



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 56447

(13) A

(51) 7 C30B11/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК Р-PbTe ІЗ ВИСОКОЮ АНІЗОТРОПІЄЮ ТЕРМО-Е.Р.С.

1

2

(21) 2002043665

(22) 30 04 2002

(24) 15 05 2003

(46) 15 05 2003, Бюл. № 5, 2003 р.

(72) Фрейк Дмитро Михайлович, Рувінський Борис
Маркович, Галушак Мар'ян Олексійович, Довгий
Олег Ярославович, Калитчук Іван Васильович(73) ПРИКАРПАТСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА(57) 1 Спосіб отримання тонких плівок р-PbTe з
високою анізотропією термо-е.р.с. методом гарячої
стілки на відколах монокристалів (111) BaF₂,
що здійснюють шляхом вибору вихідної речовиниPbTe, нагріву підкладки до температури T_п, випаровування вихідної речовини при T_в, нагрівання
стінок камери до T_с, при парціальному тиску пари
телуру Р_{те2}, який відрізняється тим, що температура
випарника T_в = 820°K, стінок реактора T_с =
850°K, підкладок - T_п = 620-720°K, парціальний тиск
телуру Р_{те2} = 10⁻²-1 Па2 Спосіб отримання тонких плівок р-PbTe з високою
анізотропією термо-е.р.с. за п. 1, який відрізняється
тим, що вирощені плівки піддаються наступному
відпалу у вакуумі 10⁻⁸ Па при температурах 720-740°K протягом 1 год

Винахід відноситься до технології напівпровідникових матеріалів і може бути застосований у приладобудуванні, опто- і мікроелектроніці.

Плівки халькогенідів свинцю (PbTe, PbSe, PbS) широко використовуються як ефективні термоелектричні матеріали (Пленочные термоэлементы Физика и применение. Под ред. Лидоренка Н.С. — М. Наука — 1985 — 232с.)

Для вирощування тонких плівок халькогенідів свинцю використовують термічні методи напылення у вакуумі (Фрейк Д.М., Галушак М.А., Межиловская Л.И. Физика и технология полупроводниковых пленок — Львов. Вища школа — 1988 — 182с.)

Описані способи не забезпечують отримання плівок напівпровідникових матеріалів із наперед заданими і повторювальними параметрами.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу є спосіб отримання тонких плівок сполук A^{IV}B^{VI} з парової фази методом гарячої стілки шляхом вибору вихідної речовини PbTe, нагріву підкладки до температури T_п, випаровування вихідної речовини при температурі T_в, нагріву стінок камери до T_с (Фрейк Д.М. Получение пленок соединений A^{IV}B^{VI} с заданными параметрами методами квазизамкнутого объема // Изв. АН СССР. Неорганические материалы — 1982 — т.18 — № 8 — С.1237-1248).

Однак даний метод не дозволяє отримувати плівковий матеріал з високою анізотропією термоелектричних властивостей.

В основу винаходу поставлене завдання створити спосіб отримання тонких плівок р-PbTe методом гарячої стілки, в якому шляхом підбору технологічних параметрів вирощування і наступної обробки можна отримати конденсат з високою анізотропією термо-е.р.с.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі отримання тонких плівок сполук A^{IV}B^{VI} методом гарячої стілки шляхом вибору вихідної речовини PbTe, нагріву підкладки до температури T_п, випаровування вихідної речовини при температурі T_в, нагріву стінок камери до T_с, згідно винаходу температура випарника складала T_в = 820K, стінок реактора T_с = 850K, а підкладок T_п = 620 - 720K. Парціальний тиск телуру у зоні осадження підтримувався сталим і складав Р_{те2} = 10⁻²-1Па. Вирощені плівки піддавали наступному ізохронному відпалу у вакуумі 10⁻⁸Па на протязі однієї години при температурах T_і = 720 - 740K.

Експериментально встановлено, що ізохронний відпал плівок р-PbTe у вакуумі веде до суттєвих змін термоелектричних параметрів. Так, у процесі термічної обробки у вакуумі приповерхневий шар плівки і області, що прилягають до границь кристалів у її об'ємі, збіднюються на халькоген внаслідок його ревиварування. Надлишковий свинець у PbTe є донором, тому провідність приповерхневої області плівок р-PbTe після термічної обробки у вакуумі стає електронною. При цьому

(13) A

(11) 56447

(19) UA

області на границях кристалів в об'ємі плівок р-PbTe збіднюються на основні носії Інверсна область на поверхні плівок мала, порівняно із їх товщиною, і складає за величиною значення, яке порівняне із дебаєвською довжиною екранування. Таким чином, біля приповерхневої області плівок з об'ємною дірковою провідністю формується n-p-структура із розподіленими у напрямку нормалі до вільної поверхні плівки електричними параметрами. Це і обумовлює градієнт термо-е р с у декілька сотень мікровольт на градус. На фігурі зображено профілі розподілу локальних значень питомої електропровідності σ (а) холлівської концентрації носіїв струму $n(p)$ (б) у плівках р-PbTe відданих вакуумному відпалу при 720K на протязі однієї години ($z = 0$ відповідає границі розділу підкладки-плівка).

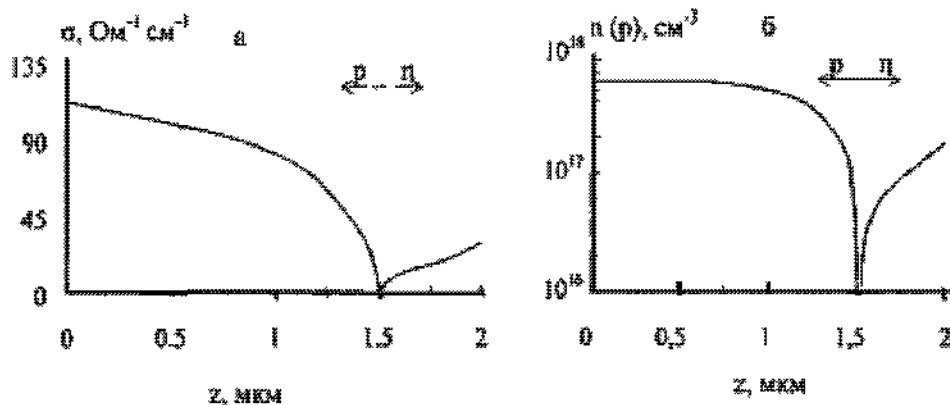
Спосіб отримання тонких плівок р-PbTe із великою анізотропією термо-е р с методом гарячої стінки здійснюють таким чином. Як вихідну речовину використовують PbTe, яку випаровують при температурі $T_B = 820K$, стінки реактора нагрівають до $T_C = 850K$, а підкладку до $T_H = 620 - 720K$. Парціальний тиск телуру складав $P_{Te_2} = 10^{-2} - 1Pa$. Вирощені плівки піддають ізохронному відпалу у ва-

куумі $10^{-8}Pa$ на протязі однієї години при температурах $T_0 = 720 - 740K$.

Приклад конкретного виконання

Тонкі плівки телуриду свинцю вирощували з парової фази методом гарячої стінки. Осадження пари здійснювали на свіжі сколи (111) монокристалів BaF_2 . Температура випарника складала $T_B = 820K$, стінок камери $T_C = 850K$, підкладок $T_H = 420 - 470K$. Швидкість росту плівок була $\sim 3nm \cdot s^{-1}$, а їх товщина 1,2 - 2,5мкм. Парціальний тиск халькогену у зоні конденсації задавався додатковим джерелом T_d з порошком телуру. Він складав $P_{Te_2} = 10^{-2} - 1Pa$. Вирощені плівки піддавалися ізохронному відпалу у вакуумі $10^{-8}Pa$ на протязі однієї години при температурах $T_0 = 720 - 740K$.

Термоелектричні властивості плівок визначалися компенсаційним методом у постійних електричних і магнітних полях. Тонкі плівки характеризувалися профілем розподілу електричних параметрів по товщині у напрямку нормалі до вільної поверхні плівок (Див. фігуру) і значною анізотропією коефіцієнта термо-е р с. Одержані плівки р-PbTe можуть використовуватися у приладобудуванні для розробки швидкодіючих термоелектричних перетворювачів.



Фіг.