



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 89883

(13) C2

(51) МПК (2009)  
C30B 15/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОФІЛЬОВАНИХ МОНОКРИСТАЛІВ

1

(21) а200808860

(22) 07.07.2008

(24) 10.03.2010

(46) 10.03.2010, Бюл.№ 5, 2010 р.

(72) АНДРЕЄВ ЄВГЕНІЙ ПЕТРОВИЧ, ЛИТВИНОВ  
ЛЕОНІД АРКАДІЙОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ МОНОКРИСТАЛІВ НАН УКРАЇНИ

(56) SU 762256, A, 30.07.1986

SU 1382052, A1, 07.01.1993

SU 1284281, A1, 15.11.1993

SU 1313027, A1, 15.11.1993

RU 2222645, C1, 27.01.2004

RU 2230839, C1, 20.06.2004

(57) 1. Пристрій для вирощування профільованих кристалів, що містить тигель з кришкою, капілярну систему, яка виконана у вигляді пучка капілярних

2

трубок і розташована симетрично щодо осі тигля, формують формувач, отвір для завантаження тигля сировиною і механізм для витягування, який **відрізняється** тим, що кришкою є торцева пластина, у яку уведено не менше одного пучка капілярних трубок урівень з її поверхнею, на якій виконані радіальні капілярні канали, формують формувач встановлено на торцевій пластині капілярної системи, а отвір для завантаження тигля сировиною виконано в бічній поверхні тигля безпосередньо під торцевою пластиною.

2. Пристрій для вирощування профільованих кристалів за п. 1, який **відрізняється** тим, що при груповому вирощуванні, формують формувач виконано у вигляді диска з отворами, в які встановлено формують формувальні елементи.

Винахід належить до технології вирощування профільованих монокристалів, зокрема, до технології вирощування профільованого сапфіру.

Відомий пристрій для вирощування профільованих кристалів [а.с. СРСР №1070957, МПК С 30 В 15/34], що включає тигель із циліндричною стінкою й днищем, пучок капілярів для подачі розплаву до затравки, встановлену на ньому з'ємну насадку формують формувача й механізм для витягування, днище тигля виконане у вигляді з'ємного диска, у якому капілярна система у вигляді пучка капілярів служить циліндричною стінкою тигля.

Недоліком даного пристрою є те, що товщина капілярної системи (стілки тигля) визначає граничні геометричні розміри вирощуваних кристалів. Виростити вироби з геометричними розмірами більшими, ніж товщина стінки тигля неможливо. Збільшення товщини стінки тигля (капілярної системи) значно зменшує кількість сировини, що може бути завантажена, та корисний обсяг тигля, збільшує його теплову інерцію, що утрудняє керування процесом росту кристалів. Вирощування одиночних кристалів на даному пристрої можливо тільки у вигляді труб, діаметр яких збігається з діаметром кільцевого пучка капілярів. Розташування ж одиночного формують формувача не симетрично щодо теплової осі тигля (у межах товщини стінки тигля)

призводить до збільшення структурних дефектів і різностінності виробу. Центральний отвір для завантаження тигля сировиною приводить до того, що випромінювання від центральної відкритої поверхні розплаву в тиглі підігріває зростаючий кристал, що також приводить до збільшення структурних дефектів і різностінності виробу.

Найбільш близьким технічним рішенням є пристрій для вирощування профільованих кристалів [а.с. СРСР №762256, МПК В01J 17/18], що включає тигель із кришкою з отворами для завантаження сировини, капілярну систему, що виконана у вигляді окремих трубок, зібраних у пучок, і розташована симетрично щодо осі тигля, встановлений у кришці формують формувач, що містить формують формувач з отвором у центрі для затравлення, виконаний у вигляді з'ємної насадки, встановленої на верхньому торці капілярної системи, і механізм для витягування.

Недолік даного пристрою в тім, що граничний розмір вирощуваних кристалів визначається діаметром пучка капілярів. Тому для вирощування виробів різного діаметра або групи кристалів необхідно виготовляти тиглі з пучком капілярів необхідного діаметра, що призводить до додаткової витрати матеріалів. При вирощуванні на вказаному пристрої групи кристалів й одиночних виробів

(19) UA (11) 89883 (13) C2

діаметром порівнянним з діаметром тигля треба використовувати пучок капілярів, що займає більшу частину обсягу тигля. При цьому для підживлення зони росту кристала через живильний канал формуювача використовується тільки частина пучка капілярів, що перебуває безпосередньо під формуювачем. Інша частина капілярної системи тигля не використовується, але займає значну частину його обсягу, знижуючи кількість сировини, яка в нього завантажується, що у свою чергу, не дозволяє вирощувати вироби великої довжини. Тим самим знижується ефективність використання устаткування і його продуктивність.

В основу даного винаходу поставлене завдання створення пристрою для вирощування профільованих кристалів, який дозволить збільшити ефективність використання устаткування, за рахунок створення універсальної конструкції тигля з максимальним завантаженням сировиною, яка дозволяє здійснювати як одиночне так і групове вирощування кристалів різного типорозміру, а також збільшення граничного розміру вирощуваних кристалів високої якості та виходу придатних виробів.

Рішення поставленого завдання забезпечується тим, що у пристрої для вирощування профільованих кристалів, що включає тигель з кришкою, капілярну систему, виконану у вигляді пучка капілярних трубок, і розташовану симетрично щодо осі тигля, формуювач, отвір для завантаження тигля сировиною і механізм для витягування, відповідно до винаходу, кришкою є торцева пластина, у яку уведено не менш одного пучка капілярних трубок, урівень з її поверхнею, на якій виконані радіальні капілярні канали, формуювач встановлено на торцевій пластині капілярної системи, а отвір для завантаження тигля сировиною виконано в бічній поверхні тигля безпосередньо під торцевою пластиною. При груповому впрошуванні формуювач виконай у вигляді диска з отворами, у які встановлено формуювальні елементи.

Використання не менш одного пучка капілярних трубок, які закріплені у торцевій пластині капілярної системи, дозволяє знизити загальний обсяг, який займає капілярна система й збільшити завантаження тигля сировиною.

Капілярні канали на поверхні торцевої пластини, які сполучаються з пучками капілярних трубок, забезпечують рівномірний розподіл розплаву по всій поверхні торцевої пластини і його подачу в живильні канали всіх формуювальних елементів, які встановлені в отворах диска формуювача.

Тому що формуювач встановлено безпосередньо на торцевій пластині, то його розмір обмежен тільки розміром поверхні торцевої пластини, що у сукупності із збільшенням завантаження тигля, дозволяє збільшити розмір вирощуваних кристалів у межах діаметру тигля, зберігаючи їхню якість, а також у цілому підвищити ефективність використання устаткування.

Отвір для завантаження тигля сировиною, який зроблено в бічній поверхні тигля безпосередньо під торцевою пластиною, дозволяє зробити

торцеву пластину монолітною. Монолітність торцевої пластини забезпечує рівномірний розподіл температури по всій її поверхні, що особливо важливо для одержання кристалів стабільної геометричної форми, як при вирощуванні групи кристалів, так і при одиночному вирощуванні кристалів великого діаметра.

На Фіг. 1 наведено зображення загального виду пропонованого пристрою з одним пучком капілярів й одним формуювачем для вирощування трубки.

На Фіг. 2 наведено пропонований пристрій з п'ятьма пучками капілярів і формуювачем для вирощування групи стрижнів.

Пристрій для вирощування профільованих кристалів складається з тигля 1 з отвором для завантаження сировини 2, пучків капілярних трубок 3, торцевої пластини 4 з капілярними каналами 5 і формуювачем 6 (Фіг. 1, 2).

Пристрій працює наступним чином. У тигель 1 через отвір 2 завантажують сировину й піднімають температуру тигля до одержання в ньому розплаву 8. По пучку капілярних трубок 3 розплав подається до верхньої поверхні торцевій пластині 4, на якій установлений формуювач 6. Між дном формуювача 6 і торцевою пластиною 4 утворюється плівка розплаву завдяки системі капілярних каналів 5. Із цієї плівки розплав по живильних каналах 7 формуювача 6 попадає на його торець. До торця формуювача підводиться затравочний кристал (на Фіг. 1, 2 не показаний) і далі вирощування проводиться по відомому способу. Таким чином, вирощують одиночні кристали (Фіг. 1) або групу кристалів (Фіг. 2), розміри яких значно перевищують розмір пучка капілярних трубок 3.

Приклад. Вирощування групи сапфірових стрижнів (21шт.)  $\varnothing 4,5\text{мм}$  у кристалографічному напрямку <0001>.

Для вирощування був використаний тигель 1 (Фіг. 2) діаметром 90мм, висотою 95мм і з товщиною стінки 5мм. Розмір завантажувального отвору: ширина 25мм і висота 8мм. Капілярна система мала наступні розміри: діаметр пучка капілярних трубок 3 становив 12мм, кількість пучків - 5 штук, товщина торцевої пластини 4 дорівнювала 8мм, глибина капілярних каналів 5 була 0,5мм. Через завантажувальний отвір 2 у тигель завантажувалося 700г сировини. Як сировина використався бій кристалів Вернейлівського виробництва. На торець симетрично осі тигля 1 встановлювався диск 6 з 21 формуювальними елементами. Тигель 1 з диском 6 встановлювався в індукційний нагрівач (на Фіг. 2 не показаний). На диск 6 містився один або кілька реперних кристалів. Тигель розігрівався до температури плавлення сировини, про що судили по плавленню реперних кристалів. До диску підводили затравочні кристали (на Фіг. 2 не показані) до зіткнення їх з торцями формуювальних елементів. Після оплавлення затравок включалося їхнє витягування нагору й проводилося вирощування кристалів відомим способом. З одного завантаження тигля вирощувалися 21 стрижень діаметром 4,5 мм довжиною 500мм.

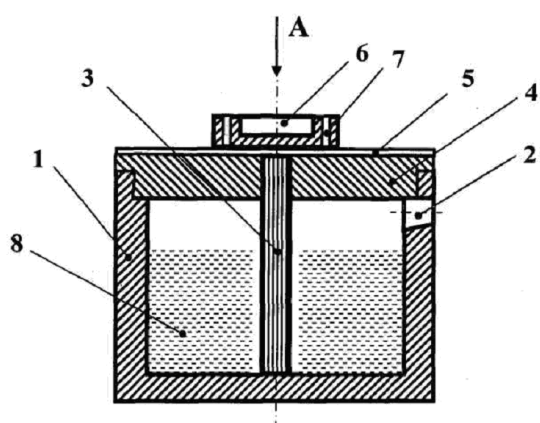
У таблиці наведено порівняння результатів вирощування групи кристалів, що приведено в прикладі, за допомогою пристрою прототипу й пропонованого пристрою. Відсоток виходу придатної продукції визначався за результатами п'яти вирощувань на кожному із пристроїв: прототипу й пропонованого пристрою. Низький відсоток виходу придатної продукції при використанні пристрою прототипу пов'язаний з виникненням асиметрії

радіального градієнта температури на його торці, що приводило до зменшення діаметра окремих стрижнів і відриву їх від формоутворювача в процесі росту.

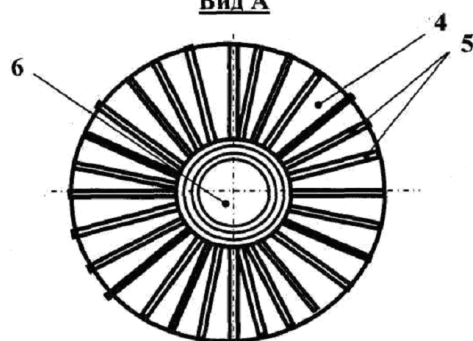
Як видно з таблиці використання пропонованого пристрою дозволило збільшити довжину вирощуваних кристалів на 29%, а вихід придатних кристалів - на 35%.

Таблиця

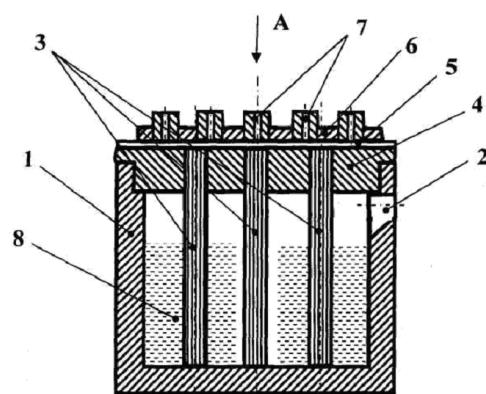
Порівнюваний параметр	Прототип	Пропонований пристрій
Повний обсяг тигля, см <sup>3</sup>	452	452
Кількість пучків капілярів, шт.	1	5
Діаметр пучка капілярів, см	4	0,6
Сумарний обсяг пучків капілярів, см <sup>3</sup>	113	12,7
Корисний обсяг тигля, см <sup>3</sup>	339	439,3
Вага сировини, яка завантажувалась у тигель, г (70% корисного обсягу тигля)	780	1015
Максимально можлива довжина кристалів при 100% виході й повнім завантаженні тигля, см	58	75
Відсоток виходу придатної продукції, %	72	97



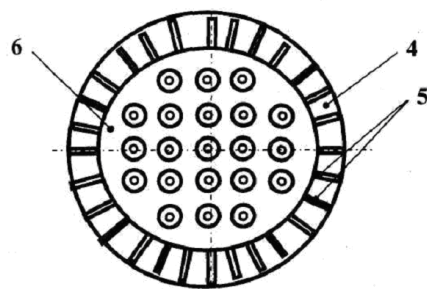
Вид А



Фиг.1



Вид А



Фиг.2