

Теплопроводность сульфида галлия

© М.А. Алжданов, М.Д. Наджафзаде, З.Ю. Сеидов

Институт физики Академии наук Азербайджана,
370143 Баку, Азербайджан
E-mail: seidov@lan.ab.az

(Поступила в Редакцию 22 мая 1998 г.)

Представлены результаты исследования теплопроводности монокристалла GaS параллельно и перпендикулярно оси c в температурном интервале 5–300 К. Исследования показали, что для теплопроводности GaS степень анизотропии уменьшается с уменьшением температуры.

Сильная анизотропия межатомных взаимодействий в слоистых кристаллах приводит к целому ряду специфических свойств. Фононный спектр сильно анизотропных веществ теоретически исследован неоднократно, однако однозначной интерпретации экспериментальных данных нет. Специфические особенности фононных спектров подобных кристаллов отражаются на поведении теплоемкости, теплового расширения и теплопроводности.

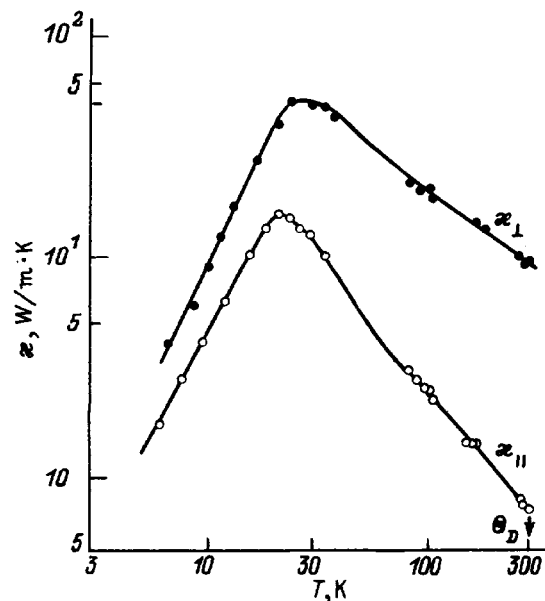
Настоящая работа посвящена исследованию теплопроводности слоистого кристалла GaS в интервале температур 5–300 К. В работе [1] по изучению низкотемпературной теплоемкости моносulfида галлия показано, что в поведении $C_p(T)$ при низких температурах основную роль играют волны изгиба с квадратичным законом дисперсии. В дальнейшем квазиизгибная мода была обнаружена нейтронографически в фононном спектре GaS [2]. Исходя из вышеизложенного, изучение влияния структурной анизотропии данного соединения на их теплопроводность представляет несомненный научный интерес.

Теплопроводность измерялась стационарным методом [3]. Градиент температуры измерялся медь–константановой и Cu–Cu + Fe термопарами. Градуировки термопар производились по платиновому и германиевому термометрам сопротивления. Термопары припаивались к образцу индием. Для устранения потери тепла, подводящего боковыми излучениями, были использованы адиабатические ширмы, температура которых регулировалась автоматически. Погрешность измерений теплопроводности не превышала 5%. Эталонные измерения теплопроводности на кристаллическом кварце, вырезанном параллельно оси c , согласуются с литературными данными. Монокристаллические образцы GaS вырезали в форме параллелепипеда с поперечным сечением 0.10–0.15 см² и длиной 2–2.5 см.

На рисунке показаны температурные зависимости теплопроводности в перпендикулярном κ_{\perp} и параллельном κ_{\parallel} направлениях по отношению к главной оси c гексагонального кристалла GaS. Следует отметить, что теплопроводность GaS изучена в [4] выше 100 К. Наши данные при комнатной температуре удовлетворительно согласуются с результатами [4]. Как видно из рисунка зависимости $\kappa_{\perp}(T)$ и $\kappa_{\parallel}(T)$ имеют максимум при температурах 24 и 20 К соответственно. Отметим, что электрон-

ной частью можно пренебречь, т. е. в исследованном интервале температур теплоперенос осуществляется фононами. При комнатной температуре степень анизотропии теплопроводности $\kappa_{\perp}/\kappa_{\parallel}$ достигает ~ 9 . С уменьшением температуры степень анизотропии уменьшается и при 20 К становится равной примерно трем, при гелиевых же температурах это отношение равно ~ 1.7 . При низких температурах (ниже максимума в области граничного рассеяния) температурная зависимость κ сульфида галлия подчиняется следующим степенным зависимостям: $\kappa_{\perp} \sim T^{2.4 \pm 0.1}$ и $\kappa_{\parallel} \sim T^{2.1 \pm 0.1}$. В этой же области температур температурная зависимость теплоемкости имеет вид GaS [1]. Выше максимума в широком интервале температур 60–300 К теплопроводность GaS выражается зависимостями $\kappa_{\perp} \sim T^{-0.7}$ и $\kappa_{\parallel} \sim T^{-1.1}$.

Отметим, что температурный ход κ_{\parallel} для различных образцов несколько отличается, что, по-видимому, связано с трудностями вырезки и ориентирования образцов в направлении [001]. Данные κ_{\parallel} получены по результатам усреднения измерения двух образцов.



Температурная зависимость теплопроводности сульфида галлия параллельно (κ_{\parallel}) и перпендикулярно (κ_{\perp}) оси c . Стрелкой отмечена температура Дебая.

Как известно [5], в слоистых кристаллах, в том числе в GaS, акустические колебания приближенно могут рассматриваться как относящиеся к трем отдельным частотным ветвям $\omega_l \sim k$, $\omega_t \sim k$ и $\omega_c \sim k^2$. Колебания, относящиеся к ветвям l и t , соответствуют продольным и поперечным внутриплоскостным атомным смещениям. Ветвь c относится к внеплоскостным модам. Отличие зависимости $\kappa(T)$ от $C_p(T)$ при низких температурах (ниже 20 К) для GaS, по-видимому, связано с различием вкладов фононов c , l , t в теплопроводность и теплоемкость.

Список литературы

- [1] К.К. Мамедов, М.А. Алджанов, И.Г. Керимова, М.И. Мехтиев. ФТТ **19**, 5, 1471 (1977).
- [2] В.М. Powell, S. Jaudl, J.L. Brebner, J. Levy. J. Phys. **C10**, 16, 3039 (1977).
- [3] М.А. Алджанов, К.К. Мамедов, А.Б. Абдуллаев, С.А. Алиев. ФТТ **27**, 1, 284 (1985).
- [4] G.D. Guseinov, A.I. Rasulov, E.M. Kerimov, M.Z. Ismailov. Phys. Lett. **22**, 562 (1966).
- [5] А.М. Косевич. Физическая механика реальных кристаллов. Наук. думка, Киев (1981). 327 с.