



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **62629** (13) **U**  
(51) МПК (2011.01)  
**C30B 11/00**  
**C30B 29/30** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ ЦИНКУ

1

(21) u201100114

(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, ГУЦУЛ ІВАН ВАСИЛЬОВИЧ

(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

(57) 1. Процес отримання монокристалів цинку, що складається з етапів завантаження наважки, подальшої направленої перекристалізації при  $T_1 =$ 

2

692,5 К, який **відрізняється** тим, що додатково проводять етап температурного відпалу при температурах, що визначають його напівпровідникові та/або механічні властивості.

2. Процес отримання монокристалів цинку за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що його напівпровідникові властивості задають температурним відпалом при температурах  $T_2 = 617,3$  К та / або  $T_3 = 523,4$  К.

3. Процес отримання монокристалів цинку за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що його механічні властивості задають температурним відпалом при температурах  $T_4 = 485,5$  К та/або  $T_5 = 473$  К.

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

Відомі процеси отримання цинку, за допомогою класичних методів переробки відходів гарячого цинкування [1, 2], які включають етапи розплавлення цинку в електропечі опору з наступним введенням алюмінієвої лігатури для зв'язку залишкового заліза та обробкою флюсом. Такий процес не дозволяє отримувати цинк високої чистоти. Також відомий процес отримання цинку з цинкового дросу [3], який складається з розплавлення дросу в печі, його наступною витримкою при відповідній температурі та зливу у форму. Цей процес теж не дозволяє отримувати цинк високої чистоти.

Із існуючих аналогів найбільш близьким за технічною суттю є процес отримання кристалів цинку, що складається із етапів завантаження наважки та її багатократної перекристалізації при температурі 692,5 К. Кристали цинку, що отримуються по вищевказаній технології характеризуються недостатньою структурною досконалістю та ступенем чистоти при малому значенні механічної міцності.

Задачею даної корисної моделі є створення технології монокристалів цинку, 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 цинку, який складається з етапів завантаження наважки, її направленої перекристалізації при температурі  $T_1=692,5$  К та подальшого температурного відпалу, їх напівпровідникові властивості задаються температурним відпалом при температурах  $T_2=617,3$  К та /або  $T_3=523,4$  К, а механічні властивості - при температурах  $T_4=485,5$  К та /або  $T_5=473$  К.

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 цинку, який складається з етапів завантаження наважки, її направленої перекристалізації при  $T_1 = 692,5$  К та подальшого температурного відпалу, причому їх напівпровідникові властивості задаються температурним відпалом при температурах  $T_2=617,3$  К та /або  $T_3=523,4$  К, а механічні властивості - при температурах  $T_4=485,5$  К та /або  $T_5=473$  К.

Тому, при отриманні монокристалів цинку напівпровідникові властивості задаються температурним відпалом при температурах  $T_2=617,3$  К та /або  $T_3=523,4$  К, а механічні властивості - при тем-

(13) **U**  
(11) **62629**  
(19) **UA**

пературах  $T_4=485,5\text{K}$  та /або  $T_5=473\text{ K}$  – забезпечує кращі характеристики процесу, що підтверджує результат значного об'єму теоретичних та технологічних досліджень.

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 цинку 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 цинку. Результати теоретичних розрахунків чисельних значень цих температур для цинку наведені в табл. 1.

Таблиця

	1	2	3	4	5
$\varphi_i (R_i, \text{\AA})$	$\varphi_1(R_1 = 2,647)$	$\varphi_2(R_2 = 2,664)$	$\varphi_3(R_3 = 2,8822)$	$\varphi_4(R_4 = 2,9127)$	$\varphi_5(R_5 = 3,11)$
$T_i, \text{K}$	692,5	617,3	523,4	485,5	473

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 цинку. Вихідний матеріал у вигляді полікристалічного злитка цинку (наприклад марки Zn-00) у відповідному контейнері з спектрально чистого графіту МПГ - 4 розміщується у стандартній ростовій установці (зонної плавки або Чохральського) та далі, при температурі  $T_1=692,5\text{ K}$  проводять процес багатократної 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 цинк призначений для виготовлення відповідних матеріалів напівпровідникової електроніки, то в цьому випадку високотемпературний відпал проводять при температурах  $T_2=617,3\text{ K}$  та /або  $T_3=523,4\text{ K}$ . Це веде до утворення якісних складових хімічного зв'язку  $\varphi_2$  та  $\varphi_3$ , що далі обумовлює високу структурну досконалість отриманих кристалів як цинку, так і відповідних матеріалів на їх основі.

У випадку застосування цинку для виготовлення матеріалів, які повинні характеризуватися

підвищеною механічною міцністю, то крім вищезазначеного відпалу проводять ще й додатковий низькотемпературний відпал при температурах  $T_4=485,5\text{ K}$  та /або  $T_5=473\text{ K}$ . Це веде до підвищення якості складових хімічного зв'язку  $\varphi_4$  та  $\varphi_5$ , що обумовлює збільшення механічної міцності як монокристалів цинку, так і матеріалів на їх основі.

Дослідження ступеня чистоти монокристалів цинку, отриманих по відомій та запропонованій нами технології, показали, що ця величина у першому випадку складає  $5 \cdot 10^{-4}$  мас. %, а в другому -  $2 \cdot 10^{-5}$  мас. %, причому, в останньому випадку механічна міцність цинку зросла в 3-3,5 рази.

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

Джерела інформації:

1. Журнал "Сталь" №2, 1993 г., С. 89-90.
2. Журнал "Сталь" №5, 1995 г., С.82-83.
3. Пат. 2150524 Российская Федерация, С22V19/30. Способ получения цинка из цинкового дросса / Франценюк Л.И., Асташева Р.В., Шукин И.Ф., Алышева Е.И., заявитель и патентообладатель Франценюк Л.И., Асташева Р.В., Шукин И.Ф., Алышева Е.И. - №99108217/02; заявл. 12.04.1999; опубл. 10.06.2000.
4. Ащеулов А.А., Воронка Н.К., Маренкин С.Ф. и др. Метод контроля чистоты цинка. Кн.: Материаловедение соединений группы  $A^2B^5$ . Черновцы: ЧНУ, 1990.107 с.