысились T других максимумов. Менее выраженным стал ФП при температурах 192 и 193 К для монокристалла и порошка соответственно, который, согласно [6], является переходом из сегнетофазы в несоответствующую фазу. Удельная теплоемкость порошка больше c_p монокристалла, что можно объяснить увеличением термодинамического потенциала кристалла при пластической деформации.

Обнаруженную последовательность ФП можно объяснить следующим. Как известно, в монокристаллах β -TlInS₂ в интервале температур от 1.8 до 300 К всегда сосуществуют обе моноклинные модификации [7]. С повышением температуры из-за малой энергии активации происходит ступенчатое изменение концентрации обеих фаз, что выражается в скачке на кривой $c_p(T)$. При разных температурах кристалл содержит разное число квазипериодически (возможно, с большими периодами) расположенных слоев. Трансформация одного полиптипа в другой зависит от совершенства кристалла, чему свидетельствуют данные по порошку β -TlInS₂. Аналогичное явление имеет место в кристаллах CdP₂ и ZnP₂, где микрофазы, переходя друг в друга, образуют несоответствующую структуру [8].

- [1] Абдуллаева С. Г., Абдинбеков С. С., Гусейнов Г. Д. // ДАН Азерб. ССР. 1980. Т. 36. № 8. С. 34—38.
- [2] Mamedov K. K., Abdullaev A. M., Kerimova E. M. // Phys. Stat. Sol. (a). 1986. V. 94. N 1. P. 115—119.
- [3] Крупников Е. С., Алиев Ф. Ю. // ФТТ. 1988. Т. 30. 10. С. 3158—3160.
- [4] Абдуллаева С. Г., Абдуллаев А. М., Мамедов К. К., Мамедов Н. Т. // ФТТ. 1984. Т. 26. № 2. С. 618—620.
- [5] Бахман Р., Дисалво Ф. Дж., Джеболл Т. Х. и др. // Приборы для науч. исслед. 1972. № 2. С. 21—31.
- [6] Аллахвердиев К. Р., Баранов А. И., Иванов Н. Р., Сардарлы Р. М. // ФТТ. 1984. Т. 26. № 5. С. 1271—1276.
- [7] Абдуллаев Г. Б., Абуталыбов Г. И., Алиев А. А. и др. // Письма в ЖЭТФ. 1983. Т. 38. № 11. С. 525—526.
- [8] Manolikas C., van Tendeloo J. Amelinckx S. // Phys. Stat. Sol. (a). 1986. V. 97. N 1. P. 87—102.

Институт физики АН Азербайджана
Баку

Поступило в Редакцию
9 марта 1992 г.

© Физика твердого тела, том 34, № 9, 1992
Solid State Physics, vol. 34, N 9, 1992

МОДУЛЬ СДВИГА И КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{2.5}\text{Cu}_{3.5}\text{O}_x$

Е. С. Баланкина

Для полного описания упругих свойств изотропных поликристаллов достаточно выбрать два модуля. Однако считается, что максимум информации можно получить при анализе данных о коэффициенте Пуассона σ [1, 2]. Это связано с тем, что, в то время как модули упругих и скорость звука могут изменяться в широких пределах (и быть несопоставимыми для различных материалов), диапазон изменения σ строго ограничен. Кроме того, для каждого класса материалов можно установить корреляции σ с различными физико-химическими параметрами, а также с параметрами, характеризующими электронный спектр и ангармонизм колебаний атомов в кристаллической решетке [1—3].

Ультразвуковым резонансным методом [4] измерены коэффициент Пуассона $\sigma(T)$ и модуль сдвига $G(T)$ поликристаллических образцов $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{2.5}\text{Cu}_{3.5}\text{O}_x$ в интервале 85—295 К. Исследуемые образцы в форме дисков диаметром ~ 15 и толщиной ~ 3 мм синтезировали по методике, описанной в [5]. Погрешность определения относительного изменения σ , G (при доверительной вероятности $\eta = 0.95$) составляет $\Delta\sigma(T)/\sigma \leq 0.2\%$, $\Delta G(T)/G \leq 0.1\%$. Рентгеновский фазовый анализ показал, что образцы являются однофазными (фаза 2223) с точностью до 5%. Температура начала перехода в сверхпроводящее состояние 102 К, конец перехода — 95 К (по измерениям магнитной восприимчивости).

На рис. 1, 2 представлены результаты измерений. Видно, что на температурной

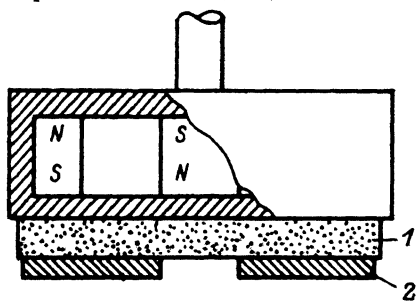


Рис. 1. Температурная зависимость модуля сдвига $G(T)/G(295 \text{ К})$ в относительных единицах.

