

20 ГПа составляет 0.22 эВ, т. е. при давлениях порядка 20 ГПа в интервале температур 77—300 К проводимость прустита обусловлена, по-видимому, межзонными переходами.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты показывают, что проводимость прустита при давлениях выше 20 ГПа обусловлена, по-видимому, межзонными переходами. Давление, при котором происходит смыкание валентной зоны и зоны проводимости, составляет 30 ГПа. При давлениях выше 30 ГПа прустит имеет электронную проводимость.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Герзанич Е. И., Добрянский С. А., Головей М. И., Гурзан М. И. // Сб. «Получение и исследование монокристаллов». Харьков, 1978. С. 62—65.
- [2] Верещагин Л. Ф., Яковлев Е. Н., Степанов Г. Н. // Письма в ЖЭТФ. 1972. Т. 16. № 4. С. 240—242.
- [3] Шенников В. В. // Расплавы. 1988. Т. 2. № 2. С. 33—40.
- [4] Макушкин А. П. // Трение и износ. 1984. Т. 5. № 5. С. 823—831.
- [5] Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977. 672 с.

Уральский
государственный университет
им. А. М. Горького
Свердловск

Поступило в Редакцию
9 февраля 1990 г.

УДК 536.21 : 548.1.021

© Физика твердого тела, том 32, № 8, 1990
Solid State Physics, vol. 32, N 8, 1990

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ КАЛЬЦИЙ- НИОБИЙ-ГАЛЛИЕВОГО ГРАНАТА В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР 6—300 К

П. А. Попов, Ю. В. Белокрылов, И. А. Иванов, А. В. Антонов

Исследование физических свойств, в частности теплопроводности, перспективного подложечного и лазерного кристалла — кальций-ниобий-галлиевого граната (КНГГ) — представляет научный и практический интерес. В настоящей работе методом стационарного продольного теплового потока исследована температурная зависимость теплопроводности $\kappa(T)$ граната, имеющего химическую формулу $\text{Ca}_3\text{Nb}_{1.6875}\text{Ga}_{3.1875}\text{O}_{12}$ и выращенного по методу Чохральского, в интервале 6—300 К.

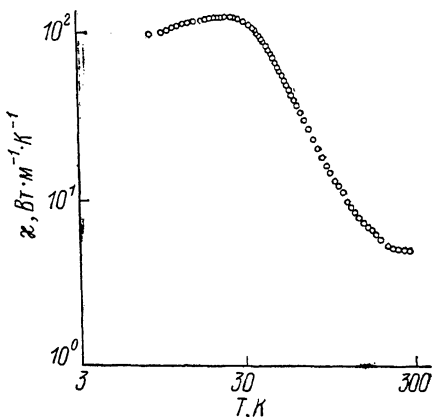
Два образца, вырезанные из кристалла КНГГ, имели форму прямоугольных параллелепипедов сечением 5×5 мм и длиной 40 мм; расстояние между датчиками температуры 20 мм. Длинная ось одного образца совпала с кристаллографическим направлением $\langle 100 \rangle$, другого — $\langle 111 \rangle$. Поверхности их были матовыми после обработки абразивным порошком зернистостью 40 мкм. Описание методики измерений $\kappa(T)$ содержится в [1].

Разброс экспериментальных точек относительно сглаживающей кривой ограничен 3%. Погрешность измерения теплопроводности не превышала 5%.

Химический состав примесей в монокристалле, определенный масс-спектрометрическим методом, практически идентичен составу примесей в гранате, исследованном в [1]. Плотность дислокаций, посчитанная по наблюдаемым ямкам травления, составила не более 15 см^{-2} . Параметр решетки, определенный рентгенографическим методом, равен 12.502 \AA при 300 К. Значение средней скорости фононов [2], вычисленное из акустических данных [3], составило $4.9 \cdot 10^2 \text{ м/с}$. Характеристическая дебаевская температура из акустических измерений равна 553 К.

Температурная зависимость коэффициента теплопроводности кристалла КНГГ в направлении $\langle 100 \rangle$ приведена на рисунке. Кривая $\kappa(T)$ в области ~ 15 К имеет размытый максимум, теплопроводность в котором $\kappa_{\max} = 1.2 \cdot 10^2$ Вт·м $^{-1}$ ·К $^{-1}$.

Приведенные сведения о параметрах образца, от которых, по теории Каллуэя [2], зависит величина теплопроводности кристалла, не предопределяют столь низкого значения κ для КНГГ. Следует, по-видимому, предположить наличие механизма рассеяния фононов на точечных дефектах при высокой концентрации последних [4]. Заметим, что в a -подрешетке КНГГ имеются ионы двух элементов — ниобия и галлия, однако их атомные веса слабо различаются (92.9064 и 69.72 соответственно). Значения их ионных радиусов также близки (по Паулингу [5], 0.69 и 0.62 Å соответственно). Наличие же пентавалентных ионов Nb $^{5+}$ в структуре граната приводит к отклонению суммы коэффициентов при этих элементах в химической формуле кристалла от целочисленного значения и определяет гранатовую структуру с катионными вакансиями. Эти вакансии и являются, по-видимому, основными центрами рассеяния фононов: дефект масс $\Delta m/m$ принимается здесь равным 1.



Температурная зависимость теплопроводности кальций-ниобий-галлиевого граната в интервале 6–300 К.

Влияние рассеивающих механизмов, как следует из рисунка, существенно для температур, значительно больших T_{\max} ; значение коэффициента теплопроводности при 77 и 300 К составило 13.5 и 4.7 Вт·м $^{-1}$ ·К $^{-1}$ соответственно.

В заключение отметим, что разность теплопроводности по двум кристаллографическим направлениям в КНГГ в изученном интервале температур составила менее 1 %, что говорит о высокой степени однородности выращенного кристалла и об отсутствии возможной [1] анизотропии теплопроводности граната.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Попов П. А., Антонов А. В., Иванов И. А., Сидоров А. А. // ФТТ. 1989. Т. 31. № 10. С. 287–290.
- [2] Callaway J. // Phys. Rev. 1959. V. 113. N 4. P. 1046–1051.
- [3] Антюхов А. М., Кутуков В. И., Иванов И. А., Антонов А. В., Колмаков В. А. // Тез. докл. III Всес. конф. термодинамики и материаловедения п/п. М., 1986. Т. 2. С. 119–120.
- [4] Оскотский В. С., Смирнов И. А. // Дефекты в кристаллах и теплопроводность. Л., 1972. 160 с.
- [5] Паулинг Л. // Природа химической связи. М., 1947. 439 с.

Брянский государственный педагогический институт им. И. Г. Петровского

Поступило в Редакцию
25 октября 1989 г.
В окончательной редакции
12 февраля 1990 г.