



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79780** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
C30B 11/00
C30B 11/04 (2006.01)
C30B 11/12 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 14057	(72) Винахідник(и): Фочук Петро Михайлович (UA), Копач Олег Вадимович (UA), Панчук Олег Ельпидефорович (UA), Наконечний Ігор Йосипович (UA), Вержак Євгенія Васлівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 10.12.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2013, Бюл.№ 8	(73) Власник(и): ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012 (UA)

(54) СПОСІБ УСУНЕННЯ ВКЛЮЧЕНЬ ДРУГОЇ ФАЗИ З КРИСТАЛІВ НА ОСНОВІ CdTe

(57) Реферат:

Спосіб усунення включень другої фази з кристалів на основі CdTe, що включає термообробку зразка в парі кадмію в вакуумованій запаяній кварцовій ампулі, причому термообробку проводять при температурі зразка 1100 К і джерела пари кадмію 1070 К протягом 2 годин з наступним програмованим охолодженням зі швидкістю 5 К/хвилина.

U
UA 79780

Корисна модель належить до технології напівпровідникових матеріалів, які можуть бути використані, зокрема, для виготовлення підкладок для нанесення плівок $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$, фільтрів у ближньому інфрачервоному спектральному діапазоні та детекторів іонізуючого випромінювання.

Відомо, що монокристали як CdTe , так і $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ ($\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$), далі CZT (CMT), вирощені зі розплаву, як правило, містять включення другої фази. Це чужорідні вкраплення більш-менш сферичної форми діаметром приблизно 1-100 мкм. Вони порушують рівномірну структуру монокристалу, понижують пропускання фільтрів і заважають рухові носіїв заряду в ньому (понижується час життя та рухливість носіїв заряду). Це погіршує електричні характеристики приладів (зокрема, чутливість детекторів іонізуючого випромінювання), виготовлених з таких кристалів. Наявність таких включень погіршує також структурну якість підкладок $\text{Cd}_{0.96}\text{Zn}_{0.04}\text{Te}$, які використовуються для нарощування на них плівок $\text{Cd}_{1-x}\text{lig}_x\text{Te}$. Тому останнім часом дослідники спрямовують свої зусилля на усунення вказаних включень. Вважається, що включення другої фази за хімічним складом являють собою полікристалічний телур або його суміш з телуридами деяких фонових домішок, тому для їх усунення слід прогріти монокристал в атмосфері пари кадмію. Останній, скоріше за все, вступить у взаємодію зі телуром включень і, таким чином, ліквідує їх.

Відомі способи зменшення розміру і кількості включень телуру в кристалах CdTe або CZT шляхом термообробки таких кристалів [1-3] в атмосфері пари кадмію при високих температурах (870-1170 K) протягом, як мінімум, десятків годин.

Найближчим аналогом є спосіб, описаний в роботі [2]. В ній автори досягли практично повного усунення включень (розміром 1 чи більше мкм, менші включення не піддаються спостереженню) в ході відпалу протягом як мінімум 14 годин. Відпал проводився за температури зразка 1023 K, а зони кадмію - 1000 K. Розмір зразка складав $5 \times 5 \times 1 \text{ мм}^3$.

Ці методи вимагають суттєвих затрат часу, що у випадку примислового використання значно ускладнює процес та збільшує вартість виготовлення детекторів.

В основу корисної моделі поставлено задачу запропонувати короткотривалий спосіб термообробки зразків монокристалів CZT в кварцовій ампулі. Це дозволить отримати матеріал без видимих в ІЧ мікроскоп включень. В цьому випадку якість детекторів іонізуючого випромінювання та підкладок для нарощування шарів $\text{Cd}(\text{Hg})\text{Te}$ буде значно вищою.

Суть корисної моделі полягає в тому, що в кварцову ампулу поміщають наважку кадмію масою ~100 мг і зразок монокристалу CZT розміром $7 \times 5 \times 3 \text{ мм}^3$, ампулу вакуумують і поміщають у піч в область високотемпературного плато ($T_{\text{зразка}}=1100 \text{ K}$, $T_{\text{кадмію}}=1070 \text{ K}$), витримують 2 години, після чого піч програмовано за допомогою терморегулятора охолоджують зі швидкістю 5 K/хвилина.

Запропонований спосіб відрізняється тим, що суттєво - з 14 годин до 2-х - скорочується час термообробки зразків і час наступного охолодження (замість 1 K/хвилина - 5 K/хвилина), при цьому усуваються всі видимі в інфрачервоному мікроскопі включення.

Промислове використання запропонованої корисної моделі не вимагає спеціальних технологій і матеріалів, її реалізація можлива на існуючих підприємствах електронного приладобудування.

Послідовність виконання запропонованого процесу усунення включень з монокристалів CZT (CMT) наступна.

Зразок CZT (CMT) ($7 \times 5 \times 3 \text{ мм}^3$) і наважку кадмію масою -100 мг поміщали в кварцову ампулу, відкачували, запаювали і поміщали її в піч, нагріту до 1100 K (зона CZT) і 1070 K (зона кадмію), витримували 2 години в такому стані для врівноважування всіх процесів в системі. Далі знижували температуру в печі зі швидкістю 5 K/хвилина за допомогою терморегулятора.

Аналогічна процедура в застосуванні до монокристалів CdTe теж дозволяє досягнути усунення всіх включень зазначеного діапазону.

Приклад конкретного виконання.

Описаний спосіб був використаний для усунення включень другої фази з монокристалів $\text{Cd}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{Te}$ та $\text{Cd}_{0.95}\text{Mn}_{0.05}\text{Te}$ і CdTe . Такі зразки ($7 \times 5 \times 3 \text{ мм}^3$) і надлишок розрахованої наважки кадмію (-100 мг) поміщали у кварцову ампулу, відкачували і запаювали її. Далі ампулу ставили у піч, нагріту до температури 1100 K так, щоб температура зони кадмію була 1070 K. Після завершення термообробки температуру в печі зменшували зі швидкістю 5 K/хвилина за допомогою терморегулятора MC-5478.

Джерела інформації:

[1] E. Belas, M. Bugar, R. Grill, P. Horodysky, R. Fesh, J. Franc, P. Moravec, Z. Matej, P. Hoschl. Elimination of Inclusions in (CdZn)Te Substrates by Post-grown annealing // J. Electron. Mater., Vol. 36, No. 8, 2007, pp. 1025-1030.

[2] E. Belas, M. Bugar, R. Grill, J. Franc, P. Moravec, J. Bok, P. Hoschl. Preparation of Semi-Insulating CdTe: In by Post-grown Annealing after Elimination of Te Inclusions // IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 54, 2007, p.786-791.

- 5 [3] E. Belas, M., R. Grill, J. Franc, P. Moravec, P. Hlildec, P. Hoschl. Reduction of Inclusions in (CdZn)Te and CdTe:In Single Crystals by Post-Growth Annealing // J. Electron. Mater., Vol. 37, No. 9, 2008, pp.1212-1218.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 10 Спосіб усунення включень другої фази з кристалів на основі CdTe, що включає термообробку зразка в парі кадмію в вакуумованій запаяній кварцовій ампулі, який **відрізняється** тим, що термообробку проводять при температурі зразка 1100 K і джерела пари кадмію 1070 K протягом 2 годин з наступним програмованим охолодженням зі швидкістю 5 K/хвилина.

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601