

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЛЕГИРОВАННЫХ ИТТРИЙ-СКАНДИЙ-ГАЛЛИЕВЫХ ГРАНАТОВ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 6-300 К

П.А. Попов*, Н.Н. Сирота*, Е.В. Жариков, Ю.Д. Заварцев,
А.И. Загуменный, Г.Б. Лутц, П.А. Студеникин

Приведены результаты измерения теплопроводности лазерных кристаллов иттрий-скандий-галлиевых гранатов в интервале температур от гелиевых до комнатных. Установлено, что разные активирующие примеси оказывают существенно различное влияние на теплопроводность этих кристаллов.

Знание коэффициента теплопроводности скандиевых гранатов необходимо для решения практических задач, связанных с разработкой новых твердотельных лазеров. Данные по температурной зависимости теплопроводности позволяют выявить механизмы, определяющие теплоперенос в сложных кристаллах, легированных различными примесями.

Т а б л и ц а 1

Сведения об образцах

Обозначение кристалла	Содержание примесей, см ⁻³			Параметр решетки, Å	Диаметр или сечение, мм
	Nd ³⁺	Tb ³⁺	Cr ³⁺		
ИСГГ	—	—	—	12,432	3,40×3,28
ИСГГ:Cr	—	—	5·10 ¹⁹	12,430	3,23
ИСГГ:Cr,Nd	3·10 ²⁰	—	3·10 ²⁰	12,433	3,43
ИСГГ:Tb	—	2·10 ²⁰	—	12,433	3,34

Объектом настоящего исследования служили монокристаллы иттрий-скандий-галлиевых гранатов (ИСГГ): номинально чистого, легированного хромом, неодимом и хромом, тербием. В табл. 1 приведены данные о содержании введенных примесей, параметрах решетки и поперечных размерах образцов. Матрица граната представляет собой состав, близкий к конгруэнтно-плавящемуся, соответствующему формуле /1/:



* Брянский педагогический институт.

Кристаллы выращены методом Чохральского по технологии, описанной в /2, 3/. Для приготовления шихты использовали предварительно прокаленные оксиды квалификации ОСЧ.

Состав кристаллов контролировали с помощью измерения параметров элементарной ячейки методом порошковой дифрактометрии и определения гидростатической плотности /1, 4/, а также методом безэталонного рентгеноспектрального микроанализа /5/. Содержание оптически активных примесей определяли также по спектрам поглощения /6/.

Образцы имели форму цилиндров или призм длиной 40 мм с осью вдоль кристаллографического направления $\langle 111 \rangle$. Расстояние между датчиками температуры составляло 20 мм.

Измерения теплопроводности производились методом стационарного теплового потока. Методика измерений подробно описана в /7, 8/. Погрешность определения теплопроводности не превышала 5% во всем исследованном интервале температур 6—300 К.

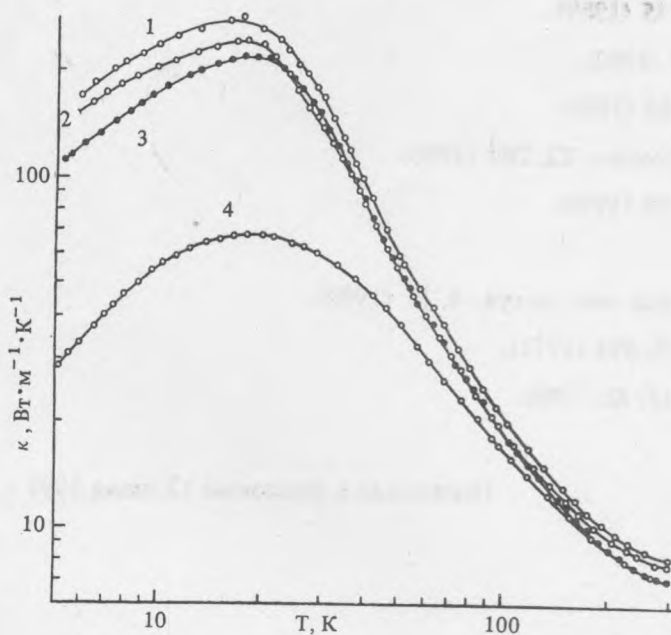


Рис. 1. Температурная зависимость теплопроводности κ иттрий-скандий-галлиевых гранатов: 1 — ИСГГ:Cr ($\kappa_{300} = 8,3$); 2 — ИСГГ:Cr, Nd ($\kappa_{300} = 7,9$); 3 — ИСГГ номинально чистый ($\kappa_{300} = 7,3$); 4 — ИСГГ:Тб ($\kappa_{300} = 7,3$).

На рис. 1 приведены экспериментальные данные для исследуемых кристаллов. Видно, что небольшое количество парамагнитных ионов тербия оказывает сильное рассеивающее влияние на тепловой поток в кристалле ИСГГ при низких температурах. Резонансное рассеяние фононов на электронных уровнях незаполненной 4f-оболочки ионов Tb^{3+} наблюдалось и в других гранатах /9/.

Ионы же Nd^{3+} в кристалле ИСГГ не имеют, по-видимому, разрешенных переходов электронов между уровнями, разделенными энергией, соответствующей энергиям длинноволновых фононов. Поэтому влияние ионов Nd^{3+} на теплопроводность ИСГГ оказалось слабым.

Обращает на себя внимание высокотемпературная часть графиков. Наличие хрома в ИСГГ привело к выполаживанию кривых $\kappa(T)$ при повышении температуры до комнатной и увеличению теплопроводности по отношению к номинально чистому ИСГГ на 13% при $T = 300$ К.

Ранее наблюдалось подобное соотношение теплопроводностей при комнатной температуре чистого и легированного хромом гадолиний-скандий-алюминиевого граната /10/. В связи с этим можно предположить общее для скандиевых гранатов проявление добавочного (нерешеточного) вклада в теплоперенос, связанного с наличием ионов хрома. Для выявления природы этого эффекта требуются дополнительные исследования, которые планируются в дальнейшем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичева Г.М. и др. ЖНХ, **34**, 1406 (1989).
2. Zharikov E.V. Cryst. Res. Technol., **24**, 745 (1989).
3. Власов В.И. и др. Труды ИОФАН, **26**, 79 (1990).
4. Жариков Е.В. и др. ДАН СССР, **308**, 1166 (1989).
5. Lutts G.V. et al. Optical and Quantum Electronics, **22**, 269 (1990).
6. Денисов А.Л. и др. Труды ИОФАН, **26**, 98 (1990).
7. Попов П.А. и др. ФТТ, **31**, 287 (1989).
8. Сирота Н.Н. и др. Весті АН БССР, сер. фіз.-мат. навук, **4**, 51 (1990).
9. Slack G.A., Oliver D.W. Phys. Rev. B, **4**, 592 (1971).
10. Попов П.А. и др. Препринт ИОФАН №13, М., 1991.

Институт общей физики АН СССР

Поступила в редакцию 12 июля 1991 г.