

УДК 621.315.592

Р.І. Запухляк, М.І. Запухляк

Термоелектричні властивості сплавів на основі SnTe

Прикарпатський університет імені Василя Стефаника

Досліджено термоелектричні властивості системи Sn-Fe-Te в інтервалі температур 300-900 К. Встановлено, що з ростом вмісту легуючої домішки значно покращуються термоелектричні властивості системи. Показано, що в області 600 К спостерігаються найкращі термоелектричні параметри для складу $x=0,05$ ат. % Fe_2Te_3 .

Ключові слова: телурид олова, термоелектрична добротність, сплави.

Стаття постуила до редакції 30.01.2001; прийнята до друку 18.03.2001

I. Вступ

Сплави на основі сполук $A^{IV}B^{VI}$ перспективні матеріали як для створення приладових структур, що функціонують в інфрачервоному діапазоні оптичного спектра, так і для термоелектричних перетворювачів енергії. Тому дослідження їх термоелектричних властивостей є важливою науковою проблемою [1-6]. За останні роки значно зросла цікавість до цих сполук, які містять легуючу домішку [7,8].

Потрійна система SnTe:Fe вивчена мало, тому її дослідження має певний інтерес. Метою даної роботи є дослідження температурних залежностей термоелектричних параметрів сплавів $(SnTe)_{1-x}(Fe_2Te_3)_x$.

II. Методика експерименту

Для синтезу сполуки як вихідні речовини використовували металічне олово Sn (99,999), телур ТВ-4, карбонільне залізо Fe (99,98). Причому, залізо піддавали додатковій очистці шляхом відпалу у вакуумі. Термоелектричні параметри матеріалу α – коефіцієнт термо-е.р.с., σ – питома електропровідність визначали компенсаційним методом у постійних

електричних і магнітних полях в інтервалі температур 300-900 К [9, 10]. Коефіцієнт теплопровідності χ визначали згідно методики [11].

Сплави отримували внаслідок взаємодії SnTe і Fe_2Te_3 , взятих у стехіометричному відношенні при $T=1090$ К у вакуумованих ($p=10^{-4}$ Па) і графітізованих кварцових ампулах. Отримані в ампулах розплави при $T=1090$ К витримували при цій температурі протягом 5 год., після чого охолоджували до кімнатної температури. Далі отримані сплави відпалювали при 800 К протягом 300 год.

III. Результати експерименту та їх обговорення

Температурні залежності термоелектричних параметрів сполук SnTe:Fe представлені на рис. 1 та в таблиці. Видно, що в інтервалі температур 550-600 К всі криві характеризуються максимумами. Найкращі значення термоелектричних параметрів спостерігаються для сполук які містять легуючу домішку Fe_2Te_3 в кількості $x=0,05$ ат. %. Це також показано на рис. 2,

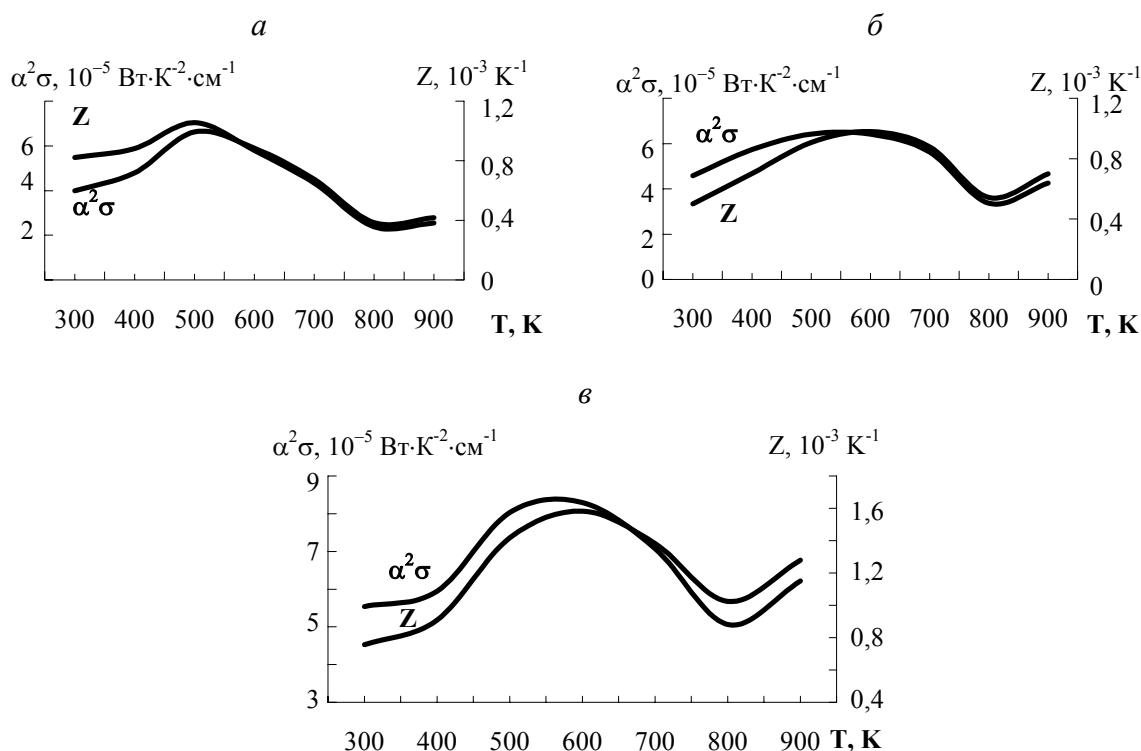


Рис. 1. Температурні залежності термоелектричної потужності і термоелектричної добротності сполук $(\text{SnTe})_{1-x}(\text{Fe}_2\text{Te}_3)_x$ (а – $x=0,01$; б – $x=0,03$; в – $x=0,05$).

на якому зображено залежність максимальних значень термоелектричної потужності і термоелектричної добротності

Зменшення питомої електропровідності можна пояснити зменшенням рухливості носіїв струму. Додаткове легування вихідної

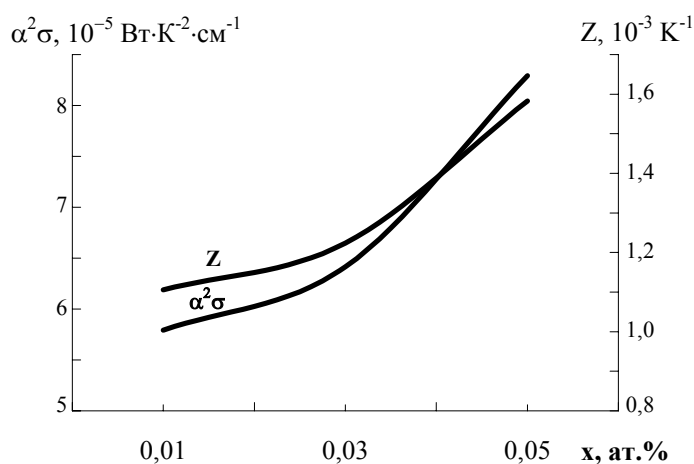


Рис. 2. Залежність максимальних значень термоелектричної потужності і термоелектричної добротності від вмісту легуючої домішки при $T=600$ К.

від складу.

Це пов'язано в першу чергу з тим, що питома електропровідність із збільшенням кількості Fe_2Te_3 до $T=800$ К спадає.

речовини обумовлює заміщення вакансій олова у катіонній підгратці, що і приводить до зростання коефіцієнта термо-е.р.с. α , оскільки, термоелектрична потужність і

Термоелектричні параметри сплавів на основі телуриду олова $(\text{SnTe})_{1-x}(\text{Fe}_2\text{Te}_3)_x$.

x, ат. %	T, К	α , мкВ/К	σ , Ом ⁻¹ ·см ⁻¹	$\alpha^2\sigma$, 10 ⁻⁵ Вт·К ⁻² ·см ⁻¹	Z, 10 ⁻³ К ⁻¹
0,01	300	102,8	5190	5,48	0,75
	400	117,8	4240	5,88	0,90
	500	144,7	3360	7,04	1,24
	600	154,4	2430	5,79	1,11
	700	170,5	1490	4,33	0,85
	800	176,8	760	2,37	0,48
	900	173,1	850	2,55	0,52
0,03	300	89,7	5690	4,58	0,63
	400	109,9	4750	5,74	0,88
	500	131,2	3730	6,42	1,14
	600	154,4	2690	6,41	1,22
	700	175,3	1830	5,62	1,09
	800	185,1	980	3,36	0,68
	900	179,4	1320	4,25	0,87
0,05	300	95,3	6090	5,43	0,76
	400	108,8	5020	5,94	0,91
	500	141,7	4000	8,03	1,42
	600	167,1	2970	8,29	1,58
	700	188,0	2000	7,07	1,38
	800	194,4	1340	5,06	1,02
	900	191,8	1690	6,22	1,28

термоелектрична добротність зв'язані з коефіцієнтом термо-е.р.с. α через квадрат, то і маємо значне покращення цих параметрів.

Покращення термоелектричних властивостей даних сполук пов'язане ще із одною обставиною. Притаманною особливістю для сполук на основі телуриду олова є зменшення коефіцієнта теплопровідності в границях області гомогенності. Це пов'язане із збільшенням ступеня дефектності кристалічної структури, що і веде до зростання розсіювання носіїв і зменшення коефіцієнта теплопровідності.

IV. Висновки

Таким чином, проведено експериментальне дослідження впливу легуючої домішки Fe_2Te_3 на термоелектричні властивості сплавів $(\text{SnTe})_{1-x}(\text{Fe}_2\text{Te}_3)_x$. Показано, що збільшення вмісту Fe_2Te_3 до $x=0,05$ ат. % значно покращує термоелектричні параметри сплаву. На основі даних сполук можуть конструюватися термоелектричні перетворювачі енергії, які функціонують в області середніх температур.

- [1] П.И. Баранский, И.С. Буда, И. В. Даховский. *Теория термоэлектрических и термомагнитных явлений в анизотропных полупроводниках*. Киев: Наук. думка (1987).
- [2] Л.И. Анатычук. *Термоэлементы и термоэлектрические устройства: Справочник*. Киев: Наук. Думка (1979).
- [3] Gerald Mahan, Brian Sales, Jeff Sharp. *Physics Today*, pp. 42-47 (1997).
- [4] L.D. Hicks, M.S. Dresselhaus. *Phys. Rev.* B47, **19**, pp. 12727-12731 (1993).
- [5] Ю.М. Равич, Б.А. Ефимова, Н.А. Смирнов. *Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbTe, PbSe, PbS*. М.: Наука (1968).

- [6] Е.К. Иорданишвили. *Термоэлектрические источники питания*. М.: Совет. радио (1968).
- [7] А.Ф. Иоффе. *Полупроводниковые термоэлементы*. М.-Л.: Изд-во АН СССР (1960).
- [8] А.Г. Самойлович, Л.Л. Коренблит. *Успехи физических наук*, 49(2), сс. 243-272 (1953).
- [9] А.И. Курносов. *Материалы для полупроводниковых приборов и интегральных микросхем*. М.: Высшая школа (1980).
- [10] Е.В. Кучис. *Методы исследования эффекта Холла*. М.: Советское радио (1974).
- [11] В.А. Семенюк, В.А. Бевз, А.В. Гармашов. *Инженерно-физ. Журн*, 47(6), сс. 977-983 (1984).

R.I. Zapukhlyak, M.I. Zapukhlyak

Thermoelectric Properties of Alloys on the Basis SnTe

Vasyl Stefanyk Precarpathian University, Shevchenko Str., 57, Ivano-Frankivsk, 76000

The thermoelectric properties of system Sn-Fe-Te in temperature range 300-900 K are explored. Set, that with growth of the content of a dope the thermoelectric properties of system are considerably improved. Is rotined, that in the field of 600 K are watched the best thermoelectric parameters for a composition $x=0,05$ at. % Fe_2Te_3 .