



УКРАЇНА

(19) UA (11) 29879 (13) U
(51) МПК (2006)
C30B 7/00
C30B 21/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ САПФІРА (Al_2O_3) ЗАДАНОЇ ФОРМИ НАПРАВЛЕНОЮ КРИСТАЛІЗАЦІЄЮ РОЗПЛАВУ

1

2

(21) u200712034

(22) 31.10.2007

(24) 25.01.2008

(72) БЛЕЦКАН ДМИТРО ІВАНОВИЧ, UA, ПЕКАР
ЯРОСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ, UA

(73) УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Спосіб вирощування монокристалів сапфіра $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ заданої форми направленою кристалізацією розплаву, який включає розміщення в порожнині тигля формуютьовача, заповнення порожнини тигля вихідною сировиною,

плавлення та направлену кристалізацію на відповідно орієнтований затравочний кристал, який відрізняється тим, що формуютьовач розміщують в порожнині тигля, поперечний переріз якого має форму квадрата, таким чином, що відстань між твірними формуютьовача та стінками тигля по всій висоті є постійною, причому співвідношення об'ємів формуютьовача та тигля складає три до чотирьох, а формуютьовач, виконаний у вигляді чотиригранної зрізаної піраміди, розміщують таким чином, що його менша площа знаходиться в контакт з дном тигля.

Корисна модель відноситься до технології вирощування монокристалів тугоплавких речовин, зокрема до вирощування об'ємних монокристалів сапфіра - $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ з заданої форми.

Відомий спосіб вирощування об'ємних монокристалів сапфіра, що включає заповнення контейнера вихідною сировиною її плавлення та направлену кристалізацію в заданому кристалографічному напрямку [1].

Недоліками вказаного способу є те, що ефективність використання об'єму одержаних кристалів при вирізанні заготовок у вигляді циліндрів, із яких в подальшому виготовляють підкладки для потреб опто- та мікроелектроніки, складає 15-25%.

Найбільш близьким до заявленої корисної моделі є спосіб вирощування об'ємних монокристалів сапфіра наперед заданої форми у вигляді правильної чотиригранної призми із заданою кристалографічною орієнтацією граней [2].

Згідно приведеного способу, вирощування монокристалів здійснюють наступним чином. В порожнині циліндричного тигля розміщують формуютьовач у вигляді правильної чотиригранної призми, після чого порожнину тигля заповнюють розрахованою кількістю вихідної сировини. Заповнений вихідною сировиною тигель

установлюють в тепловому вузлі установки для вирощування кристалів, і відповідно екранують. Після плавлення вихідної сировини, її напрямлено кристалізують на затравочний кристал, грані якого відповідають певним напрямкам заданим кристалографічним площинам.

Приведений спосіб вирощування монокристалів сапфіра надає можливість більш ефективно використовувати їх об'єм при вирізанні заготовок у вигляді циліндрів заданих (розмірів) діаметрів, та із заданою кристалографічною орієнтацією основи.

До недоліків приведеного способу слід віднести те, що вирощені монокристали сапфіра у вигляді чотиригранної правильної призми досить термонапружені внаслідок того, що відстань між утворюючими формуютьовача та стінками тигля, внутрішній діаметр якого різний по висоті є неоднаковою, що призводить до появи тріщин у вирощеному кристалі із-за різниці у швидкостях охолодження ребер та граней монокристалічної призми і, як наслідок, зниження ефективності використання його об'єму при вирізанні циліндричних заготовок, що використовуються при виготовленні підкладок, крім того, співвідношення об'ємів формуютьовача та контейнер, яке становить 0,71 не дозволяє кристалізувати у формі всю масу вихідної сировини.

(13) U

(11) 29879

(19) UA

Завданням корисної моделі є формування теплових умов, які надають можливість вирощувати монокристали сапфіра, поперечний переріз яких має форму прямокутника з підвищеним коефіцієнтом використання їх об'єму при вирізанні циліндричних заготовок для виготовлення підкладок, що використовуються в опто- та мікроелектроніці.

Поставлене завдання досягається таким чином, що спосіб вирощування монокристалів сапфіра ($\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$) заданої форми напрямленою кристалізацією розплаву, який включає розміщення в порожнині тигля формуютьовувача, заповнення порожнини тигля вихідною сировиною, плавлення та напрямлену кристалізацію на відповідно орієнтований затравочний кристал, який, згідно корисної моделі, відрізняється тим, що формуютьовувач розміщують в порожнині тигля, поперечний переріз якого має форму квадрата таким чином, що відстань між формуютьовувачем та стінками тигля по всій висоті тигля є постійною, причому співвідношення об'ємів формуютьовувача та тигля складає три до чотирьох, а формуютьовувач, виконаний у вигляді чотиригранної зрізаної піраміди, розміщують таким чином, що його менша площа знаходиться в контакт з дном тигля.

Порівняльний аналіз з прототипом показує, що розміщення в порожнині тигля, поперечний переріз якого відповідає поперечному перерізу формуютьовувача виконаного у вигляді зрізаної чотиригранної піраміди, більша по площі основа якої знаходиться зверху, надає можливість одержувати монокристали сапфіра у вигляді чотиригранної зрізаної піраміди, що дозволяє більш ефективно використовувати об'єм монокристалів при вирізанні із них циліндричних заготовок для подальшого виготовлення підкладок.

Крім того, використання при вирощуванні монокристалів сапфіра заданої форми формуютьовувача, об'єм якого відноситься до об'єму тигля як три до чотирьох надає можливість кристалізувати у формі всю масу розміщеної в порожнині контейнера вихідної сировини.

Вирощування монокристала сапфіра згідно заявляемого способу здійснюють наступним чином. В порожнині вольфрамового тигля, поперечний переріз якого має форму квадрата, а внутрішній об'єм виконаний у вигляді зрізаної чотиригранної піраміди розміщують формуютьовувач із вольфрамового листа товщиною 0,3мм утворюючи якого відповідають внутрішній поверхні контейнера. Об'єм порожнини контейнера складає 1000см^3 , а формуютьовувача - 750см^3 .

Після розміщення в порожнині тигля формуютьовувача, його заповнюють заданою кількістю вихідної сировини, встановлюють в тепловому вузлі і відповідним чином екранують. Після плавлення сировини, розплав направлено кристалізують на кристалографічно орієнтований затравочний кристал, грані якого відповідають заданим кристалографічним площинам. Після

плавного завершення процесу кристалізації та охолодження вирощеного у формуютьовувачі монокристала, формуютьовувач видаляють механічним способом. Вирощений вищевказаним способом монокристал сапфіра має форму зрізаної чотиригранної піраміди. При вирізанні із нього заготовок у вигляді циліндрів із заданою кристалографічною орієнтацією торців одержують циліндричні заготовки діаметром 80 і 53мм при висотах їх 80 і 60мм відповідно. Загальна маса циліндричних заготовок складає 2130г. Оскільки вага вирощеного монокристала становить 2900г (100г вихідної сировини втрачається за рахунок випаровування з поверхні розплаву впродовж процесу вирощування), коефіцієнт використання об'єму кристала становить $\sim 74\%$ (0,73448).

Запропонований спосіб вирощування монокристалів сапфіра - $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ може бути використаний при вирощуванні вищевказаних монокристалів наперед заданої форми.

Джерела інформації:

1. Блецкан Д.І., Блецкан О.Д., Лук'яничук О.Р., Машков А.Ю., Пекар Я.М., Цифра В.І. Промислове вирощування монокристалів сапфіра видозміненим методом Кіропулоса. - Науковий вісник Ужгородського університету. Серія фізика. 2000. №6. С.221-239.

2. Евразийский патент №003419. Способ и устройство для выращивания монокристаллов сапфира по Н. Блецкану (прототип).