

Корисна модель належить до галузі вирощування монокристалів металів та їх сполук шляхом витягування вниз.

Метод вирощування монокристалів шляхом вертикальної направленої кристалізації широко використовується для отримання монокристалів металів. У цьому методі метал спочатку розплавляють у каналі тигля-контейнера, який повністю розташований у нагрівнику. Потім тигель-контейнер повільно виводять з нагрівника вниз. В гострому кінці конічного дна каналу зароджується монокристал.

Відомий пристрій для вирощування орієнтованих монокристалів методом вертикальної направленої кристалізації [1], який містить нагрівник з тепловими екранами, всередині якого розташований тигель-контейнер з каналом для росту монокристала, що приєднаний до штока з можливістю його виведення з нагрівника вниз для охолодження. Всередині вищезгаданого нагрівника верхня частина тигля-контейнера через отвір з'єднана з ємністю для розміщення вихідного завантаження і очистки розплавленого металу, який протікає у канал тигля-контейнера.

Але, наявність одного каналу в тиглі-контейнері дозволяє вирощувати тільки один монокристал заданої орієнтації. Таким чином, конструкція пристрою обмежена кількістю вирощуваних монокристалів.

Відомий пристрій для вирощування орієнтованих монокристалів методом вертикальної направленої кристалізації [2], прийнятий за найближчий аналог, який містить нагрівник з тепловими екранами, всередині якого розташований накритий кришкою тигель-контейнер для розміщення матеріалу, що кристалізується, приєднаний до штока з можливістю його виведення з нагрівника вниз для охолодження. Об'єм тигля-контейнера поділений на декілька частин у вигляді вертикальних каналів, кожен з яких внизу має окремий отвір, який його з'єднує з окремою ємністю із затравочним кристалом заданої орієнтації, а у верхній частині тигля-контейнера всі канали сполучені спільним об'ємом.

Недоліком такого пристрою є те, що об'єм вирощуваних монокристалів складає <80 % від об'єму каналів. Неможливість очищення розплавленого вихідного матеріалу перед потраплянням його в канали призводить до порушення монокристалічності, що знижує якість вирощуваних монокристалів.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення такої конструкції пристрою, яка забезпечить як додаткове очищення розплавленого вихідного матеріалу перед потраплянням його в канали тигля-контейнера від оксидів домішок, шлаків і поверхневих забруднень, так і підвищення об'єму вирощуваних монокристалів до 100 % від об'єму каналів.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрої для вирощування орієнтованих монокристалів металів методом вертикальної направленої кристалізації, що містить нагрівник з тепловими екранами, всередині якого розташовані тигель-контейнер з каналами для вирощування монокристалів, що приєднаний в нижній частині до штока з можливістю виведення його з нагрівника вниз для охолодження, при цьому в кінці конусної частини каналів виконані отвори до виїмок для затравок, згідно з корисною моделлю, у верхній частині тигля-контейнера розміщена ємність для завантаження вихідного матеріалу, в конусоподібному дні якої виконаний отвір, який через проточки сполучає ємність з усіма каналами.

Встановлення у верхній частині тигля-контейнера ємності для завантаження вихідного матеріалу дозволяє максимально заповнити рідким металом об'єми каналів тигля-контейнера.

Завдяки наявності конусоподібного дна ємності, на його похилій поверхні затримується оксидна плівка основного металу з включеннями оксидів домішкових елементів, яка утворюється при розплавленні вихідного металу на поверхні розплаву.

За рахунок використання декількох вертикальних каналів у тиглі-контейнері досягається можливість одночасного отримання монокристалів різної орієнтації, а запропоноване сполучення каналів сприяє повному заповненню їх об'ємів перед кристалізацією, що забезпечує 100 % вихід об'єму монокристалу від об'єму каналу.

Таким чином, запропонована корисна модель забезпечує 100 % вихід об'єму монокристала від об'єму каналу, при цьому монокристали мають підвищену якість завдяки додатковому очищенню розплаву вихідного металу.

Суть корисної моделі пояснює креслення, на якому зображено пристрій для вирощування орієнтованих монокристалів металів методом вертикальної направленої кристалізації в осьовому перерізі.

Пристрій складається з нагрівника 1 з тепловими екранами 2. Всередині нагрівника 1 розміщений тигель-контейнер 3, який з'єднаний з ємністю 4 для розміщення вихідного металу через отвір 5, що утворений в конусоподібному дні 6 ємності 4. В тиглі-контейнері 3 виконані канали, які заповнюються рідким металом перед вирощуванням монокристалів: центральний канал 7 і додаткові канали 8. У верхній частині тигля-контейнера 3 виконані проточки 9, які з'єднують додаткові канали 8 з центральним каналом 7. У нижній конусній частині каналів виконані отвори 10. У графітовому перехіднику 11, до якого приєднаний тигель-контейнер 3, виконані виїмки для затравок 12. Тигель-контейнер 3 приєднаний до водоохолоджуваного штока 13 через графітовий перехідник 11. Матеріал,

з якого виконаний тигель-контейнер 3 і ємність 4 - високочистий щільний графіт марки МПГ-7.

Процес вирощування монокристалів здійснюється наступним чином.

Вихідний метал розміщується і розплавляється в ємності 4 за допомогою нагрівника 1 з тепловими екранами 2. При плавленні металу в ємності 4, він поступово затікає через отвір 5 в центральний канал 7 тигля-контейнера 3, при заповненні якого метал через проточки 9 перетікає у додаткові канали 8. При розплавленні вихідного металу на поверхні розплаву збирається оксидна плівка основного металу з включеннями оксидів домішкових елементів, яка затримується на похилій поверхні конусоподібного дна 6 ємності 4. Таким чином відбувається збір оксидних частинок, які можуть потрапляти у рідкий метал у канали 7, 8 тигля-контейнера 3. В кінці конусної частини каналів 7, 8 виконані тонкі отвори 10 до виїмок для затравок 12. Через отвори 10 рідкий метал досягає поверхні розташованих там затравок заданої орієнтації, з яких зароджуються монокристали, і поступово по мірі опускання тигля-контейнера 3 займають відповідний об'єм каналів 7, 8. Потім тигель-контейнер 3 повільно за допомогою водоохолоджуваного штока 13, приєднаного до графітового перехідника 11, виводять з нагрівника 1.

Пристрій успішно випробуваний для отримання монокристалів кадмію, цинку, свинцю різної орієнтації.

Пристрій для вирощування орієнтованих монокристалів металів методом вертикальної направленої кристалізації може бути використаний для вирощування орієнтованих монокристалів таких металів як Bi, In, Cd, Zn, Te, Pb, Cu, Ag, Au, Sn тощо.

Джерела інформації:

1. Патент UAN^o 148080, МПК С30В 15/08, опубл. 30.06.2021, Бюл. № 26.
2. Патент UA № 143457, МПК С30В 15/08, опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14.

