



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **21535** (13) **U**
(51) МПК (2006)
С30В 13/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ**

1

(21) u200610880
(22) 16.10.2006
(24) 15.03.2007
(46) 15.03.2007, Бюл. №3, 2007р.
(72) Кравченко Олександр Іванович
(73) Кравченко Олександр Іванович
(57) Спосіб отримання монокристалів, що включає створення розплаву на верхньому торці вертика-

2

льно розташованого циліндрового затравочного монокристала, підсіпку первинного порошку в розплав і рух затравочного монокристала вниз, який **відрізняється** тим, що в монокристалі створюють принаймні одну рідку зону з неповним проплавленням.

Корисна модель відноситься до отримання монокристалів і найефективніше може бути використана при отриманні високочистих монокристалів тугоплавких металів.

Ефективним методом отримання металевих монокристалів є метод бестигельної зонної плавки. У цьому методі первинний полікристалічний матеріал у вигляді стрижня закріплюється вертикально. До одного з його торців пристиковується затравочний монокристал. За допомогою нагрівача в затравочному монокристалі створюють розплавлену зону, в якій рідина утримується від витікання силами поверхневого натягнення. Нагрівач переміщують у бік первинного полікристала і уздовж нього із швидкістю кристалізації приблизно 1...20мм/год., внаслідок чого матеріал полікристала піддається розплавленню в зоні з подальшою кристалізацією у вигляді монокристала від затравочного монокристала. При цьому, унаслідок кристалізаційного очищення, основна частина вирощеного монокристала набуває підвищеної чистоти в порівнянні з первинним матеріалом. Для підвищення ефекту очищення процес може здійснюватися декількома послідовними проходами розплавленої зони в одному і тому ж напрямі (Лодиз Р., Паркер Р. Рост монокристаллов. - М.: Мир, 1974. - 540с.) [1, с.77, Фіг. 2.6 б], а для підвищення продуктивності - створенням в кристалі декількох розплавлених зон з неповним (для збереження цілісності кристала) проплавленням і різним аксіальним зсувом, щоб виключити залишення в кристалі, що росте, непереплавленої області (Ратников Д.Г. Бестигельная зонная плавка. - М.: Металлургия, 1976. - 294с.) [2, с.8-9, рис.2]. Недоліком способу є його невисока продуктивність,

пов'язана з жорсткою вимогою до форми первинного матеріалу - у вигляді стрижня. Якщо первинний матеріал має форму порошку, то потрібна попередня операція приготування стрижня, яка помітно підвищує трудовитрати.

Вказаний недолік методу бестигельної зонної плавки долається в бестигельному методі Вернейля [1, с.77, Фіг.2.6 е]. У цьому методі, що розглядається як прототип, затравочний монокристал у вигляді циліндра розташовується вертикально, а його верхній торець оплавляється таким чином, що розплав утримується від стікання силами поверхневого натягнення. За допомогою розташованого над монокристалом спеціального дозатора на розплав сиплють порошок первинного матеріалу, а монокристал тягнеться вниз із заданою швидкістю кристалізації. Потрапляючи в розплав, порошок розплавляється в нім, збільшуючи масу розплаву. В цей же час, унаслідок руху монокристала вниз, розплав, що виходить із зони нагріву, кристалізується в монокристал від затравочного монокристала, чим досягається безперервне зростання монокристала. Так само як в методі зонної плавки, матеріал, що оброблюється, піддається кристалізаційному очищенню. Метод Вернейля особливо ефективний для вирощування монокристалів з тугоплавких порошкових матеріалів. В цьому випадку процес проводять у вакуумі із застосуванням електронно-променевого нагрівача. Недоліком методу є невисокий ступінь очищення початкового матеріалу як наслідок одноразовості кристалізаційного очищення в ньому.

У основу корисної моделі поставлено завдання створення способу отримання монокристалів з більшою ефективністю очищення.

(19) **UA** (11) **21535** (13) **U**

Поставлена ціль досягається тим, що в способі отримання монокристалів, що включає створення розплаву на верхньому торці вертикально розташованого циліндрового затравочного монокристала, підсіпку первинного порошку в розплав і рух затравочного монокристала вниз, в монокристалі створюють принаймні одну додаткову рідку зону з неповним проплавленням.

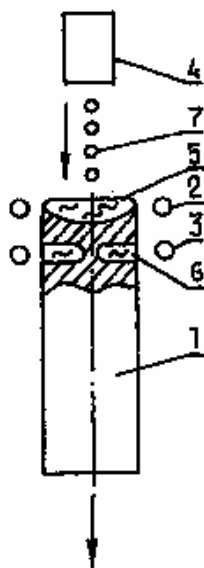
Створення в монокристалі додаткової рідкої зони (або зон) збільшує кратність кристалізаційного очищення монокристала, що росте, тобто підсилює ефект очищення, а неповне проплавлення матеріалу в рідкій зоні зберігає цілісність монокристала, що росте (тобто забезпечує можливість реалізації способу).

Схема пристрою для здійснення пропонуваного способу з однією додатковою рідкою зоною показана на Фіг.1, а з двома - на Фіг.2. Поблизу верхнього торця затравочного монокристала 1 розміщений основний нагрівач 2, а нижче - додатковий зонний нагрівач (або зонні нагрівачі) 3, над монокристалом 1 розміщений дозатор 4.

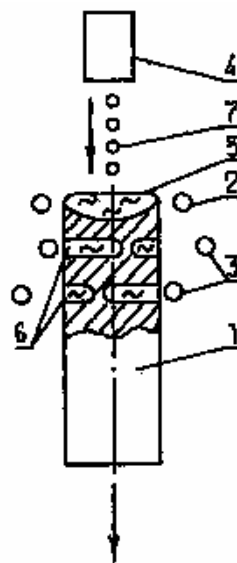
Спосіб отримання монокристала здійснюють таким чином. На верхньому торці затравочного монокристала 1 за допомогою основного нагрівача 2 створюється розплав 5, а нижче на затравочному монокристалі 1 за допомогою нагрівача (або

нагрівачів) 3 - розплавлена зона (або розплавлені зони) 6 з неповним проплавленням монокристала 1. Монокристалу 1 додається рух вниз із швидкістю кристалізації 1...20мм/год., одночасно з цим з дозатора 4 на розплав 5 сиплюють порошок 7 початкового матеріалу. Потрапляючи в розплав 5, порошок 7 плавиться. Унаслідок руху монокристала 1, розплав 5 у міру виходу із зони дії нагрівача 2 кристалізується в монокристал від затравочного монокристала. При цьому, унаслідок кристалізаційного очищення, монокристал, що росте, набуває підвищеної в порівнянні з первинним матеріалом чистоти. При подальшому русі монокристала, що утворюється з розплаву 5, останній потрапляє в рідку зону (або рідкі зони) 6 і, проходячи через неї (через них), піддається додатковому кристалізаційному очищенню методом бестігельної зонної перекристалізації.

Перевага способу, що пропонується, в порівнянні із способом по прототипу визначається ефективністю зонної перекристалізації. Наприклад, в порівнянні з процесом по прототипу, застосування пропонуваного способу з однією додатковою рідкою зоною при вирощуванні монокристала молібдену дозволяє понизити вміст вольфраму в ній приблизно в два рази.



Фіг. 1



Фіг. 2