



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63536 (13) U  
(51) МПК  
С30В 11/02 (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ЛЕГОВАНОГО СПЛАВУ PbTe:Bi n-ТИПУ

1

2

(21) u201103503

(22) 24.03.2011

(24) 10.10.2011

(46) 10.10.2011, Бюл.№ 19, 2011 р.

(72) ГАЛУЩАК МАР'ЯН ОЛЕКСІЙОВИЧ, ФРЕЙК  
ДМИТРО МИХАЙЛОВИЧ, БОРИК ВІКТОР ВАСИ-  
ЛЬОВИЧ, КАРПАШ МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ, МАТЕЇК  
ГАЛИНА ДМИТРІВНА(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕ-  
ХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ(57) 1. Спосіб отримання легованого сплаву  
PbTe:Bi n-типу, який полягає в тому, що вихідні  
речовини розташовують у кварцовій вакуумованій  
ампулі і поміщають у піч, ампулу з вихідними ре-

човинами попередньо нагрівають до певної тем-  
ператури, витримують при ній, потім здійснюють  
синтез сплаву при вищій температурі, після чого  
ампулу охолоджують до кімнатної температури,  
одержані злитки дроблять та здійснюють пресу-  
вання, який **відрізняється** тим, що як вихідні ре-  
човини використовують високочисті свинець, те-  
лур і вісмут, взяті у співвідношеннях Pb - 49,00 ат.  
%, Te - 50,00 ат. %, Bi - 1,00 ат. %.

2. Спосіб отримання легованого сплаву PbTe:Bi n-  
типу за п. 1, який **відрізняється** тим, що одержані  
злитки дроблять до фракцій (0,6-0,8) мм і здійс-  
нюють пресування при тисках (0,5-1,0) ГПа.

Корисна модель належить до технології напів-  
провідникових матеріалів і може бути застосована  
у приладобудуванні, термоелектриці, оптоелект-  
роніці.

Напівпровідники групи  $A^{IV}B^{VI}$ , що використо-  
вуються як термоелектричні матеріали, отримують  
у вигляді порошку моно- чи полікристалів з розп-  
лаву або газової фази (Анатьчук Л.И. Термоэле-  
менты и термоэлектрические устройства. Справо-  
чник. - Киев: Наукова думка. - 1979. - 768 с).

Однак ці способи їх отримання не дозволяють  
плавно керувати термоелектричними параметра-  
ми, а головне досягати їх високих оптимальних  
значень.

Найбільш близьким до запропонованої корис-  
ної моделі є спосіб отримання термоелектричних  
сплавів, який полягає в тому, що вихідні речовини  
розташовують у кварцовій ампулі, поміщають у  
піч, температура якої є вищою від температури  
плавлення вихідних речовин, ампулу з вихідними  
речовинами витримують до отримання сплаву і  
охолоджують, після чого одержані злитки дроб-  
лять і здійснюють пресування (Е.П. Сабо. Термоэ-  
лектрические сплавы на основе теллурида олова  
// ФТП, Т. 32, № 3, 1998).

В основу корисної моделі поставлена задача  
створити спосіб отримання оптимізованих термо-  
електричних сплавів на основі легованого телуриду  
свинцю, в якому вибір хімічного складу та техноло-  
гічних режимів дозволив би отримати матеріал n-

типу з оптимальними термоелектричними параме-  
трами.

Основною відмінною ознакою, щодо найближ-  
чого аналога, є вибір складу сплаву, виділення  
фракцій певних розмірів та режимів їх пресування  
в брикети.

Поставлена задача вирішується тим, що вихід-  
ні речовини у визначених співвідношеннях, роз-  
ташовують у кварцовій вакуумованій ампулі, яку  
поміщають у піч, температура попереднього нагрі-  
ву ампули складає 970 К, витримують її протягом  
3 год., потім підвищують температуру до 1290 К,  
яка є вищою від температури плавлення сполуки  
PbTe:Bi, і витримують ампулу з вихідними речови-  
нами при цій температурі 1 год. до одержання  
сплаву, після чого одержані злитки дроблять до  
фракцій (0,6-0,8) мм і здійснюють пресування при  
тисках (0,5-1,0) ГПа, як вихідні речовини викорис-  
товують високочисті свинець, телур і вісмут, взяті  
у масових співвідношеннях Pb - 49,90 ат. %, Te -  
50,00 ат. %, Bi - 1,00 ат. %, відповідно.

Експериментально встановлено, що даний  
сплав PbTe:Bi має n-тип провідності і характеризу-  
ється значною термо-е.р.с. (-133 мкВ/К) а питома  
електропровідність складає  $10,5 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ .

На кресленні зображено залежність концент-  
рації носіїв струму легованих кристалів PbTe:Bi від  
вмісту вісмуту в шихті.

(19) UA (11) 63536 (13) U

Встановлено, що при вмісті вісмуту в шихті  $N_{\text{Bi}} > 0,015$  ат. % отримується матеріал тільки n-типу провідності.

Домішка Ві у PbTe є донором, тому для вихідного матеріалу n-типу (n-PbTe) легування вісмутом спричинює зростання концентрації основних носіїв, а для матеріалу з дірковою провідністю (p-PbTe) призводить до конверсії типу з p- на n-тип провідності і вже для вмісту вісмуту більше 0,015 ат. % Ві матеріал має електронну провідність. При цьому реалізується його іонізація із стану  $\text{Bi}^0(6s^26p^3)$  в стан  $\text{Bi}^{3+}(6s^26p^0) + 3e^-$ .

Відносно катіонної підґратки домішка знаходиться у стані  $\text{Bi}^{3+} \rightarrow \text{Bi}_{\text{Pb}}^+$ .

Спосіб отримання сплаву PbTe:Bi n-типу здійснюють таким чином. Як вихідні речовини використовують високочисті свинець, телур і вісмут, взяті у певному співвідношенні. Вихідні речовини розташовують у кварцовій вакуумованій ампулі, яку поміщають у піч і витримують при певних темпера-

турах, потім її охолоджують, після чого одержані злитки дроблять і здійснюють пресування.

Приклад конкретного виконання.

Вихідні речовини свинець марки С000 і телур високої чистоти марки Т-В4, вісмут ХЧ взяті у співвідношенні Pb - 49,90 ат. %, Te - 50,00 ат. %, Ві - 1,00 ат. %. розташовують у кварцовій вакуумованій ампулі і поміщають у піч, температуру якої підвищують в два етапи: спочатку попередньо нагрівають до 970 К і витримують 3 год., потім підвищують до  $T = 1290$  К, яка є вищою від температури плавлення сполуки PbTe:Bi, і витримують ампулу з вихідними речовинами при цій температурі 1 год. до одержання сплаву, після чого ампулу охолоджують до кімнатної температури при швидкості (60-80) К/год., потім одержані злитки дроблять до фракцій (0,6-0,8) мм і здійснюють пресування при тисках (0,5-1,0) ГПа.

Робота виконана у рамках наукового проекту МОН України, державний реєстраційний номер 0110U000144.

