

ОСОБЕННОСТИ РАССЕЯНИЯ ФОНОНОВ В ТВЕРДОМ РАСТВОРЕ GaSb-Ga₂Te₃

М.И. АЛИЕВ, Д.Г. АРАСЛЫ, Р.Н. РАГИМОВ, А.А. ХАЛИЛОВА

Институт Физики АН Азербайджана

370143, Баку, пр. Г. Джавида, 33

Исследована теплопроводность твердого раствора GaSb-Ga₂Te₃ в области температур 80+300К. Показано, что наблюдаемые в температурной зависимости теплопроводности изгибы объясняются резонансным рассеянием фононов.

В гетеровалентных твердых растворах с изменением состава наблюдается образование комплексов и крупномасштабных дефектов, проявляющихся в физических свойствах. Теплопроводность очень чувствительна к присутствию дефектов в кристалле и может дать информацию о природе дефектов и их взаимодействиях. С этой целью в данной работе исследована теплопроводность твердого раствора (GaSb)_{1-x}(Ga₂Te₃)_x (0 ≤ x ≤ 0,05) в области температур 80+300К. Эта работа является продолжением ранее проведенных нами исследований [1, 2]. Теплопроводность измерена абсолютным стационарным методом. Обе компоненты изученного твердого раствора кристаллизуются в структуре цинковой обманки, которая в Ga₂Te₃ дефектна по отношению к подрешетке атомов металла - каждый третий узел в катионной подрешетке вакантен. Растворимость Ga₂Te₃ в GaSb составляет по нашим данным 11 мол.%. Результаты исследования электрофизических свойств этих твердых растворов обсуждались в [3].

Температурная зависимость общей теплопроводности представлена на рис. Как видно, с увеличением содержания второго компонента значение теплопроводности уменьшается, ослабляется ее температурная зависимость и в $\kappa(T)$ проваливаются изгибы. Определенные ранее значения параметров коэффициентов Холла, Зеебека и удельной электропроводности использовались при расчете электронной составляющей теплопроводности (κ_{el} менее 2 % общей теплопроводности). Установлено, что в исследуемом температурном интервале в GaSb-Ga₂Te₃ тепло переносится фононами. Зависимость решеточной теплопроводности κ от состава при комнатной температуре приведена во вставке рис. Дополнительный механизм рассеяния фононов в GaSb-Ga₂Te₃, как и в других твердых растворах, следует приписать рассеянию фононов на разупорядоченности сплава. При этом следует учесть и вакансии, вносимые Ga₂Te₃ в GaSb. Однако значения параметра рассеяния "А" в зависимости $\tau_i^{-1} = A\omega^4$, рассчитанные по формуле Клеменса [4], отличаются от подгонной величины параметра "А" фонон-дефектного рассеяния, что, по-видимому, связано с наличием разного типа дефектов (комплексы-вакансии/атом теллура). Наибольший интерес представляют изгибы, наблюдаемые в зависимости $\kappa(T)$. При малых содержаниях теллурида наблюдается один изгиб при T~110К, а с увеличением состава при более низких температурах (~95К) в $\kappa(T)$ появляется еще и другой, причем первый изгиб сохраняется. Подобный ход $\kappa(T)$ в полупроводниках наблюдался и в некоторых соединениях A³B⁵ [5,6] и связывался с резонансным рассеянием фононов. Высокотемпературное резонансное рассеяние фононов ранее наблюдалось нами в твердых растворах InGaAs [7]. Природа его связывалась с наличием комплексов типа примесь-вакансия. Образование комплекса вакансии/атом теллура в твердом растворе GaSb-Ga₂Te₃ более вероятно. Как известно, теория сплавов типа A₃B₅-A₂³C₆ [8] основывается на последовательном переходе процесса замещения сурьмы теллуридом при малых содержаниях теллурида (легирование) к замещению сурьмы теллуридом с образованием катионных вакансий и комплексов: вакансии/атом теллура и вакансии / 2 атома теллура. Предполагается, что центрами резонансного рассеяния фононов в твердом растворе GaSb-Ga₂Te₃ являются эти вакансии и комплексы. Наличие двух прогибов в температурной зависимости теплопроводности, по-видимому, указывает на рассеяние на обоих типах комплексов. Это еще раз подтверждает предположение о наличии в таких твердых растворах комплексов разных типов.

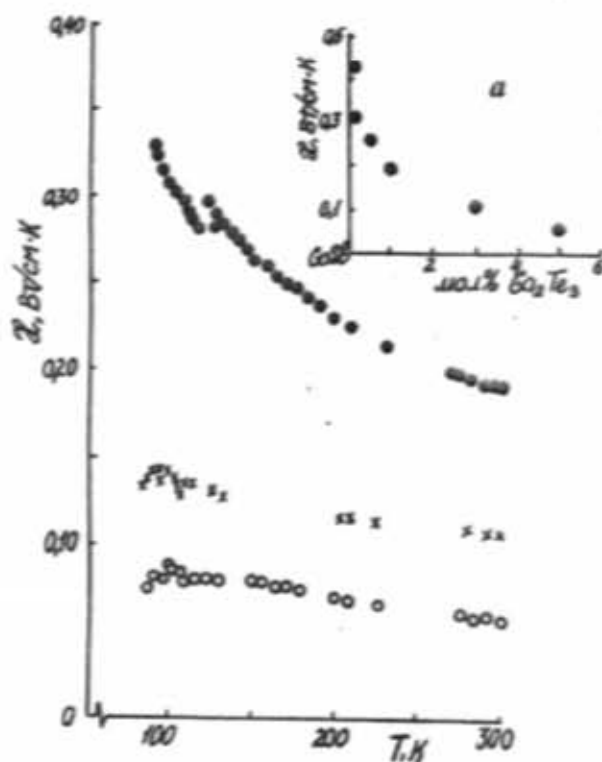


Рис. Температурная зависимость теплопроводности твердых растворов GaSb-Ga₂Te₃: ● - 1 мол.% Ga₂Te₃; x - 3 мол.% Ga₂Te₃; o - 5 мол.% Ga₂Te₃. а) зависимость решеточной теплопроводности от состава.

- [1] A.A. Abdurakhmanova and M.I. Aliev. Phys. Stat. Sol., 1967, 20, p.777-781.
- [2] M.İ. Aliev, A.A. Abduraxmanova, D.İ. Arashı. Izv. AN Azerb. SSR, ser. fiz. tek. i mat. nauk, 1971, № 4, s.64-67.
- [3] A.A. Abdurakhmanova and M.I. Aliev. Phys. Stat. Sol., 1966, 17, p.375-380.
- [4] M.G. Holland. Phys. Rev., 1964, v.134A, № 2, p.471-480.
- [5] N.K.S. Gaur, C.M. Brandari, C.S. Verma. Physica, 1966, № 6, p.1048-1049.
- [6] K. Guckelsberger, A. Briggs. J. Phys. C. Sol. State Phys., 1975, v.8, p.L195-198.
- [7] M.İ. Aliev, D.İ. Arashı, P.H. Rəhimov. ФТТ, 1990, т.24, в.2, с.365-367.
- [8] J.C. Woolley, C.M. Gillett, J.A. Evans. J. Phys. Chem. Solids, 1960, v.16, p.138; 1960, v.17, p.34.

M.İ. Əliyev, D.H. Arashı, R.N. Rəhimov, A.Ə. Xəlilova

GaSb-Ga₂Te₃ BƏRK MƏHLULUNDA FONON SƏPİLMƏSİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

80+300 K temperatur bölməsində GaSb-Ga₂Te₃ bərk məhlulunun istilikkeçirməsi öyrənilmişdir. İstilikkeçirmənin temperatur asılılığında "çuxurlar" müşahidə olunmuşdur ki, bu fononların rezonans səpilməsi ilə izah olunur.

M.İ. Aliev, D.H. Arashi, R.N. Rahimov, A.A. Khalilova

PECULIARITIES OF PHONON SCATTERING IN GaSb-Ga₂Te₃ SOLID SOLUTIONS

The thermal conductivity of GaSb-Ga₂Te₃ solid solution in the temperature range 80+300K have been investigated. The dips of temperature dependence of thermal conductivity due to resonance phonon scatterings have been observed.

Дата поступления: 07.11.96

Редактор: С.А. Атаев