

УКРАЇНА

UKRAINE



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 21853

**СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ З РОЗПЛАВУ БЕЗДИСЛОКАЦІЙНИХ
МОНОКРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10 квітня 2007 р.

Голова Державного департаменту
інтелектуальної власності

М.В. Паладій



(11) **21853**

(19) **UA**

(51) МПК (2006)
С30В 13/00
С30В 15/00

(21) Номер заявки: **u 2006 09721**
(22) Дата подання заявки: **11.09.2006**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.04.2007**
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.04.2007, Бюл. № 4**

(72) Винахідники:
**Таланін Віталій Ігорович (UA),
Таланін Ігор Євгенійович (UA),
Сирота Анатолій Васильович (UA)**

(73) Власники:
**Таланін Віталій Ігорович,
пр. Радянський, 17, кв. 119, м.
Запоріжжя, 69114, Україна, UA,
Таланін Ігор Євгенійович,
пр. Радянський, 17, кв. 119, м.
Запоріжжя, 69114, Україна, UA,
Сирота Анатолій Васильович,
вул. Чарівна, 150.кв.80, м.
Запоріжжя, 69098, Україна, UA**

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ З РОЗПЛАВУ БЕЗДИСЛОКАЦІЙНИХ МОНОКРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб вирощування з розплаву за допомогою методів безтигельної зонної плавки і Чохральського бездислокаційних монокристалів кремнію, що включає створення розплаву, підведення до розплаву монокристалічної затравки, вирощування монокристалічної частини з попереднім створенням тонкої шийки, який відрізняється тим, що під час росту монокристал, що зростає, піддають термічній обробці в межах 1350-1250 °С, з наступним швидким охолодженням монокристала після вирощування.

(11) **21853**

Пронумеровано, прошито металевими
люверсами та скріплено печаткою
2 арк.
10.04.2007



Уповноважена особа

(підпис)



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21853 (13) U
(51) МПК (2006)
С30В 13/00
С30В 15/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ З РОЗПЛАВУ БЕЗДИСЛОКАЦІЙНИХ МОНОКРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ

1

(21) u200609721
(22) 11.09.2006
(24) 10.04.2007
(46) 10.04.2007, Бюл. №4, 2007р.
(72) Таланін Віталій Ігорович, Таланін Ігор Євгені-
йович, Сирота Анатолій Васильович
(73) Таланін Віталій Ігорович, Таланін Ігор Євгені-
йович, Сирота Анатолій Васильович
(57) Спосіб вирощування з розплаву за допомогою
методів безтигельної зонної плавки і Чохральсько-

2

го бездислокаційних монокристалів кремнію, що
включає створення розплаву, підведення до роз-
плаву монокристалічної затравки, вирощування
монокристалічної частини з попереднім створен-
ням тонкої шийки, який відрізняється тим, що під
час росту монокристал, що зростає, піддають тер-
мічній обробці в межах 1350-1250°C, з наступним
швидким охолодженням монокристала після ви-
рощування.

Корисна модель відноситься до галузі металур-
гії високоякісних бездислокаційних монокристалів
кремнію, що являються основним матеріалом для
виготовлення елементної бази сучасної електро-
нної промисловості. Основні електрофізичні пара-
метри виробів електронної техніки на базі моно-
кристалічного кремнію визначаються дефектною
структурою бездислокаційних монокристалів кре-
мнію.

У схемі вирощування за методом Чохральсь-
кого тигель, що виготовляється з високочистого
кварцу, обігривається нагрівачем опору. Для утво-
рення однорідного теплого поля навколо тиглю
розміщують теплові екрани з графіту, кварцу чи
молібдену. На кінці штоку укріплюють монокри-
сталічний запал, що може з контрольованою швидкіс-
тю переміщуватися за вертикаллю і водночас обе-
ртатися. Запали визначеного перерізу і з заданою
орієнтацією вирізають з монокристалів. Після роз-
плавлення кремнію у тиглі запал опускають у роз-
плав та, поступово підвищуючи температуру, роз-
плавляють частину запалу. Після цього
температуру нагрівача повільно знижують до тих
пір, коли почнеться кристалізація на запалі. В цей
момент запал починають піднімати і монокристал
"втягується" з розплаву. Діаметр монокристала,
що вирощується, регулюється температурою на-
грівача, швидкістю підйому штоку, умовами відво-
ду теплоти кристалізації і другими параметрами.

В установці для вирощування монокристалів
утворити строго симетричне теплове поле дуже
важко. Для вирівнювання температурного поля

кристал чи тигель (або обидва разом) обертають.
Це дозволяє вирощувати симетричні монокриста-
ли, також і тоді, якщо у розплаві є відносно великі
асиметричні градієнти. Вирощування бездислока-
ційних монокристалів роблять за методом Деша,
сутність якого є у вирощуванні з підвищеними
швидкостями після запалення довгої тонкої моно-
кристалічної "шейки" діаметром, що менший або
відповідний діаметру запалу. Після появи на
визначеній довжині шейки ділянки, що є вільним
від дислокацій, починають вирощувати конічну, а
потім циліндричну частини монокристалу заданого
діаметру.

Один з основних недоліків отримання моно-
кристалів кремнію за методом Чохральського -
забруднення розплаву тиглем, що частково розчи-
няється. При цьому у розплав в значних кількостях
переходить кисень і ряд других домішок, що є у
кварцовому тиглі.

Метод безтигельної зонної плавки видаляє
вказані недоліки і його сутність у наступному.
Стрижень з кремнію закріплюють вертикально у
затисках установки. Розплавлену зону утворюють
за допомогою індукційного нагріву, вона утриму-
ється завдяки силам поверхневого натягу. Чим
менше висота зони, тим більший діаметр злитку,
на якому можна її утримати. Переміщуючи індук-
тор (або стрижень відносно нерухомого індуктору)
вертикально, утворюють рух зони за стрижнем.
Багаторазовим переміщенням зони за рахунок
випару і розходження коефіцієнтів розподілу до-
мішок у рідкий і твердий фазах можна отримати

(13) U

(11) 21853

(19) UA

дуже високий ступінь очистки кремнію. При отриманні монокристалів за цим методом роблять наступне. У нижньому затиску укріплюють монокристалічний запал, а на кінці стрижня утворюють розплавлену каплю. Потім, переміщуючи вгору запал, його додають у розплав. Після запалювання запал разом з зростаючим на ньому монокристалом переміщують донизу (або індуктор піднімають вгору).

Найближчим аналогом вибрано відомий спосіб [Патент 2102539С1 РФ МПК С30В15/14, опубл. 20.01.1998], де, з метою покращення якості кристалу, вводиться навколо зростаючого монокристалу циліндричне або конусоподібне тіло, яке поділяє простір контейнеру над розплавом на внутрішню та зовнішню частини. При цьому тіло має один отвір, через який інертний газ, що направляється до внутрішньої частини простору контейнеру, може потрапити до його зовнішньої частини.

Недоліками усіх цих відомих рішень є:

- неможливість керування дефектною структурою бездислокаційних монокристалів кремнію;

- неможливість видалення вторинних ростових мікроефектів (міжвузловинних дислокаційних петель або вакансійних мікропор).

В основу корисної моделі поставлено завдання розробки способу, який дозволяє керувати дефектною структурою бездислокаційних монокристалів кремнію, зокрема подавляти утворення вакансійних мікропор та міжвузловинних дислокаційних петель, які критичним чином впливають на якість вихідних монокристалів та структур на їх основі.

Вирішення цього завдання досягається тим, що під час росту монокристал, який росте з розплаву, піддається термічній обробці в межах 1350...1250°C, з наступним швидким охолодженням монокристалу після вирощування.

При цьому у монокристалі, що зростає, за рахунок того, що він під час всього терміну росту знаходиться при температурі у межах 1350...1250°C не утворюються міжвузловинні дислокаційні петлі та вакансійні мікропори та під час швидкого охолодження вказані дефекти, що утворюються при 1100°C мають малі розміри, тобто не зростають, що значно підвищують якість вихідних монокристалів та структур на їх основі.

У способі, що пропонується, робиться таке доповнення: додаткове проведення термічної обробки за допомогою додаткових нагрівачів, які у процесі росту кристала повинні підтримувати температуру закристалізованої частини в межах 1350...1250°C.

Приклад здійснення способу, що заявляється.

При вирощуванні за методом Чохральського до тиглю завантажується вихідний матеріал, що розплавлюється. До нього підводять запал, після чого поступово вирощується тонка шийка, після якої кристал виходить на заданий діаметр. Після цього виходу уся монокристалічна область, що вирощується, піддається додатковій термічній обробці у температурному інтервалі 1350...1250°C протягом усього терміну зростання. Після закінчення росту кристал швидко охолоджують за рахунок подання охолодженого інертного газу.

При вирощуванні за методом безтигельної зонної плавки вихідний моно- чи полікристал закріплюють в установці. Утворену розплавлену зону за допомогою індукційного нагріву утримують завдяки силам поверхневого натягу. До розплаву підводять монокристалічний запал і переміщенням розплавленої зони за допомогою індуктора створюють тонку шийку, після чого вирощують монокристал. Протягом усього терміну зростання монокристалічна область, що вирощується, піддається додатковій термічній обробці у температурному інтервалі 1350...1250°C. Після закінчення росту кристал швидко охолоджують за рахунок подання охолодженого інертного газу.

Отже, перевага способу вирощування монокристалів з розплаву, що пропонується, у порівнянні з існуючими до сьогоднішнього дня лежить у тому, що:

- використання способу, що пропонується, дозволяє керувати процесом дефектоутворення у бездислокаційних монокристалах кремнію;

- використання способу, що пропонується, дозволяє покращити якість як вихідних бездислокаційних монокристалів кремнію, так і якість напівпровідникових приладів і структур на їх основі.

Спосіб, що пропонується, можна використовувати на промислових підприємствах з вирощування бездислокаційних монокристалів кремнію.

На основі вище викладеного можна зробити висновок, що рішення, що заявляється відповідає критерію промислової придатності.

Джерела інформації:

1. Технологія напівпровідникового кремнію/ Фалькевич Э.С., Пульнер Э.О., Червоный И.Ф., Шварцман Л.Я., Яркін В.Н., Салли И.В. - М.: Металлургия, 1992. - С. 254-336.

2. Патент №2102539С1 РФ, МПК С30В15/14. Устройство для выращивания монокристалла и способ выращивания монокристалла / П. Вильцманн, Х. Пинцоффер (DE); Опубл. 20.01.1998.