

Кюри этих микрообластей (в однородных неупорядоченных кристаллах) распределены по закону Гаусса. Неоднородности ε нарушают такое распределение. Масштаб этих неоднородностей не может быть определен на основе полученных нами данных. В принципе они могут иметь как макроскопические, так и микроскопические размеры [6]; в последнем случае это могут быть, например, зародыши упорядоченной фазы в неупорядоченной матрице.

Возможность дополнительного размытия СЭ фазового перехода за счет пространственных неоднородностей композиционного порядка необходимо учитывать при исследованиях сложных перовскитов.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Setter N., Cross L. E. // J. Appl. Phys. 1980. V. 51. N 8. P. 4356—4360.
- [2] Смотряков В. Г., Боков А. А., Раевский И. П., Малцкая М. А., Зайцев С. М. // Изв. АН СССР, неорг. матер. 1983. Т. 19. № 7. С. 1172—1175.
- [3] Боков А. А., Раевский И. П., Смотряков В. Г., Талышева И. М. // ФТТ. 1984. Т. 26. № 2. С. 608—610.
- [4] Bokov A. A., Rayevsky I. P. // Ferroelectrics. 1989. V. 90. P. 125—133.
- [5] Боков А. А., Раевский И. П., Смотряков В. Г., Зайцев С. М. // Кристаллография. 1987. Т. 32. № 5. С. 1301—1303.
- [6] Bokov A. A., Rayevskii I. P., Smotrakov V. G., Prokopalo O. I. // Phys. St. Sol. (a). 1986. V. 93. N 2. P. 411—417.
- [7] Kirillov V. V., Isupov V. A. // Ferroelectrics. 1973. V. 5. N 1/2. P. 3—9.

Ростовский-на-Дону
государственный университет
НИИФ

Поступило в Редакцию
30 ноября 1989 г.
В окончательной Редакции
9 февраля 1990 г.

УДК 537.226.4

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

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И ТЕРМОЭДС ПРУСТИТА ПРИ ДАВЛЕНИЯХ ВЫШЕ 20 ГПа

А. Н. Бабушкин, В. Б. Злоказов

Прустит Ag_3AsS_3 является известным сегнетоэлектриком—полупроводником, и его физические свойства подробно изучены в широком интервале температур. В то же время практически неизвестно, как на свойства прустита влияет давление. В единственной известной нам работе [1] изучены спектры поглощения прустита в условиях гидростатических давлений до 2,6 ГПа. На основании полученных результатов авторы [1] оценили величину давления, при котором ширина запрещенной зоны прустита окажется равной нулю, — 25 ГПа.

Целью нашей работы являлось изучение влияния давления 20—40 ГПа на температурные зависимости электросопротивления (в интервале температур 77—300 К) и термоэдс (при 300 К) прустита.

Для генерации давления использовали камеру высокого давления (КВД) с наковальнями типа «закругленный конус—плоскость», изготовленными из синтетических поликристаллических алмазов «карбонадо» (АСПК) [2]. АСПК хорошо проводят электрический ток, сопротивление изготовленных из них КВД составляет единицы Ом и слабо возрастает с температурой. Это позволяет применять наковальни в качестве электрических контактов и при исследовании образцов с сопротивлением, превышающим сопротивление КВД без образца; вклад наковален не будет оказывать существенного влияния на изучаемые барические зависимости сопротивления. При измерениях термоэдс градиент температуры по образцу

не превышал 2 К. Для контроля были проведены измерения термоэдс на образцах меди и кремния, показавшие хорошее совпадение с данными других исследователей [3].

Калибровку КВД проводили как по изменению сопротивления при фазовых переходах в GaP, CdS, ZnS, так и с использованием соотношений, полученных из решения задачи о внедрении жесткого сферического индентора в тонкий слой материала, лежащий на упругой подложке [4].

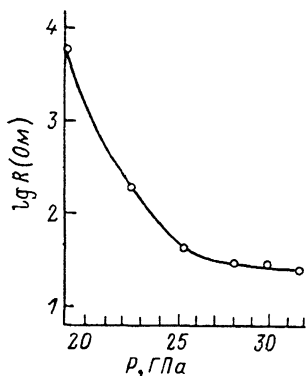


Рис. 1.

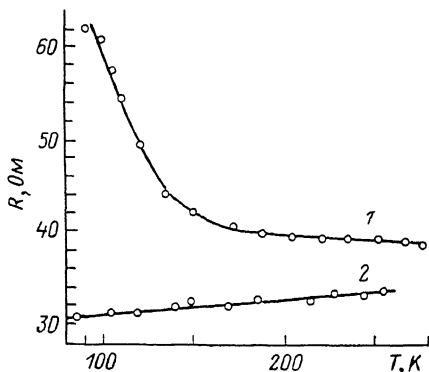


Рис. 2.

На рис. 1 показана барическая зависимость сопротивления прустита при 300 К. При давлениях ниже 15 ГПа сопротивление образца превышает 10 МОм. На рис. 2 приведены температурные зависимости сопротивления прустита при давлениях 28 (1) и 30 ГПа (2). Видно, что при давлении 28 ГПа температурная зависимость сопротивления имеет вид, характерный для полупроводников, а при 30 ГПа слабо возрастает с температурой. Температурные зависимости сопротивления прустита при давлениях ниже 28 ГПа хорошо (коэффициент корреляции не ниже 0.95) описываются обычным соотношением $R = R_0 \exp(E_a/kT)$ и позволяют получить барическую зависимость энергии активации носителей тока (рис. 3).

Термоэдс прустита при давлениях ниже 28 ГПа имеет знак, соответствующий дырочной проводимости. При давлениях выше 30 ГПа знак термоэдс меняется, что свидетельствует об электронной проводимости в этом интервале давлений. При изменении давления от 30 до 40 ГПа величина термоэдс остается неизменной и составляет 7.9 ± 0.2 мкВ/К.

Известно, что для материалов с положительным температурным коэффициентом сопротивления (прустит при давлениях выше 30 ГПа) из величины термоэдс можно оценить концентрацию носителей заряда и значение химического потенциала (уровня Ферми) [5]. Применительно к пруститу эти оценки дают значение химического потенциала 2 эВ, концентрации электронов проводимости $1.3 \cdot 10^{22}$ см⁻³, что по крайней мере на порядок ниже, чем в металлах, и согласуется с высоким значением сопротивления.

Из данных [1] следует, что при сравнительно низких давлениях барический коэффициент прямой запрещенной зоны прустита равен -9×10^{-11} эВ/Па. Если предположить, что этот коэффициент остается неизменным для существенно более высоких давлений, то энергия активации проводимости при 20 ГПа (при прямых переходах) должна быть равна 0.18 эВ (при ширине запрещенной зоны при нулевом давлении 2.156 эВ). Полученное нами экспериментальное значение энергии активации при

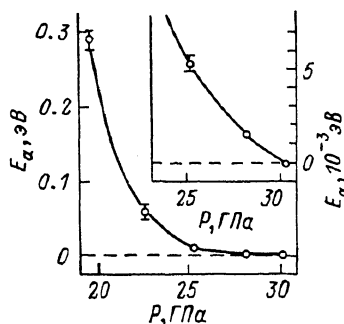


Рис. 3.

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.