

УДК 539.2

Р.Я. Михайльонка, В.М. Кланічка, Г.Д. Матеїк
**Термоелектричні властивості твердих розчинів
на основі телуриду свинцю в системі PbTe-CdTe**

*Прикарпатський університет імені Василя Стефаника, Фізико-хімічний інститут
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ 76000*

Досліджено залежність питомої електропровідності (σ) коефіцієнта термо-е.р.с. (α) і питомої термоелектричної потужності ($\alpha^2\sigma$) твердого розчину PbTe-CdTe від складу CdTe. Визначено склади, що характеризуються оптимальними значеннями термоелектричних параметрів.

Ключові слова: телурид свинцю, телурид кадмію, електропровідність, коефіцієнт термо-е.р.с., термоелектрика, термоелектрична потужність.

Стаття постуила до редакції 17.05.2001; прийнята до друку 21.06.2001

I. Вступ

Телурид свинцю служить основною матрицею для створення великої групи термоелектричних матеріалів, що функціонують в інтервалі температур від кімнатної до 900 К [1]. Ефективність використання матеріалу визначається можливостями досягнення високих значень термоелектричних параметрів: α , σ і $\alpha^2\sigma$ [1], а також його стійкістю як до теплових полів, так і до атмосферних газів. Одним із можливих шляхів покращення вказаних характеристик є введення гетеровалентних атомів заміщення при утворенні твердих розчинів [3].

Об'єктом дослідження була система PbTe-CdTe. Телурид свинцю, який кристалізується в структуру типу NaCl (B1), параметр ґратки $a=6,452 \text{ \AA}$ і телурид кадмію, який кристалізується в структуру типу ZnS, $a=6,481 \text{ \AA}$, але також відома модифікація, яка утворюється при тиску 3,6 ГПа в структуру типу NaCl, $a=5,82 \text{ \AA}$.

PbTe, як гомогенна фаза, може існувати як з надлишком металу відносно

стехіометричного складу, так і з надлишком халькогену. Максимальна протяжність області гомогенності відмічена при 1048 К від 49,954 до 50, 013 ат.% Te [3]. PbTe може мати як електронну, так і діркову провідність. Велике значення рухливості носіїв у n-PbTe і значна термо-е.р.с., а також сприятливе відношення рухливості носіїв струму до ґраткової теплопровідності визначають високу термоелектричну добротність матеріалу [1].

Гранична розчинність CdTe в PbTe, яка рівна при евтектичній температурі (1139 К) ~ 20 мол.%, знижується з температурою і складає при 870 К ~ 3 мол.% [5].

II. Експеримент і результати

Зразки для дослідження синтезували із елементів високого ступеня чистоти: свинець марки С-00, телур марки Т-1 і кадмій хімічно чистий (ХЧ). До уваги був обраний твердий розчин $(\text{PbTe})_{1-x}(\text{CdTe})_x$ складу $0,0 < x \leq 0,03$. Синтез здійснювали при

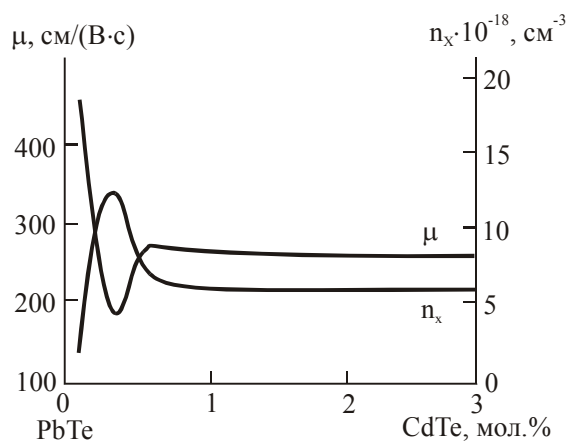


Рис. 1. Залежність холлівської концентрації n_x та рухливості μ твердого розчину $(\text{PbTe})_{1-x}(\text{GeTe})_x$ від вмісту CdTe.

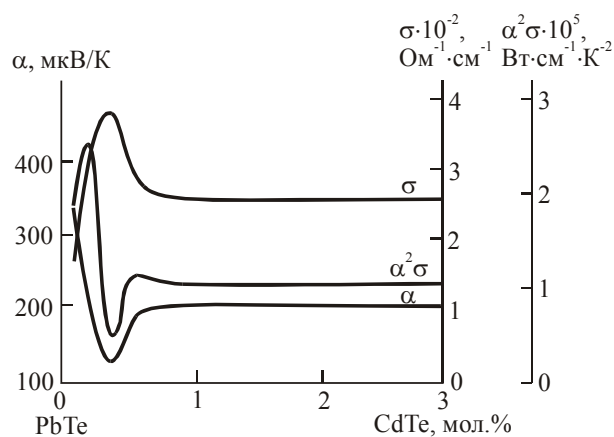


Рис. 2. Залежність термоелектричних параметрів: коефіцієнта термо-е.р.с. (α), питомої електропровідності (σ), питомої термоелектричної потужності ($\alpha^2\sigma$) твердого розчину $(\text{PbTe})_{1-x}(\text{CdTe})_x$ від вмісту CdTe.

температурах 1350 К, яка визначалася складом сплаву і вибиралася на основі аналізу фазових діаграм. Після чого зразки піддавалися гомогенізуючому відпалу при температурі 820 К на протязі 400 год. з наступним гартуванням в крижаній воді.

Фазовий аналіз зразків проводили методами диференціального термічного аналізу і рентгенографії. Термоелектричні параметри визначали компенсаційним методом у постійних електричних і магнітних полях.

Нами підтверджено, що у системі PbTe-CdTe гранична розчинність CdTe в PbTe залежить від температури відпалу і складає при 820 К 3 мол.%.

Аналіз одержаних результатів (рис. 1, 2) показує, що в межах області гомогенності PbTe можна виділити три підобласті з різним характером концентраційних залежностей властивостей. До $\sim 0,4$ мол.% CdTe α і μ спадають, біля $\sim 0,15$ мол.% CdTe спостерігається р-п-перехід, після чого n_x і σ

зростає. В інтервалі складів 0,4-0,6 мол.% CdTe хід електрофізичних параметрів стає протилежним. При подальшому збільшенні концентрації CdTe n_x і α залишаються постійними. Найбільше значення питома термоелектрична потужність твердого розчину $(\text{PbTe})_{1-x}(\text{CdTe})_x$ має для складу $\sim 0,21$ мол.% CdTe ($\alpha^2\sigma=5,3 \cdot 10^{-6}$ Вт·см $^{-1}$ ·К $^{-2}$, рис. 2).

III. Висновки

1. Підтверджено, що у системі PbTe-CdTe гранична розчинність CdTe в PbTe залежить від температури відпалу і складає при 820 К 3 мол.%.
2. Показано, що незначний вміст CdTe (до 1 мол.%) призводить до різких зменшень питомої електропровідності і зростання коефіцієнта термо-е.р.с.
3. Визначені склади із оптимальними значеннями питомої термоелектричної потужності: $(\text{PbTe})_{0,9979}(\text{CdTe})_{0,0021}$.

[1] В.М. Шперун, Д.М. Фреїк, Р.І. Запужляк. *Термоелектрика телуриду свинцю та його аналогів*. Плай, Івано-Франківськ (2000).
 [2] Л.И. Анатычук. *Термоэлементы и термоэлектрические устройства: Справочник*. Наукова думка. К. (1979).
 [3] Д.М. Фреїк, В.В. Прокопів, М.О. Галушак, М.В. Пиц, Г.Д. Матеїк. *Кристалохімія і термодинаміка дефектів у сполуках $A^{IV}B^{VI}$* . Плай, Івано-Франківськ (2000).
 [4] Е.И. Рогачева, Н.К. Жигарева, А.Б. Иванова. Твердые растворы на основе PbTe в системе PbTe-CdTe. // *Неорган. материалы*, **24**(10), сс. 1629-1633 (1988).

- [5] A.J. Rosenberg, R. Grierson, J.C. Woolley, P. Nolic. Solid solutions of CdTe and InTe in PbTe and SnTe. // *Trans. Met. Soc. AIME*, **230**(2), pp. 342-349 (1964).
- [6] Н.И. Дзюбенко, В.М. Косевич, А.Г. Оьедков, Е.И. Рогачева. Поведение элементов IV группы в монотеллуриде олова и сплавов на его основе. // *Изв. АН СССР. Неорган. материалы*, **17**(1), сс. 34-38 (1980).

R.Ya. Mykhailyonka, V.M. Klanichka, G.D. Mateik

Thermoelectrical Properties Both of Lead Telluride-Gadolinium Telluride, and Lead Telluride-Therbiy Telluride Solid Solution

*Physics-Chemical Institute at the Vasyl Stefanyk Prekarpathian University
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine*

The dependence of specific electrical conductivity (σ), efficient thermal electromotive force (α), and specific thermal capacity from composition of both solid solution PbTe-Gd₂Te₃ and PbTe-Tb₂Te₃ is investigated. The composition with optimal value of thermoelectric parameters is determined. It is proposed to describe the crystal-chemistry of defects subsystem of the bases matrix of solid solution.