

УДК 537.9

ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ ТЕЛУРИДУ СУРМИ

Н.В. СОСНИЦЬКА^{1*}, К.В. МАРТИНОВА²

¹ магістрант кафедри фізики металів і напівпровідників, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

² аспірант кафедри теоретичної та експериментальної фізики, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

*email: Natasja3@mail.ru

Телурид сурми Sb_2Te_3 є вузькозонним напівпровідником із високою термоелектричною (ТЕ) ефективністю, який широко застосовується як низькотемпературний ТЕ матеріал, а також у датчиках тепла і вологості [1]. Крім того, Sb_2Te_3 відносять до топологічних ізоляторів - класу матеріалів, які останнім часом пригортають до себе особливу увагу через широкі перспективи їх практичного застосування [2-3]. Тому вивчення фізичних властивостей телуриду сурми є важливою задачею для дослідників.

Теплопровідність λ є важливим термоелектричним параметром, який безпосередньо впливає на ТЕ добротність матеріалу ZT . Крім того теплопровідність є характеристикою, чутливою до зміни зонної структури і механізму розсіяння носіїв заряду. Відомо, що у матеріалах V_2VI_3 теплопровідність λ складається із фононної, електронної та біполярної компонент. Знання питомого внеску кожної із цих компонент є важливим для використання і подальшого дослідження Sb_2Te_3 .

Метою даної роботи було дослідження температурної залежності теплопровідності пресованого Sb_2Te_3 і виділення основних складових теплопровідності.

Синтез зразків здійснювався шляхом сплавлення високочистих елементів у вакуумованих кварцових ампулах за температури $T = 1073$ К протягом 2 год. і відпалу за $T_{відп} = 653$ К протягом 300 год. Холодне пресування проводилося на пресі ЗІМ Р-25 (тиск $P = 7$ т/см², час витримки під навантаженням - 1 хв.). Дисперсність порошків складала ~ 200 мкм. Після пресування зразки піддавалися відпалу у вакуумованих ампулах із жаростійкого скла протягом 300 год ($T_{відп} = 693$ К). Теплопровідність λ вимірювалась методом динамічного калориметра на тепломірі ИТ- λ -400 на пресованих таблетках діаметром 15 мм і висотою 5 мм, електропровідність σ вимірювалась методом постійного струму на паралелепіпедах, виготовлених із литих зразків.

Були отримані температурні залежності загальної теплопровідності і електропровідності в інтервалі $T = 80 - 300$ К і $T = 148 - 623$ К для σ і λ відповідно. Математична обробка даних здійснювалась із використанням можливостей програмного пакету OriginLab.

Виділення електронної складової теплопровідності проводилося з використанням до закону Відемана-Франца (1), відповідно до якого електронна теплопровідність розраховується як:

$$\lambda_e = L\sigma T, \quad (1)$$

де L – число Лоренца (у випадку сильного виродження $L = 2.45 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{Ом} \cdot \text{К}^{-2}$, σ – електропровідність, T – абсолютна температура) [4].

Теплопровідність решітки розраховувалась як різниця загальної і електронної компонент λ . На рис. 1а зображений хід загальної і електронної компонент λ . Хід температурної залежності теплового опору решітки W_p зображений на рис. 1б. Відповідно до теорії Пайерлса, для трифононного розсіяння тепловий опір решітки зростає пропорційно температурі $W_p \sim T$ [4]. Можна побачити, що хід залежності $W_p(T)$ відповідає лінійному закону.

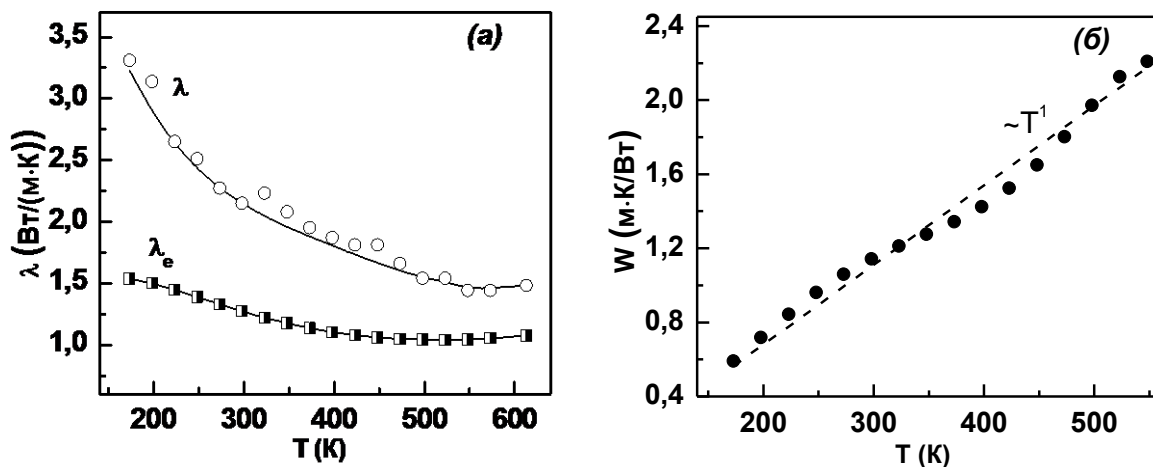


Рис. 1 – Температурні залежності теплових властивостей Sb_2Te_3 : а – загальна (λ) та електронна (λ_e) теплопровідність; б – тепловий опір решітки

Таким чином, за температури застосування телуриду сурми у ТЕ перетворювачах ($\sim 300\text{K}$) внесок фононної та електронної теплопровідності складає приблизно 40 % і 60 %, а внесок біполярної складової є нехтовно малим. Хід температурної залежності фононної теплопровідності відповідає ситуації трифононного розсіяння.

Список літератури:

1. Rowe, D.M. CRC Handbook of thermoelectrics / D.M. Rowe // New York : CRC Press.– 1995.– P. 701.
2. Dutta, P. Anomalous thermal expansion of Sb_2Te_3 topological insulator / P. Dutta, D. Bhoi, A. Midya, N. Khan, P. Mandal, S.S. Samatham, V. Ganesan // Applied Physics Letters. – 2012. – Vol.100. – P. 251912-1 – 251912-3.
3. Zhao, L. Emergent surface superconductivity in the topological insulator Sb_2Te_3 / L. Zhao, H. Deng, I. Korzhovska, M. Begliarbekov, Z. Chen // Nature Communications. – 2015. – V. 6. – P. 8279 (1 - 8).
4. Гольцман, Б.М. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3 / Б.М. Гольцман, В.А. Кудинов, И.А. Смирнов // М.: Наука. –1972. – С. 320.