



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62627 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
С30В 11/00  
С30В 29/30 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ КАДМІЮ

1

(21) u201100090

(22) 04.01.2011

(24) 12.09.2011

(46) 12.09.2011, Бюл.№ 17, 2011 р.

(72) АЩЕУЛОВ АНАТОЛІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, МАНИК ОРЕСТ МИКОЛАЙОВИЧ, МАНИК ТЕТЯНА ОРЕСТІВНА, БІЛИНСЬКИЙ-СЛОТИЛО ВОЛОДИМИР РОМАНОВИЧ

(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

(57) 1. Процес отримання монокристалів кадмію, що складається з етапів завантаження наважки, подальшої перекристалізації при  $T_1 = 594\text{K}$ , який **відрізняється** тим, що додатково проводять етап температурного відпалу при температурах, що

2

визначають його напівпровідникові та/або механічні властивості.

2. Процес отримання монокристалів кадмію за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що його напівпровідникові властивості задають температурним відпалом при температурах  $T_2 = 521,8\text{K}$  та/або  $T_3 = 416\text{K}$ .3. Процес отримання монокристалів кадмію за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що його механічні властивості задають температурним відпалом при температурах  $T_4 = 978\text{K}$  та/або  $T_5 = 353\text{K}$ .

Корисна модель належить до технології монокристалів кадмію, що можуть бути використані у виробництві матеріалів електронної техніки, які застосовуються у приладобудуванні пристроїв та приладів нового покоління.

Відомі процеси отримання кадмію за допомогою класичних методів виділення з водних розчинів [1] з подальшою очисткою електрогальванічними методами. Ці процеси дозволяють отримувати кадмій певної якості та геометричних розмірів, що далі застосовуються для виготовлення різних виробів, які застосовуються у народному господарстві. Ступінь чистоти кадмію, в цьому випадку, недостатня для його застосування для виготовлення різних деталей електронної, лазерної та інших галузях техніки [2].

Існує технологія, що дозволяє отримувати злитки кадмію, які далі використовуються для виготовлення матеріалів опто-, фото- та інших галузей електроніки і оптичних фільтрів ІК-техніки [3]. При їх отриманні температурний відпал злитків не проводиться.

Із існуючих аналогів найбільш близьким за технічною суттю є процес отримання кристалів кадмію, що складається із етапів завантаження наважки та її перекристалізації при температурі  $594\text{K}$ . Кристали кадмію, отримані по вищевказаній тех-

нології, характеризуються недостатньою структурною досконалістю та досить малим значенням механічної міцності.

Задачею даної корисної моделі є створення технології монокристалів кадмію, яка б характеризувалася можливістю отримання злитків з високим ступенем структурної досконалості при збільшених значеннях їх чистоти та механічної міцності.

Вказана задача вирішується тим, що у запропонованому процесі отримання монокристалів кадмію, який складається з етапів завантаження наважки, її перекристалізації при температурі  $T_1 = 594\text{K}$  та подальшого температурного відпалу, їх напівпровідникові властивості задаються температурним відпалом при температурах  $T_2 = 521,8\text{K}$  та/або  $T_3 = 416\text{K}$ , а механічні властивості - при температурах  $T_4 = 978\text{K}$  та/або  $T_5 = 353\text{K}$ .

Відповідність критерію "новизна" запропонованому процесу забезпечує та обставина, що заявлена сукупність ознак не міститься ні в одному з об'єктів існуючого рівня техніки.

В корисній моделі запропоновано принципово нове вирішення процесу отримання монокристалів кадмію, який складається з етапів завантаження

(19) UA (11) 62627 (13) U

наважки, її перекристалізації при  $T_1 = 594\text{K}$  та подальшого температурного відпалу, причому, їх напівпровідникові властивості задаються температурним відпалом при температурах  $T_2 = 521,8\text{K}$  та/або  $T_3 = 416\text{K}$ , а механічні властивості - при температурах  $T_4 = 978\text{K}$  та/або  $T_5 = 353\text{K}$ .

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

Великий об'єм досліджень, який був проведений нами показав, що у випадку прийняття концепції молекулярної моделі кадмію з гексагональною елементарною коміркою, яка характеризується складною структурою хімічного зв'язку з п'ятьма

нееквівалентними компонентами  $\varphi_i (1 \leq i \leq 5)$ , що визначаються квантовим термодинамічним станом. Це, в свою чергу, обумовлює появу послідовної тонкої структури, температур як їх утворення, так і руйнування - ( $T_1 - T_5$ ) та відповідних поліморфних станів кадмію. Результати теоретичних розрахунків чисельних значень цих температур для кадмію наведені в табл. 1.

Таблиця 1

	1	2	3	4	5
$\varphi_i(R_i, A)$	$\varphi_1 (R_1 = 2,979)$	$\varphi_2 (R_2 = 2,9845)$	$\varphi_3 (R_3 = 2,9899)$	$\varphi_4 (R_4 = 3,3917)$	$\varphi_5 (R_5 = 3,6912)$
$T_i \text{ K}$	594	521,8	416	378	353

Така складна структура цього елемента, поряд з традиційною складовою - металевим характером хімічного зв'язку, обумовлює появу і ковалентної складової. При цьому, слід відмітити, що ковалентна складова хімічного зв'язку, яка визначається температурами ( $T_2, T_3$ ), обумовлює напівпровідникові властивості кристалів, а металева складова, що визначається температурами ( $T_4, T_5$ ) - їх механічні властивості.

У зв'язку з такими фізико-хімічними особливостями, нами була запропонована наступна послідовність виконання технологічного процесу отримання монокристалів кадмію. Вихідний матеріал у вигляді полікристалічного злитка кадмію (наприклад марки Cd-00), що розташовано у відповідному контейнері з спектрально чистого графіту МПГ - 4, розміщується у стандартній ростовій установці (зонної плавки або Чохральського) та далі, при температурі  $T_1 = 594\text{K}$ , проводять процес направленої кристалізації, після чого, в залежності від призначення матеріалу (його застосування як елементів оптичної, лазерної, фото-, оптоелектронної, термоелектрики і інших галузей техніки), проводять вибраний температурний відпал.

Якщо кадмій призначений для виготовлення відповідних матеріалів напівпровідникової електроніки, то в цьому випадку проводять високотемпературний відпал при температурах  $T_2 = 521,8\text{K}$  та/або  $T_3 = 416\text{K}$ . Це веде до утворення якісних складових хімічного зв'язку  $\varphi_2$  та  $\varphi_3$ , що далі обумовлює високу структурну досконалість отриманих кристалів як кадмію, так і відповідних матеріалів на їх основі.

У випадку застосування кадмію для виготовлення матеріалів, які повинні характеризуватися підвищеною механічною міцністю, то крім вищезначеного відпалу проводять ще й додатковий

низькотемпературний відпал при температурах  $T_4 = 978\text{K}$  та/або  $T_5 = 353\text{K}$ . Це підвищує якість складових хімічного зв'язку  $\varphi_4$  та  $\varphi_5$ , що обумовлює збільшення механічної міцності як монокристалів кадмію, так і матеріалів на їх основі.

Дослідження ступеня чистоти монокристалів кадмію, отриманих по відомій та запропонованій нами технологіях, показали, що ця величина у першому випадку складає  $3 \cdot 10^{-6}$  мас. %, а в другому -  $8 \cdot 10^{-8}$  мас. %, причому в останньому випадку механічна міцність кадмію зросла в 1,2-1,5 разів.

Запропонований технологічний процес розширює як технологічні можливості кадмію, так і потенційну базу нових ефектів, що веде до зростання їх практичного застосування при підвищенні їх якісних та кількісних характеристик.

Джерела літератури:

1. Пат. 2085513 РФ, С02Е1/70. Способ извлечения кадмия из водных растворов / Дресвянников А.Е., Григорьева Р.О., заявитель и патентообладатель - Казанский государственный технологический университет. - заявка №95115289/25 от 29.08.1995; опубл. 27.07.1997.

2. Пат. 2980500 USA. Method for the preparation of semiconductor cadmium compounds/Herbert Miller, Needham Mass., Monsanto Chemical Company. -№730825; filed 25.04.1958; patented 18.04.1961.

3. Ащеулов А.А. Фізико-хімічні основи технології оптичних, анізотропних термоелектричних і оптико термоелектричних матеріалів із антимоніду кадмію. Автореф. дис. д.т.н., Чернівці 1994, 47 с

4. Ащеулов А.А., Воронка Н.К., Маренкин С.Ф. и др. Получения и методы анализа высокочистого кадмия. Кн.: Материаловедение соединений группы  $A^2B^5$ . Черновцы: ЧНУ, 1990. 117с.

