



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60529 (13) U
(51) МПК (2011.01)
C30B 11/00
C30B 29/30 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ ТЕЛУРУ

1

(21) u201013451

(22) 12.11.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 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 монокристалу телуру, що складається з етапів завантаження наважки, подальшої перекристалізації при $T_1=722,5$ К, який

2

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

2. Процес отримання монокристалу телуру за пунктом 1, який відрізняється тим, що його напівпровідникові властивості задають температурним відпалом при температурах $T_2=684$ К та/або $T_3=670$ К.

3. Процес отримання монокристалу телуру за пунктом 1, який відрізняється тим, що його механічні властивості задають температурним відпалом при температурах $T_4=648$ К та/або $T_5=623$ К.

Корисна модель відноситься до технології об'ємних монокристалів телуру, що можуть бути використані у виробництві елементів електронної техніки, які застосовуються у приладобудуванні пристроїв та приладів нового покоління.

Відомі процеси створення монокристалів телуру, за допомогою класичних методів направленої кристалізації, зонної плавки та Чохральського [1, 2]. Вони дозволяють отримувати злитки телуру певної якості та геометричних розмірів, що далі застосовуються для виготовлення різних деталей електронної, лазерної та інших галузях техніки. Фізичні властивості цих кристалів визначаються як ступенем структурної досконалості так і відповідною лігатурою, що визначаються технологічними умовами кристалізації.

Існує технологія, що дозволяє отримувати злитки телуру, які далі використовуються для виготовлення елементів оптичної, фото- та інших галузей електроніки, оптичних фільтрів ІК-техніки. При виготовленні цих кристалів високотемпературний відпал проводиться при температурах 690-700 К, а низькотемпературний - біля 600 К.

Із існуючих аналогів найбільш близьким за технічною суттю є процес створення кристалів телуру, що складається із етапів завантаження наважки та її перекристалізації при температурі 698-723 К (425-450°C) [3].

Кристали телуру, які отримуються по вищевказаних технологічних режимах характеризуються недостатньою структурною досконалістю та малим

значенням механічної міцності незалежно від методу кристалізації.

Метою даної корисної моделі є створення технології об'ємних монокристалів телуру, яка характеризується можливістю отримання матеріалу, з високим ступенем структурної досконалості при збільшених значеннях механічної міцності.

Вказана мета досягається тим, що у запропонованому процесі створення монокристалів телуру, який складається з етапів завантаження наважки, її перекристалізації при температурі $T_1=722,5$ К та подальшого температурного відпалу, напівпровідникові властивості монокристалів телуру задаються температурним відпалом при температурах $T_2=684$ К та /або $T_3=670$ К, а механічні властивості - при температурах $T_4=648$ К та /або $T_5=623$ 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 створення об'ємних монокристалів телуру, який складається з етапів завантаження наважки, її перекристалізації при $T_1=722,5$ К та подальшого температурного відпалу, причому, напівпровідникові властивості монокристалів телуру задаються температурним відпалом при температурах $T_2=684$ К та /або $T_3=670$ К, а механічні властивості - при температурах $T_4=648$ К та /або $T_5=623$ К.

(13) U

(11) 60529

(19) UA

Тому ознака-напівпровідникові властивості монокристалів телуру задаються двоступеневим температурним відпадом при температурах $T_2=684$ К та /або $T_3=670$ К, а механічні властивості - при температурах $T_4=648$ К та /або $T_5=623$ К - забезпечує процесу, який заявляється, необхідний «винахідницький» рівень. До такого висновку нас привів результат значного об'єму теоретичних та технологічних досліджень.

Промислове використання запропонованої корисної моделі не вимагає спеціальних технологій і матеріалів, її реалізація можлива на існуючих під-

приємствах електронного і приладобудівного напрямків.

Великий об'єм досліджень, які були проведені нами, показав, що молекулярна модель телуру з гексагональною елементарною коміркою характеризується складною структурою хімічного зв'язку з п'ятьма компонентами $\varphi_i (1 \leq i \leq 5)$, які мають нееквівалентний характер. Це, в свою чергу, обумовлює появу тонкої структури їх температур утворення та руйнування - (T_1-T_5). Результати теоретичних розрахунків чисельних значень цих температур приведені в таблиці.

Таблиця

i	1	2	3	4	5
$\varphi_i (R_i, \text{Å})$	$\varphi_1 (R_1=2,8938)$	$\varphi_2 (R_2=3,9627)$	$\varphi_3 (R_3=3,9697)$	$\varphi_4 (R_4=4,316)$	$\varphi_5 (R_5=4,457)$
T_i, K	722,5	684	670	648	623

Така складна структура телуру гексагонального типу поряд з металевим характером хімічного зв'язку обумовлює появу і ковалентної складової. При цьому слід відмітити, що ковалентна складова хімічного зв'язку кристалів телуру, яка визначається температурами T_2-T_3 обумовлює напівпровідникові властивості кристалів, а металева складова, що визначається температурами T_4-T_5 визначає їх механічні властивості.

У зв'язку з цим, послідовність виконання запропонованого технологічного процесу створення об'ємних монокристалів телуру наступна. Вихідний матеріал у вигляді полікристалічного злитку телуру (наприклад марки ТВ 4), що розташовано у відповідному контейнері з спектрально чистого графіту МПГ - 4, розміщується у відповідній ростовій установці (направленої кристалізації, зонної плавки або Чохральського) та далі при температурі $T_1=722,5$ К проводять процес кристалізації, після чого в залежності від призначення матеріалу (його застосування в якості елементів оптичної, лазерної, фото-, оптоелектронної, термоелектрики і інших галузей техніки) проводять певний температурний відпал.

Якщо цей матеріал призначений для деталей напівпровідникової електроніки, то в цьому випадку проводять двоступеневий високотемпературний відпал при температурах $T_2=684$ К та $T_3=670$ К. Це веде до якісного утворення другого та третього складових хімічного зв'язку φ_2 та φ_3 , що обумовлює високу структурну досконалість отриманих кристалів та відповідних деталей на їх основі.

Якщо матеріал призначений для виготовлення деталей, які повинні мати підвищену механічну

міцність, то крім вищезазначеного відпалу проводять ще й додатковий двоступеневий низькотемпературний відпал при температурах $T_4=648$ К та $T_5=623$ К. Це підвищує якість складових хімічного зв'язку тонкої структури φ_4 та φ_5 , що обумовлює збільшення механічної міцності як монокристалів телуру, так і деталей на їх основі.

Дослідження анізотропії коефіцієнту електропровідності монокристалів телуру, отриманих по відомій та запропонованій нами технології, показали, що ця величина у першому випадку складає 1,5-2,2, а в другому - 4-5, причому, в останньому випадку механічна міцність кристалів зросла в 1,5-2 рази.

Запропонований технологічний процес значно розширює як технологічні можливості монокристалів телуру, так і потенційну базу нових ефектів, що веде до значного розширення їх практичного застосування при значному підвищенні їх кількісних і якісних характеристик.

Література:

1. Горлей П.М., Радченко В.С., Шендеровський В.А. Процессы переноса в теллуре. - Киев.: Наукова думка, 1987. - 280 с.
2. Чижиков Д.М., Счастливый В.П. Телур и телуриды. - М.: Наука, 1966. - 280 с.
3. Пат. 2085482 Российская Федерация, С01В19/02. Способ получения теллура высокой чистоты /Ананичев В.А., заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный технический университет. № 95106246/25; заявл. 24.04.1995; опубл. 27.07.1997.