

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК $PbTe$ МЕТОДОМ ГАРЯЧОЇ СТІНКИ

(21) 99094928

(22) 03.09.1999

(24) 15.03.2001

(46) 15 03 2001, Бюл. № 2, 2001 р.

(72) Варшава Славомір Степанович, Фрейк Дмитро Михайлович, Запужляк Руслан Ігорович, Калинюк Михайло Васильович

(73) ПРИКАРПАТСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.СТЕФАНИКА, ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

(57) Спосіб отримання тонких плівок $PbTe$ методом гарячої стінки шляхом, нагріву підкладки до температури $T_n=420-470$ К, випаровуванні вихідної речовини $PbTe$ при $T_n=820$ К, нагріві стінок камери до $T_c=850$ К, відрізняється тим, що вирощені плівки піддавалися ізохронному відпалу у вакуумі на протязі однієї години при температурі $T_i=500$ К.

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

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

Однак, ці способи їх отримання складні, дорогі, і не дозволяють отримувати матеріал з високими термоелектричними властивостями.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу є спосіб отримання тонких плівок $PbTe$ методом гарячої стінки шляхом вибору вихідної речовини $PbTe$, нагріву підкладки до температури $T_n=420-470$ К, випаровуванні вихідної речовини $PbTe$ при температурі $T_n=820$ К, нагріві стінок камери до $T_c=850$ К (Фрейк Д.М. получение пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$ с заданными параметрами методами квазизамкнутого объема // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. - 1982. - Т. 18. - № 8 - С. 1237-1248).

Однак, даний спосіб не дозволяє отримувати плівковий матеріал з високими термоелектричними властивостями у зв'язку з низькими значеннями температури підкладки T_n .

В основу винаходу поставлене завдання створити спосіб отримання тонких плівок $PbTe$ методом гарячої стінки, в якому шляхом підбору технологічних процесів можна отримати тонкі плівки з високими термоелектричними параметрами.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі отримання тонких плівок $PbTe$ методом гарячої стінки, шляхом нагріву підкладки до температури $T_n=420-470$ К, випаровуванні вихідної речовини $PbTe$ при температурі $T_n=820$ К, нагріві стінок камери до $T_c=850$ К, згідно винаходу, вирощені плівки піддавали ізохронному відпалу у вакуумі на протязі однієї години при температурі $T_i=500$ К.

Експериментально встановлено, що ізохронний відпал плівок $p-PbTe$ у вакуумі веде до суттєвих змін термоелектричних параметрів, пов'язаних із згладжуванням потенціального рельєфу та збільшенням рухливості носіїв.

Спосіб отримання тонких плівок $PbTe$ методом гарячої стінки здійснюють таким чином. Як вихідну речовину використовують $PbTe$, яку випаровують при температурі $T_n=820$ К, стінки реактора нагрівають до $T_c=850$ К, а підкладку – до $T_n=420-470$ К, вирощені плівки піддавалися ізохронному відпалу у вакуумі на протязі однієї години при температурі $T_i=500$ К.

Приклад конкретного виконання.

Тонкі плівки телуриду свинцю вирощували з парової фази методом гарячої стінки. Осадження пари здійснювали на свіжі сколи {0001} слюди-мусковіт. Температура випарника складала $T_n=820$ К, стінок камери $T_c=850$ К, підкладку $T_n=420-470$ К. Швидкість росту плівок була ~ 3 нм·с⁻¹, а їх товщина – 0,4-0,8 мкм. Парціальний тиск халькогену у зоні конденсації задавався додатковим джерелом T_d з порошком телуру. Він складав $P_{Te2}=10^{-1}$ Па. Вирощені плівки піддавалися ізохронному відпалу у вакуумі на протязі однієї години при температурі $T_i=500$ К.

Термоелектричні властивості плівок визначалися компенсаційним методом у постійних електричних і магнітних полях. Тонкі плівки характеризувалися мозаїчною структурою з величиною блоків 0,01-0,02 мкм і орієнтовністю (111) $[1\bar{1}1]$ PbTe $\{0001\}$ $[10\bar{1}0]$ слюди.

Основні їх параметри при ізохронному відпалі наведено в таблиці. Як бачимо з таблиці,

ізохронний відпал у вакуумі тонких плівок PbTe при температурі 500 К на протязі однієї години значно покращує їх термоелектричні параметри (таблиця), тоді як у невідпалених плівках та відпалених при 600 К, ці параметри гірші. Одержані плівки PbTe можуть використовуватись в приладобудуванні, термоелектриці, оптоелектроніці.

Термоелектричні параметри тонких плівок р- PbTe при 200 К: сабжовирощених та відпалених у вакуумі на протязі 1 год.

Параметри	Сабж	Відпалені при 600 К	Відпалені при 600 К
Концентрація n , 10^{15} см^{-3}	1,8	1,04	0,17
Рухливість μ , $\text{см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$	117	252	975
Питома електропровідність σ , $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	30	42	25
Термо-е.р.с. α , мкВ К^{-1}	215	770	-135
Термоелектрична потужність $\alpha^2 \sigma$, $10^{-6} \text{ Вт К}^{-2} \cdot \text{см}^{-1}$	0,14	0,25	0,04
Термоелектрична добротність Z , 10^{-4} К^{-1}	0,37	0,67	0,12
Безрозмірна термоелектрична добротність ZT , 10^{-2}	0,75	1,34	0,25

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патенти»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 - 72 - 89 (03122) 2 - 57 - 03