



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77882 (13) C2
(51) МПК (2006)
G01F 23/24
C30B 15/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПОЛОЖЕННЯ РІВНЯ РОЗПЛАВУ

1

(21) а200506063
(22) 21.06.2005
(24) 15.01.2007
(46) 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007 р.
(72) Артеменко Максим Петрович, Герасимчук Лариса Іванівна, Горилецький Валентин Іванович, Гриньов Борис Вікторович, Єпіфанов Юрій Михайлович, Стрельников Микола Іванович, Суздаль Віктор Семенович, Тавровський Ігор Ігорович
(73) ІНСТИТУТ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НАН УКРАЇНИ
(56) SU 1093906 A, 23.05.1984
SU 586338, 30.12.1977
US 4512954 A, 23.04.1985
WO 00/38858, 06.07.2000
CA 1219725, 31.03.1987
JP 9178533, 11.07.1997
RU 2128250 C1, 27.03.1999
US 6565650 B2, 20.05.2003
EP 0588355B1, 23.03.1994

2

(57) Пристрій для контролю положення рівня розплаву, що містить щуп з датчиком його переміщень та електродвигун із системою керування, що включає блок обробки даних, контролер та схему визначення контакту щуп-розплав, перший та другий вихід якої підключені, відповідно, до входу контролера та до другого входу блока обробки даних, перший вхід якого з'єднаний з датчиком переміщень щупа, а вихід зв'язаний із системою керування ростом монокристала, при цьому щуп електрично зв'язаний зі схемою визначення контакту щуп-розплав, який відрізняється тим, що у пристрій уведений нульовий показчик, механічно зв'язаний з валом датчика переміщень, а визначник положення нульового показчика розташований на нерухомій частині пристрою, при цьому перший вихід нульового показчика підключений до другого входу контролера, а його другий вихід, що забезпечує початок відліку, з'єднаний із третім входом блока обробки даних.

Винахід відноситься до області вимірювальної техніки та може бути використаний для контролю положення рівня розплаву при вирощуванні монокристалів.

Великий діапазон змін рівня розплаву в промисловому виробництві монокристалів (наприклад, на основі галогенідів лужних металів діаметром до 600 мм та висотою до 750 мм) робить задачу його виміру та регулювання особливо актуальною.

Неодмінною приналежністю будь-якого точного методу виміру, зв'язаного з координатним переміщенням або позиціонуванням робочого органа, що рухається, є наявність нульового показчика (індикатору), наприклад, у верстатах із ЧПУ, на прецизійних столах та т.д. Нульовий показчик - це деяке пристосування, за допомогою якого визначається момент досягнення точки початку відліку у вимірювальному ланцюзі. Нульовий показчик не призначений для кількісного визначення вимірюваної величини, тому він не має шкали, що

проградуїрована у яких-небудь одиницях. Його відлікове пристосування повинне тільки давати можливість фіксувати присутність або відсутність якогось ефекту, зв'язаного з наявністю точки початку відліку вимірюваної величини на ньому, та може приймати різноманітні форми (наприклад, "0" верстата з ЧПУ фіксується за допомогою спеціальних кулачків на подовжних та поперечних направляючих супортної групи верстатів; нульовими показчиками ланцюгів постійного та змінного токів є магнітоелектричні пристрої; нульовими показчиками різних вимірювальних систем, зв'язаних з переміщенням, є оптопари, кінцеві вимикачі та т.п.).

Чим вище чутливість показчика, тим точніше та досконаліше можна установити момент початку відліку вимірюваної величини, що особливо важливо для визначення рівня розплаву при вирощуванні великогабаритних монокристалів.

В останні роки для контролю рівня розплаву широке поширення одержало використання ла-

(13) C2

(11) 77882

(19) UA

зерної техніки.

Так, відомий пристрій для контролю положення рівня розплаву [акц. заявка Японії № 2844032В2, кл. С30В 15/20], що містить лазерний датчик положення рівня розплаву з обтюратором, установлені поза піччю з можливістю вертикального переміщення серводвигуном разом зі штоком кристаллоотримача за допомогою ходового гвинта та систему управління.

Система управління містить блок, що управляє, перетворювач серводвигуна, задатчик рівня розплаву, схему синхронізації частоти коливань поверхні розплаву (обтюратор). [Див. також акц. заявку Японії №281662782, кл. С30В 15/26].

Недоліком відомого пристрою є його складність через необхідність точної та безперервної юстировки лазера, установленного на рухливій частині ростової печі, у ході процесу вирощування. Швидкі зміни положення рівня розплаву через нестабільність швидкості росту монокристала, а так само нестабільної зміни швидкості переміщення лазера разом з рухливою частиною ростової печі не забезпечують одержання достовірних результатів виміру положення рівня розплаву, а, отже, приводять до зниження якості вирощуваних монокристалів.

Відомий пристрій для контролю положення рівня розплаву [а. с. СРСР №586338, кл. G01F 23/24], що містить реверсивний двигун із системою управління, ходовий гвинт із гайкою, на якому закріплений щуп та движок вимірювального реохорду датчика переміщень. Поперечка жорстко з'єднана з движком реохорду та зв'язана з ходовим гвинтом за допомогою гайки, причому зазор між поперечкою та гайкою дорівнює величині меніска розплаву на кінці щупа.

Відомий пристрій для контролю рівня розплаву [а. с. СРСР №1093906, кл. G01 F 23/24], що містить реверсивний двигун із системою управління, блок погодження, ходовий гвинт із кронштейном, з'єднаним із щупом та движком реохорду датчика переміщення. Система управління виконана у виді фазового модулятора, з'єданого з одним входом перетворювача фазового зсуву, інший вхід якого з'єднаний з генератором синусоїдального сигналу, а вихід перетворювача фазового зсуву з'єднаний з одним входом комутатора, інший вхід якого з'єднаний з блоком синхронізації. Один вихід комутатора зв'язаний з реверсивним лічильником, послідовно з'єднаним з одним входом першої схеми порівняння, інший вхід якої з'єднаний з першим задатчиком, а інший вихід комутатора зв'язаний з лічильником імпульсів, з'єднаним з одним входом другої схеми порівняння, інший вхід якої зв'язаний із другим задатчиком. При цьому виходи схем порівняння підключені через послідовно з'єднані тригер управління та блок погодження до реверсивного двигуна.

Відомий пристрій для контролю положення рівня розплаву [заявка № 200501052 від 07.02.05 р., Україна, кл. G01 F 23/24, С30В 15/24], що містить щуп з датчиком його переміщень, електродвигун із системою управління. Система управління містить блок обробки даних, контролер та схему визначення контакту щуп-розплав, пер-

ший та другий вихід якої підключені, відповідно, до входу контролера та до другого входу блоку обробки даних, перший вхід якого з'єднаний з датчиком переміщень щупа, а вихід зв'язаний із системою управління ростом монокристала. Щуп електричне зв'язаний зі схемою визначення контакту щуп-розплав.

Недоліками відомих пристроїв є низька достовірність результатів виміру положення рівня розплаву, обумовлена залежністю результатів виміру від коливань рівня розплаву при введенні підживлення, стрибкоподібної зміни швидкості витягування монокристала, а також від зміни висоти меніска розплаву. У результаті формування помилкового сигналу управління для управляючого блоку на бічній поверхні вирощуваного монокристала з'являються "гофри", що свідчить про відсутність постійності діаметру монокристала по його висоті, а, отже, знижується і якість вирощуваного монокристала.

У якості прототипу нами обраний останній з аналогів.

В основу дійсного винаходу поставлена задача розробки пристрою для контролю положення рівня розплаву, що забезпечує підвищення якості вирощуваних монокристалів за рахунок збільшення достовірності результатів виміру.

Рішення задачі забезпечується тим, що в пристрої для контролю положення рівня розплаву, що містить щуп з датчиком його переміщень та електродвигун із системою управління, що включає блок обробки даних, контролер та схему визначення контакту щуп-розплав, перший та другий вихід якої підключені, відповідно, до входу контролера та до другого входу блоку обробки даних, перший вхід якого з'єднаний з датчиком переміщень щупа, а вихід зв'язаний із системою управління ростом монокристала, при цьому щуп електричне зв'язаний зі схемою визначення контакту щуп-розплав, відповідно до винаходу, у пристрій уведений нульовий показчик, механічно зв'язаний з валом датчика переміщень, а визначник положення нульового показчика розташований на нерухомій частині пристрою, при цьому перший вихід нульового показчика підключений до другого входу контролера, а його другий вихід, що забезпечує початок відліку, з'єднаний із третім входом блоку обробки даних.

Використання нульового показчика з прив'язкою визначника положення до нерухомої частини пристрою, дозволяє виключити можливість одержання даних, взаємозалежних за участю в процесі виміру рухливих елементів пристрою, а зв'язок нульового показчика з контролером та блоком обробки даних дозволяє оптимізувати моменти досягнення нульової точки та зміни напрямку обертання двигуна, що в результаті підвищує достовірність результатів виміру положення рівня, зменшує утворення "гофрів", а, отже, поліпшує якість вирощуваних монокристалів.

Механічне з'єднання нульового показчика з валом датчика переміщень здійснено без люфтів, пружних деформацій між ними, виявляючи собою, як би єдине ціле, що виключає появу недостовірних результатів виміру положення рівня розплаву.

На фігурі приведена схема пропонованого пристрою для контролю положення рівня розплаву.

Пристрій містить електродвигун 1, механічно зв'язаний із щупом 2 та датчиком 3 його переміщень, з валом якого механічно зв'язаний нульовий показчик 4, визначник положення якого розташований на нерухомій частині пристрою (на фігурі не показано). Система управління містить блок 5 обробки даних, контролер 6 та схему 7 визначення контакту щуп-розплав. Входи блоку 5 обробки даних підключені, відповідно, до виходу датчика 3 переміщень щупа 2 та до другого виходу схеми 7, перший вихід якої підключений до першого входу контролера 6, вихід якого підключений до електродвигуна 1. Щуп 2 електричне з'єднаний із входом схеми 7, а виходи нульового показчика 4 підключені до другого входу контролера 6 та третьому входові блоку 5 обробки даних, вихід якого зв'язаний із системою управління ростом монокристалів (на фігурі не приведена). На фігурі приведений також тигель 8 з розплавом.

У конкретному прикладі нульовий показчик 4 виконаний у виді непрозорого диска з прорізом, що переміщається разом з валом датчика 3 переміщень (енкодер типу LIP-5000) усередині визначника положення, що представляє собою перемикаючу оптичну пару типу TCST 110. Контролер 6 управління двигуном 1 - типу Lenze 8200 Vector.

Пристрій працює в такий спосіб.

При включенні пристрою в роботу процесор, розташований у блоці 5 обробки даних по другому вході опитує схему 7 визначення контакту щуп-розплав, з'єднаному з другим її виходом для визначення місця розташування щупа 2 у зоні виміру.

При торканні щупом 2 поверхні розплаву 8, тобто при наявності контакту в ланцюзі щуп-розплав здійснюють вимір положення рівня за допомогою датчика 3 переміщень, інформація з якого надходить на перший вхід блоку 5 обробки даних, з виходу якого це значення надходить у систему управління вирощуванням монокристала (на фігурі не приведена). Одночасно схема 7 по першому виході, з'єднаному з першим входом контролера 6 управління забезпечує включення двигуна 1 для переміщення рухливих елементів пристрою нагору.

Щуп 2 при своєму русі нагору виходить з розплаву, витягає на своєму кінці меніск, величина якого визначається в'язкістю, і, потім, відривається від розплаву.

Схема 7 визначення контакту щуп-розплав

змінить свій стан та по першому виході, з'єднаному з першим входом контролера 6 управління, підготує його для реверсування напрямку переміщення рухливих елементів пристрою. Однак переміщення щупа 2 та інших рухливих елементів униз не буде, поки нульовий показчик 4 не досягне нульової точки виміру. Відлікове пристосування нульового показчика 4 розташовують на рухливому валові датчика 3 переміщень, а визначник положення або точки початку відліку цього ж показчика 4 - на нерухомій частині пристрою.

Корекцію нульової точки нульового показчика 4 передбачають шляхом регульованого зсуву або повороту його відлікового пристосування на валові датчика 3.

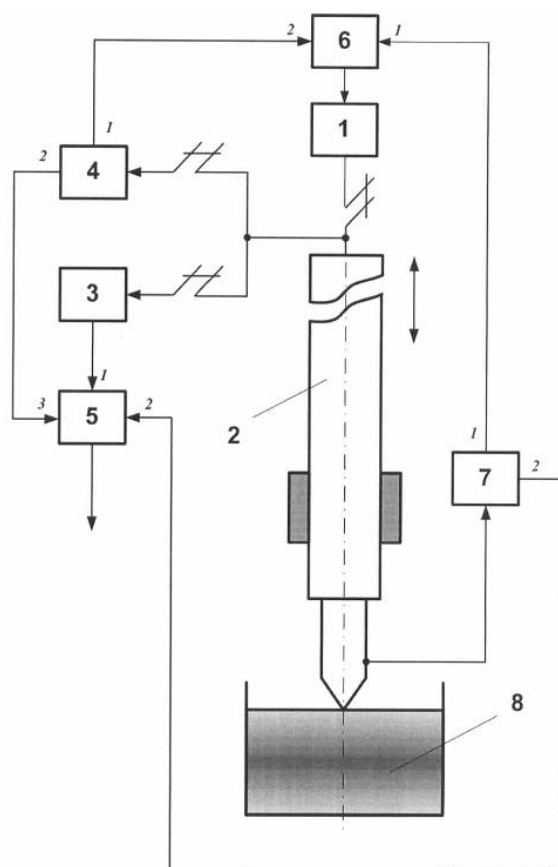
При досягненні нульової точки сигнал з першого виходу нульового показчика 4 надходить на другий вхід контролера 6 управління та змінює напрямок обертання двигуна 1.

Після визначеного інерційного вибігу щупа 2 (за рахунок інерції рухливих елементів, через запізнювання сигналу, поданого схемою визначника положення нульового показчика 4, чутливості схеми, тимчасової затримки в ланцюгах передачі сигналу), він починає переміщатися вниз до зони виміру положення рівня розплаву. Переміщається і встановлений на рухливому валові датчика 3 переміщень нульовий показчик 4.

При цьому нульовий показчик 4, другим своїм виходом з'єднаний із третім входом блоку 5 обробки даних, забезпечує початок відліку пристрою виміру положення рівня, крім результатів виміру, зв'язаних з величиною попередніх переміщень після реверсування двигуна 1, люфтами, інерцією елементів та т.д.

Нарешті відбувається торкання щупом 2 поверхні розплаву, визначення контакту в ланцюзі щуп-розплав схемою 7, вимір положення рівня в блоці 5 за допомогою датчика 3 переміщення та передача знову отриманого значення в систему управління вирощуванням монокристала. Одночасно схема 7 увімкне двигун 1 для переміщення рухливих елементів пристрою нагору. При цьому цикл виміру положення рівня розплаву повторюється.

Використання пристрою, що заявляється, у порівнянні з прототипом забезпечило надійність управління та підвищило якість вирощуваних монокристалів за рахунок збільшення достовірності результатів виміру положення рівня розплаву.



Фіг.