



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **51927** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
**C30B 15/00**  
**C30B 29/00**  
**F27B 14/00**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ТУГОПЛАВКИХ МОНОКРИСТАЛІВ МЕТОДОМ ЧОХРАЛЬСЬКОГО**

1

2

(21) u201000454

(22) 18.01.2010

(24) 10.08.2010

(46) 10.08.2010, Бюл.№ 15, 2010 р.

(72) ШАПОВАЛОВ ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ,  
КОЛЕСНІЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, ГНІЗ-  
ДИЛО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, ЯКУША ВО-  
ЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, КАРУСКЕВИЧ ОЛЬГА  
ВІТАЛІЙВНА

(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ.  
Є.О.ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК  
УКРАЇНИ

(57) 1. Пристрій для вирощування тугоплавких  
монокристалів методом Чохральського, що вклю-  
чає вакуумну камеру кристалізації, механізм витя-  
гування кристала та тигель, виконаний з тугоплав-  
кого матеріалу (метал, сплав, хімічна сполука і  
т.д.), який **відрізняється** тим, що тигель викона-  
ний з тугоплавкого матеріалу засобами пошарово-  
го наплавлення, який розігрівається пропусканням  
через нього електричного струму.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
тигель виконаний з заготовки тугоплавкого матері-  
алу пошарового наплавлення засобами механічної  
обробки (ковкою, прокаткою, штампуванням).

3. Пристрій за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що  
тигель виконаний з матеріалу, який має монокри-  
сталічну, полікристалічну чи певну структуру.

4. Пристрій за пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що  
зародковий кристал має форму кільця, що дозво-  
ляє отримувати монокристали та полікристали у  
виді труби.

5. Пристрій за пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що  
містить теплове кільце для додаткового підігріву  
кристалу, що витягується.

6. Пристрій за пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що  
містить окремий тигель попереднього розплав-  
лення шихти у кількості не менше одного.

7. Пристрій за пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що  
тигель виконаний з одного листа складного профі-  
лю, в якому існує зона тигля, де відбувається кри-  
сталізація, та зона розплавлення шихти.

8. Пристрій за пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що  
містить активні теплові екрани, які розігріваються  
пропусканням через них електричного струму, та  
активне теплове кільце для підігріву розплаву.

9. Пристрій за пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що  
камера кристалізації забезпечує створення необ-  
хідного тиску газу, що дозволяє вирощувати моно-  
кристали сполук, які при нормальному тиску не  
утворюються.

10. Пристрій за пп. 1-9, який **відрізняється** тим,  
що має камеру злитка, яка може бути герметично  
ізолювана від камери кристалізації за допомогою  
вакуумного затвора.

Пристрій стосується технології отримання мо-  
нокристалів та полікристалів з тугоплавких матері-  
алів (металів, сплавів, сполук) методом Чохраль-  
ського. Застосування даного пристрою дозволяє  
розширити номенклатуру монокристалів та полікри-  
сталів тугоплавких металів та сплавів за раху-  
нок отримання матеріалів з значно високою те-  
мпературою плавлення. Запропонованим  
пристроєм можна також отримувати монокристали  
корунду, монокристали та полікристали напівпро-  
відникових матеріалів у широкому діапазоні тиску.  
Отримані монокристали та полікристали можна  
застосовувати у багатьох галузях. Наприклад, мо-  
нокристали корунду, вирощені запропонованим

способом, можуть бути використані в ювелірних та  
технічних цілях, напівпровідникові кристали мо-  
жуть бути використані в світлодіодній, електронній,  
радіотехнічній промисловості, кристали з тугопла-  
вких матеріалів можуть бути використані в якості  
стійкого матеріалу при контакті з лужними розпла-  
вами та рідкими тугоплавкими матеріалами.

Відомий спосіб SU1695709 та пристрій United  
States Patent 4609425 дозволяють отримувати  
монокристали карбідів, боридів тугоплавких мета-  
лів та неорганічних сполук та вибрані у якості про-  
тотипу, але використання холодного тигля веде  
до зниження економічності процесу, а при необ-  
хідності утворення високого тиску застосування

(13) U

(11) 51927

(19) UA

такої схеми становиться проблематично, в зв'язку з необхідністю забезпечення міцності вузла, що охолоджується, тому тигель повинен бути виконаний не охолоджуваний з тугоплавкого металу.

Відомий пристрій United States Patent 4911895 яким можливо отримувати напівпровідникові матеріали вибраний в якості аналогу. До основних недоліків такого пристрою відноситься те, що тигель виконаний із кварцу, що не дозволяє отримувати монокристали з матеріалів температура плавлення яких лежить вище температури плавлення кварцу.

Тиглі з тугоплавких металів та матеріалів, застосування яких дозволяє отримувати монокристали та полікрістали матеріалів з значно високою температурою плавлення, отримують способами порошкової металургії, газозфазним нанесенням, та іншими, але вони мають низьку щільність та недосконалу структуру, у зв'язку з тим що їх отримання не пов'язано з повним розплавленням матеріалу чи успадковуванням структури від зародкового кристалу, що робить тиглі менш стійкими при контакті з лужними розплавами та рідкими тугоплавкими матеріалами з значно високою температурою плавлення.

Для отримання монокристалів та полікристалів матеріалів з значно високою температурою плавлення методом Чохральського необхідно створювати тиглі з тугоплавких матеріалів з значно високою температурою плавлення, але це також не є раціональним рішенням, у зв'язку з тим що такі тиглі є геометричним аналогом кварцових тиглів, що приводить до значної їх матеріалоемності, а так як ціна на такі матеріали дуже висока, це прямо впливає на підвищенні собівартість отриманих монокристалів.

Задача полягає у створенні пристрою за допомогою якого можна отримувати монокристали та полікрістали тугоплавких матеріалів з значно високою температурою плавлення у широкому діапазоні тиску, що дозволить отримувати кристали з сполук які при звичайному тиску не являються стійкими; збільшити стійкість тиглів при контакті з лужними розплавами та рідкими тугоплавкими матеріалами з значно високою температурою плавлення, а також зменшити чутливість тиглю до термоциклічних навантажень; отримувати значно більші за розміром кристали, які раніше не можливо було досягти за рахунок низької стійкості тиглю; знизити собівартість монокристалічних матеріалів за рахунок зменшення матеріалоемності тиглів, які застосовуються.

Поставлена задача досягається тим, що у пристрої для вирощування монокристалів за методом Чохральського тигель виконаний з тугоплавкого матеріалу засобами пошарового наплавлення, який розігрівається пропусканням через нього електричного струму.

Для зменшення матеріалоемності тиглю, він виконується з заготовки тугоплавкого матеріалу пошарового наплавлення, засобами механічної обробки (ковкою, прокаткою, штампуванням).

Для збільшення стійкості тиглю при контакті з лужними розплавами та рідкими тугоплавкими матеріалами з значно високою температурою пла-

влення, а також для зменшення чутливості тиглю до термоциклічних навантажень, тигель виконується з матеріалу який має монокристалічну, полікристалічну чи певну структуру.

Для розширення сортаменту нових монокристалів та полікристалів з значно високою температурою плавлення чи значно більшими за розміром при отриманні зародковому кристалу надають форму кільця, що дозволить отримувати монокристали та полікрістали у вигляді труб.

Для зменшення термічних навантажень у кристалі в процесі його отримання утворюють додатковий підігрів кристалу, що витягується.

Для проведення попереднього рафінування та постійного підживлення зони кристалізації розташовують окремо тигель попереднього розплавлення шихти у кількості не менш одного.

Для забезпечення технологічних особливостей процесу тигель виконують з одного листа складного профілю, в якому існує зона тиглю, де відбувається кристалізація та зона розплавлення шихти.

Для зменшення теплових втрат пристрій містить активні теплові екрани, які розігріваються пропусканням через них електричного струму та кільце для підігріву розплаву.

Для забезпечення умов отримання монокристалів та полікристалів тугоплавких матеріалів з значно високою температурою плавлення з сполук які при звичайному тиску не являються стійкими, камеру створюють такою щоб забезпечувала можливість створення необхідного тиску газу.

Для спрощування технічного обслуговування камеру роблять двокамерною з камерою злитка, яка може бути герметично ізолювана від камери кристалізації за допомогою вакуумного затвору.

На Фіг.1 - зображена схема пристрою для вирощування монокристалів та полікристалів з тугоплавких матеріалів методом Чохральського з окремими тиглями;

На Фіг.2 - зображена схема пристрою для вирощування монокристалів та полікристалів з тугоплавких матеріалів методом Чохральського з тиглем складного профілю;

Пристрій має приводи витягування зливку, вакуумну систему, систему контролю технологічних параметрів, механізм витягування, системи струмота водопостачання, які не показані.

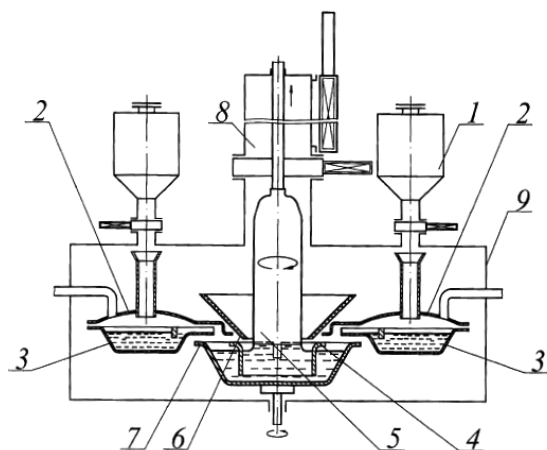
На Фіг.1 зображена схема пристрою для вирощування монокристалів та полікристалів з тугоплавких матеріалів методом Чохральського з окремими тиглями, який містить, вакуумну камеру кристалізації 9, в якій розташовані тигель 7, тигель попереднього розплавлення шихти 3, активні теплові екрани 2 та 6. В тиглі розташоване активне теплове кільце 4 для підігріву розплаву навколо зони витягання злитка 5. До камери кристалізації приєднані бункери з шихтою 1 та камера зливка 8.

Даний пристрій працює таким чином. У камері створюють необхідну атмосферу та тиск газу. Потім засипають шихту в зону попереднього розплавлення шихти, де вона розплавляється від тепла, яке виділяється від пропускання через тигель електричного струму. Для зменшення втрат тепла з поверхні розплаву та поверхні злитка, поверхня розплаву та поверхня злитка обігрівается за ра-

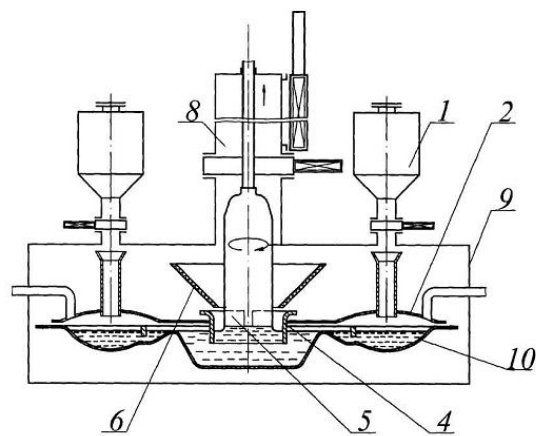
хунок активних екранів. Після розплавлення шихти розплав потрапляє в зону кристалізації злитка та підпитує її. Рівень у зоні кристалізації контролюють за допомогою підшихтовки. Конструкція виконана таким чином, що забезпечує обертання як зливка так і тиглю навколо своєї осі.

На Фіг.2 зображена схема пристрою для вирощування монокристалів та полікристалів з тугоплавких матеріалів методом Чохральського з тиглем складного профілю, який містить, вакуумну камеру кристалізації 9, в якій розташовані тигель складного профілю 10, активні теплові екрани 2 та 6. В тиглі розташоване активне теплове кільце 4 для підігріву розплаву навколо зони витягання злитка 5. До камери кристалізації приєднані бункери з шихтою 1 та камера зливка 8.

Даний пристрій працює таким же чином, як і на Фіг.1, з тією різницею, що матеріал не розплавляється в окремих тиглях, а переходить в рідкий стан в зоні попереднього розплавлення тигля складного профілю, а конструкція виконана таким чином, що забезпечує обертання тільки зливка.



Фіг. 1



Фіг. 2

Перевагою пристрою що заявляється в порівнянні з аналогом є можливість отримувати монокристали та полікристали тугоплавких матеріалів з значно високою температурою плавлення у широкому діапазоні тиску, що дозволяє отримувати кристали з сполук, які при звичайному тиску не являються стійкими; збільшити стійкість тиглів при контакті з лужними розплавами та рідкими тугоплавкими матеріалами з значно високою температурою плавлення, а також зменшити чутливість тиглю до термоциклічних навантажень; отримувати значно більші за розміром кристали, який раніше не можливо було досягти за рахунок низької стійкості тиглю; знизити собівартість монокристалічних матеріалів за рахунок зменшення матеріалоемності тиглів, які застосовуються.

Порівняльний аналіз з відомим технічним рішенням показує, що технічний пристрій, який заявляється відрізняється конструктивним виконанням вузла тигля та нагрівачів, які поєдналися у заявленому пристрої. Таке технічне рішення потребує певного підходу до перегляду конструкції відомого пристрою.