



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50176 (13) A

(51) 6 C30B11/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ЛЕГОВАНИХ ПЛІВОК PbSe N-І Р-ТИПУ

1

(21) 2001117560

(22) 06.11.2001

(24) 15.10.2002

(46) 15.10.2002, Бюл. № 10, 2002 р.

(72) Галушак Мар'ян Олександрович, Павлюк Любомир Ростиславович, Фрейк Андрій Дмитрович, Довгий Олег Ярославович, Нижникевич Володимир Всеволодович

(73) ПРИКАРПАТСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА

(57) Спосіб отримання легованих плівок PbSe n-і р-типу методом випаровування у вакуумі вихідної

2

речовини при T_B , нагріванням додаткового джерела свинцю до T_D , стінок камери - до T_C і підкладок із свіжих сколів (111) монокристалів BaF_2 - до T_P , який відрізняється тим, що як вихідну речовину використовують наперед синтезовані кристали PbSe, леговані талієм, які випаровують при $T_B=970$ К, температура додаткового джерела - $T_D=900$ К, температура стінок камери - $T_C=1000$ К, температура підкладок - $T_P=520$ К, для отримання плівок n-типу концентрація талію у вихідних кристалах PbSe складає 0,1-0,2 ат. %, для отримання плівок р-типу - 0,3-1,2 ат. %

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

Плівки халькогенідів свинцю (PbTe, PbSe, PbS) широко використовуються як ефективні детектори, а також джерела інфрачервоного діапазону оптичного спектру (Holloway H. Thin-Films IV-VI semiconducting photodiodes // Physics thin films. New York - 1980 - v. 11 - pp. 105-203).

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 В. Ш., - 1988 - 182С).

Описані способи отримання плівок не забезпечують повторювальних результатів і отримання матеріалу із наперед заданими властивостями.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу є спосіб отримання тонких плівок PbSe у вакуумі, в якому як вихідну речовину для основного випарника використовують синтезовану сполуку PbSe, для додаткового випарника - чистий свинець. Температура основного випарника $T_B=750-1100$ К, температура додаткового джерела $T_D=400-700$ К, як підкладку служать свіжі сколи (111) монокристалів BaF_2 . Температуру підкладок вибирали в інтервалі $T_P=400-800$ К (Фрейк Д. М., Костик Б. Р., Вродин Н. Н., Солонинний Я. В. Структура и электрические свойства пленок селенида свинца, полученных в двойном квазизамкнутом объеме - Электронная Техника Материалы, 1979, Вып. 4

с. 62-67).

Однак цей метод, через недостатню керованість процесу, не дозволяє отримати тонкоплівковий матеріал із повторювальними, наперед заданими параметрами.

Завданням винаходу є створити такий спосіб отримання тонких плівок PbSe, в якому за рахунок легування можна одержати матеріал n- або р-типу провідності із стабільними концентраціями носіїв струму у широкому інтервалі зміни технологічних факторів.

Поставлене завдання вирішується тим, що у способі отримання тонких плівок PbSe у вакуумі із парової фази, в якому як вихідну речовину використовують чисту синтезовану сполуку PbSe для наважки основного випарника, а для додаткового випарника використовують чистий свинець, пари осаджують на свіжі сколи кристалів (111) BaF_2 , згідно винаходу, для наважки основного випарника використовують наперед синтезовану сполуку PbSe, яка легована талієм у межах (0,1-1,2) ат. % Тl. Температура основного випарника складає $T_B=970$ К. Для додаткового випарника використовувався чистий свинець, температура якого $T_D=900$ К. Осадження пари проводять на орієнтовані підкладки - свіжі сколи (111) монокристалів BaF_2 . Температура осадження (підкладки) складає $T_P=570$ К. Вирощування плівок проводять із парової фази методом гарячої стінки при температурі стінки $T_C=1000$ К.

Експериментально встановлено, що концент-

(13) A
(11) 50176
(19) UA

рація носіїв струму і тип провідності тонких плівок PbSe ті визначається температурою додаткового джерела T_d

На рисунку зображено залежності концентрації носіїв струму і типу провідності плівок PbSe, від концентрації талію у наважці основного випарника

Встановлено, що в межах (0,1-0,2) ат % талію тонкі плівки PbSe мають n-тип провідності (область А), а для складів наважки PbTe, легованої талієм більше як 0,3 ат % - тільки р-тип провідності (область В)

Це пов'язано з тим, що у другому випадку (область В - р-тип) концентрація акцепторних центрів домішки талію (N_{Ti}) переважає над зарядженими власними дефектами - вакансіями селену (V_{Se}^{2+}) та вакансіями свинцю (V_{Pb}^{2+})

При малих значеннях легуючої домішки талію умови осадження такі, що не дозволяють компенсувати утворені вакансії селену (V_{Se}^{2+}) і міжвузлового свинцю (Pb_i^{+}) які є донорами і які значно переважають концентрацію акцепторної домішки N_{Ti} ($N_{Ti} \ll [V_{Se}^{2+}] + [Pb_i^{+}]$)

Спосіб отримання тонких плівок PbSe n- і р-типу здійснюється таким чином. Як вихідну речовину для основного випарника використовують PbSe легованим талієм у межах (0,1-1,2) ат %, а

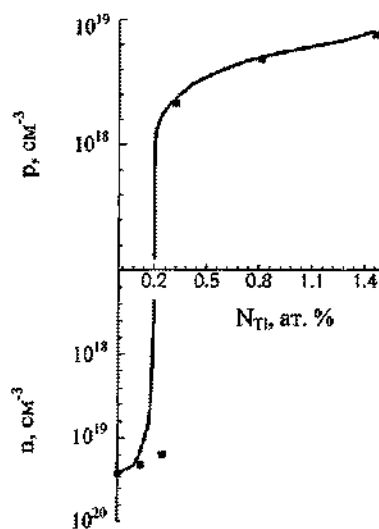
для додаткового випарника - чистий свинець, які термічно випаровують у вакуумі і осаджують на свіжі сколи (111) монокристалів BaF_2 . Температури випаровування плівок складають: основного випарника - $T_v=970K$, додаткового джерела - $T_d=900K$, температура підкладок - $T_p=520K$, стінок камери - $T_c=1000K$

Приклад конкретного виконання

Плівки селеніду свинцю вирощують термічним напиленням у вакуумі на свіжих сколах (111) монокристалів Var2, шляхом вибору вихідної речовини для основного випарника PbSe, легованої талієм у межах (0,1-1,2) ат % і чистого свинцю - для додаткового випарника. Температура основного випарника складає $T_v=970K$, додаткового - $T_d=900K$, а підкладки - $T_p=520K$, стінок камери $T_c=1000K$

Електричні параметри плівок визначалися компенсаційним методом у постійних електричних і магнітних полях, а також термозондом

Як бачимо із фігури, виявлені значні інтервали зміни концентрації легуючої домішки талію, які визначають формування плівок PbSe ті р- або n-типу провідності. Одержані плівки PbSe ті можуть використовуватись у приладобудуванні, оптико- і мікроелектроніці для створення бар'єрних структур та р- n-переходів



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