



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46282

(13) A

(51) B30B1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ НА ОСНОВІ SnTe

1

2

(21) 2001063726

(22) 01 06 2001

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Фрейк Дмитро Михайлович, Межиловська Любов Йосипівна, Никируй Любомир Іванович, Матеїк Галина Дмитрівна, Михайльонка Руслан Ярославович

(73) ПРИКАРПАТСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. СТЕФАНИКА

(57) 1 Спосіб отримання твердих розчинів на основі SnTe, який полягає в тому, що вихідну речовину, розташовану в кварцовій вакуумованій ампулі, поміщають у піч, методом ступінчастого

нагріву синтезують, витримують при максимальній температурі, після чого охолоджують до кімнатної, який відрізняється тим, що як вихідну речовину використовують окремі елементи напівпровідникової чистоти, співвідношення яких відповідає твердому розчину  $(\text{SnTe})_{1-x}(\text{Cu}_2\text{Te})_x$ , нагрів ампули проводять до температури  $T=900^\circ\text{C}$ , витримують протягом 2 год, з наступним охолодженням до кімнатної температури при швидкості 60 град/год, отримані зразки відпалюють при  $350-400^\circ\text{C}$  протягом 300 год.

2 Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що як вихідну речовину використовують твердий розчин при  $x=0,03$

Винахід відноситься до технології напівпровідникових матеріалів і може бути застосований в приладобудуванні, термоелектриці, оптоелектроніці.

Халькогенідні напівпровідники групи  $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{VI}}$   $\text{PbTe}$ ,  $\text{SnTe}$ ,  $\text{PbSe}$ , тверді розчини  $\text{PbTe-SnTe}$ ,  $\text{PbTe-PbSe}$ , що використовуються як термоелектричні матеріали, отримують у вигляді моно- чи полікристалів з розплаву або з газової фази (Анатичук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник - Киев: Наукова думка - 1979 - 768 с.)

Однак ці способи їх отримання складні, дорогі, не дозволяють плавно керувати електричними і термоелектричними параметрами.

Найбільш близьким, до запропонованого винаходу є спосіб отримання твердих розчинів на основі SnTe, який полягає в тому, що вихідну речовину, розташовану в кварцовій вакуумованій ампулі, поміщають у піч, методом ступінчастого нагріву синтезують, витримують при максимальній температурі, після чого охолоджують до кімнатної (Глебовский В.Г., Бурцев В.Т. Плавка металлов и сплавов в свещенном состоянии - М: Металлургия, 1974 - 176 с.)

В основу винаходу поставлене завдання створити спосіб отримання твердих розчинів на основі SnTe, в якому зміна параметрів технологічного режиму та вибір матеріалу як

вихідної речовини дозволили б отримати матеріал з наперед заданими термоелектричними параметрами.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі отримання твердих розчинів на основі SnTe, який полягає в тому, що вихідну речовину, розташовану в кварцовій вакуумованій ампулі, поміщають у піч, методом ступінчастого нагріву синтезують, витримують при максимальній температурі, після чого охолоджують до кімнатної, згідно з винаходом, як вихідну речовину використовували окремі елементи напівпровідникової чистоти, співвідношення яких відповідає твердому розчину  $(\text{SnTe})_{1-x}(\text{Si}_2\text{Te})_x$  нагрів ампули проводять до температури  $T=900^\circ\text{C}$ , витримують при цій температурі протягом 2 год, з наступним охолодженням до кімнатної температури при швидкості 60 град/год.

Експериментальне встановлено, що всі термоелектричні параметри залежать від вмісту телуриду міді в твердому розчині. Його збільшення супроводжується ростом термо-е.р.с., зменшенням електропровідності, теплопровідності і концентрації носіїв заряду до  $x=0,03$ . Це пов'язано із складним процесом, який полягає у заповненні вакансій слюда і в утворенні нових дефектів, які зв'язані з різними структурними порушеннями. На ділянці до 4 мол. % залежність термоелектричних параметрів від складу

(13) A

(11) 46282

(19) UA

відповідає положення рівня Фермі в першій підзоні, коли в явищах переносу приймають участь легкі дірки. При  $x > 4$  мол. % рівень Фермі відповідає такому положенню, коли поряд з легкими дірками починають про себе заявляти важкі дірки із другої підзони з великою ефективною масою. Наведені вище режими є оптимальними, які забезпечують найкращі термоелектричні властивості твердого розчину  $\text{SnTe}-\text{Cu}_2\text{Te}$ .

На фіг. зображено залежність безрозмірної термоелектричної добротності  $ZT$  твердого розчину  $\text{SnTe}-\text{Cu}_2\text{Te}$  від складу.

Спосіб отримання твердих розчинів на основі  $\text{SnTe}$  здійснювався таким чином. Як вихідну речовину використовували окремі елементи напівпровідникової чистоти, співвідношення яких відповідає твердому розчину  $(\text{SnTe})_{1-x}(\text{Cu}_2\text{Te})_x$ .

Вихідну речовину розташовують в кварцовій вакуумованій ампулі яку поміщають в піч, методом ступінчастого нагріву синтезують, нагрівають до максимальної температури  $T = 900^\circ\text{C}$ , витримують протягом 2 год і після чого охолоджують до кімнатної температури з швидкістю  $60^\circ\text{C}/\text{год}$ .

Приклад конкретного виконання

Як вихідну речовину використовують окремі елементи напівпровідникової чистоти. Синтез проводили в кварцових ампулах при тиску  $10^{-1} - 10^{-3}$  Па методом ступінчастого нагріву. Синтезовані зразки витримували при максимальній температурі  $T = 900^\circ\text{C}$  протягом 2 год, з наступним охолодженням до кімнатної температури при швидкості  $60^\circ\text{C}/\text{год}$ . Всі сплави відпалювали при  $350 - 400^\circ\text{C}$  протягом 300 год.

Основні їх параметри наведені в таблиці.

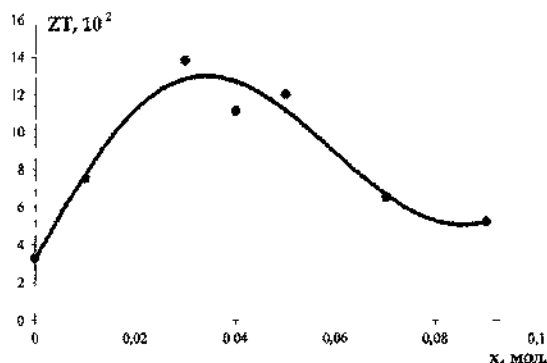
Таблиця

Параметри твердого розчину  $(\text{SnTe})_{1-x}(\text{Cu}_2\text{Te})_x$  (при 300 К)

№ п/п	$x$	$\alpha$ , мкВ/К	$\sigma$ , Ом $^{-1}\text{см}^{-1}$	$\chi$ , $10^{-2}$ , Вт $\text{см}^{-1}\text{К}^{-1}$	$\alpha^2\sigma$ , $10^6$ , Вт $\text{см}^{-1}\text{К}^{-2}$	$Z$ , $10^{-3}$ , К $^{-1}$	$ZT$
1	0,01	40	7000	4,4	11,2	0,25	0,075
2	0,03	57	4900	3,5	16,25	0,46	0,138
3	0,04	48	5500	3,4	12,65	0,37	0,111

Як бачимо з таблиці, склад  $x = 0,03$  твердого розчину  $(\text{SnTe})_{1-x}(\text{Cu}_2\text{Te})_x$ , позиція 2, забезпечує найбільше значення безрозмірної

термоелектричної добротності  $ZT$ . Одержані матеріали можуть використовуватись для потреб термоелектрики і приладобудування.



Фіг.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71