



УКРАЇНА

(19) UA (11) 78074 (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) а200501052

(22) 07.02.2005

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Герасимчук Лариса Іванівна, Горилецький Валентин Іванович, Гриньов Борис Вікторович, Гушнін Анатолій Михайлович, 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

SU 1415067 A2, 07.08.1986

JP 05238877, 17.09.1993

JP 05294785, 09.11.1993

JP 1094220, 12.04.1989

JP 58221123, 22.12.1983

JP 62049220, 03.03.1987

US 3882319, 06.05.1975

(57) Пристрій для контролю положення рівня розплаву, що містить електродвигун із системою керування, щуп та датчик його лінійних переміщень, який **відрізняється** тим, що в нього введено блок обробки даних і використано лінійний електродви-

2

гун, жорстко і вертикально встановлений на кришці ростової камери, а система керування двигуном містить контролер, перший та другий виходи якого підключені до відповідних якірних обмоток, а третій його вихід з'єднано з обмоткою збудження магнітопроводу з центральним отвором, та схему визначення контакту щуп-розплав, перший та другий виходи якої підключені, відповідно, до входу контролера та до другого входу блока обробки даних, перший вхід якого з'єднано з датчиком лінійних переміщень щупа, а вихід зв'язано із системою керування ростом монокристалів, при цьому магнітопровід відцентровано щодо осі корпусу лінійного двигуна верхнім фланцем корпусу і жорстко до нього прикріплено, а пустотілий якір, що має можливість вертикального переміщення відносно магнітопроводу, жорстко укріплено на рухливому фланці, що прикріплено пружиною, яка проходить по центру магнітопроводу, до верхнього фланця корпусу двигуна, з протилежної сторони рухливого фланця укріплено щуп, що живиться джерелом змінної напруги і електрично зв'язаний із схемою визначення контакту щуп-розплав, а пустотілий якір механічно зв'язано з датчиком лінійних переміщень щупа.

Винахід відноситься до області вимірювальної техніки і 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 600мм і висотою до 750мм) робить задачу його виміру і регулювання особливо актуальною.

В останні роки для контролю рівня розплаву широке поширення одержало використання лазерної техніки.

Так, відомий пристрій для контролю положення рівня розплаву [акц. з. Японії №2844032B2, C30B15/20], що містить лазерний датчик положення рівня розплаву з об'єктором, установлені поза піччю з можливістю вертикального перемі-

щення серводвигуном разом із штоком кристалодержателю за допомогою ходового гвинта та систему управління. Система управління містить блок, що управляє, перетворювач серводвигуна, задатчик рівня розплаву, схему синхронізації частоти коливань поверхні розплаву (об'єкторатор) [див. також акц. з. Японії №2816627B2, C30B15/26].

Недоліком відомого пристрою є його складність через необхідність точної юстировки лазера в ході процесу вирощування та наявність великої кількості механічних з'єднань, що мають люфти і не забезпечують необхідну точність контролю положення рівня розплаву.

Відомий пристрій для контролю положення рівня розплаву [а.с. СРСР №586338, G01F23/24], що містить реверсивний двигун із системою управління, ходовий гвинт із гайкою, на якій закріплений

(13) C2

(11) 78074

(19) UA

щуп, та движок вимірювального реохорда. Поперечка жорстко з'єднана з движком реохорда і 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 положення рівня розплаву [а.с. СРСР №1093906, G01F23/24], що містить реверсивний двигун із системою управління, узгоджувальний блок, ходовий гвинт із кронштейном, з'єднаним із щупом та движком вимірювального реохорда. 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 із 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 узгоджувальний блок до реверсивного двигуна.

Недоліками відомих пристроїв є складність їхніх систем управління і конструкції вузла переміщення щупа, з'єднання елементів якого мають люфти й інерційну реакцію на команди системи управління, що знижує точність контролю положення рівня розплаву. Слід також зазначити й імовірність налипання розплавленого матеріалу на кінці щупа, що також знижує точність контролю.

Як прототип нами обраний останній з аналогів.

В основу дійсного винаходу поставлена задача спрощення конструкції пристрою для контролю положення рівня розплаву та підвищення точності контролю.

Рішення задачі забезпечується тим, що в пристрої для контролю положення рівня розплаву, що містить електродвигун із системою управління, щуп та датчик його лінійних переміщень, відповідно до винаходу, в нього введено блок обробки даних і використано лінійний електродвигун, жорстко і вертикально встановлений на кришці ростової камери, а система управління двигуном містить контролер, перший та другий виходи якого підключені до відповідних якірних обмоток, третій його вихід з'єднано з обмоткою збудження магнітопроводу з центральним отвором, та схему визначення контакту щуп - розплав, перший та другий виходи якої підключені, відповідно, до входу контролера і до другого входу блоку обробки даних, перший вхід якого з'єднано з датчиком лінійних переміщень щупа, а вихід зв'язано із системою управління ростом монокристалів, при цьому магнітопровід відцентровано щодо осі корпусу лінійного двигуна верхнім фланцем корпусу і жорстко до нього прикріплений, а пустотілий якір, що має можливість вертикального переміщення відносно магнітопроводу, жорстко укріплено на рухливому фланці, що прикріплено пружиною, що проходить по центру магнітопроводу, до верхнього фланця корпусу двигуна, з протилежної сторони рухливого фланця

укріплено щупа, що живиться джерелом змінної напруги, і електрично зв'язано із схемою визначення контакту щуп - розплав, а пустотілий якір механічно зв'язано з датчиком лінійних переміщень щупа.

Використання лінійного двигуна для переміщення щупа в значній мірі спрощує конструкцію і зменшує габарити пристрою в порівнянні з аналогами. Спрощено і систему управління електродвигуном, тому що вона містить тільки елементи живлення його обмоток з універсальним контролером, що ними управляє.

Наявність джерела перемінної напруги для підігріву щупа виключає налипання розплавленого в тиглі матеріалу на його кінці.

Усе вищесказане забезпечує збільшення точності контролю положення рівня розплаву.

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

Пристрій містить корпус 1 лінійного електродвигуна з феромагнітного матеріалу жорстко і вертикально встановлений на кришці 2 ростової камери. Усередині корпусу 1 розташовано магнітопровід 3 з центральним отвором з магніто-м'якої сталі.

Магнітопровід 3 з обмоткою 4 збудження відцентровано щодо осі корпусу 1 лінійного двигуна верхнім фланцем 5 з неферомагнітного матеріалу і жорстко до нього прикріплений.

Пустотілий якір 6 з неферомагнітного матеріалу постачений якірними обмотками 7 і 8 і має можливість вертикального переміщення відносно магнітопроводу 3 за рахунок жорсткого кріплення на рухливому фланці 9, виконаного з немагнітного і токонеполюючого матеріалу. Рухливий фланець 9 прикріплено пружиною 10, що проходить по центру магнітопроводу 3, до верхнього фланця 5 корпусу двигуна. Пружина 10 виконана з немагнітної сталі і забезпечує компенсацію ваги рухливих частин у пристрої і вертикальне переміщення вгору пустотілого якоря 6 відносно магнітопроводу 3 в неробочому стані пристрою.

З протилежної сторони рухливого фланця 9 жорстко укріплено водоохолоджуваний тримач 11 (тому що він знаходиться у високотемпературній зоні розплаву) щупа 12.

Для підігріву до потрібної температури щуп 12 живиться джерелом 13 регульованої змінної напруги.

Система управління лінійним двигуном містить: контролер 14 та схему 15 визначення контакту щуп - розплав. Перший та другий виходи контролера 14 підключені, відповідно, до якірних обмоток 7 та 8, а його третій вихід - до обмотки 4 збудження магнітопроводу 3. Перший вихід схеми 15 підключений до входу контролера 14, а її вхід електрично з'єднано із щупом 12.

У пристрій введено блок 16 обробки даних, першим та другим входами підключений, відповідно, до датчика 17 лінійних переміщень щупа 12 і до другого виходу схеми 15, а виходом зв'язано із системою управління ростом монокристалів (на Фіг. не приведена). Датчик 17 механічно зв'язано з пустотілим якорем 6.

На Фіг. приведений тигель 18 з розплавом 19.

Пристрій працює в такий спосіб.

При виключеному контролері 14 управління рухлива частина пристрою підвішена на пружині 10 таким чином, що щуп 12 не торкається поверхні розплаву 19, знаходячись поблизу його.

Для запуску в роботу пристрою включають послідовно джерело 13 регульованої змінної напруги та контролер 14 для управління електродвигуном.

При включенні контролера 14 управління струм у якірній обмотці 8, що управляється по другому виходу контролера 14 по сигналу схеми 15 визначення контакту щуп - розплав, відсутній, тому що немає торкання розплаву 19 у ланцюжку щуп - розплав. У цей час йде розігрів щупа 12 до температури на 40-60° С вище температури розплаву від джерела 13 для виключення налипання розплаву на кінці щупа.

При включенні контролера 14 управління по третьому його виході електричний струм йде по обмотці 4 збудження і наводить магнітний потік (напрямок показаний на фіг. стрільцями) у магнітопроводі 3.

Магнітний потік проходить у повітряному зазорі між магнітопроводом 3 та корпусом 1, пронизуючи при цьому обмотки 7 і 8 якоря 6.

У цей же час по якірній обмотці 7, що управляється по виходу 1 контролера 14 протікає струм, при цьому виникає електродинамічна сила F_1 , що діє на кожен виток якірної обмотки 7.

Конструктивно напрямки F_j вибирають таким чином, щоб якір 6 переміщався в напрямку розплаву (у нашому випадку вниз).

У такому випадку рухлива система всього пристрою переміщається, переборюючи опір пружини 10 доти, поки щуп 12 торкнеться поверхні розплаву.

При торканні щупа 12 поверхні розплаву 19 схема 15 визначення контакту щуп - розплав змінює свій стан і по першому виходу впливає на контролер 14 управління.

На другому виході контролера 14 управління виникає напруга, і струм тече по якірній обмотці 8, викликаючи появу електродинамічної сили F_2 (Фіг.).

Конструктивно пристрій виконаний таким чином, що $F_2 > F_1$ і більш ніж вага рухливих частин пристрою.

При такому співвідношенні сил якір 6 переміщається вгору до відриву щупа 12 від поверхні розплаву 19. При цьому схема 15 визначення контакту щуп - розплав змінить свій стан, по другому виході контролера 14 управління відключить напругу, і струм у ланцюзі якірної обмотки 8 зникне.

Зміна стану контролера 14 управління приво-

дить до зникнення сили F_2 .

Оскільки сила F_1 є постійною, то якір 6, а з ним і щуп 12, рухаються до поверхні розплаву.

Далі процес повторюється в такому ж режимі.

Механічне з'єднання рухливого якоря 6 з датчиком 17 лінійних переміщень дозволяє фіксувати реальні зміни положення рівня розплаву в процесі роботи пристрою.

Вихідний сигнал блоку 16 обробки даних використовують у системі управління ростом монокристалів для зміни теплових режимів нагрівачів, швидкості витягування монокристала при рості, включення вузла підживлення розплаву і т.д.

Слід зазначити особливості в роботі пристрою.

Процес контролю положення рівня розплаву можна вести в двох режимах.

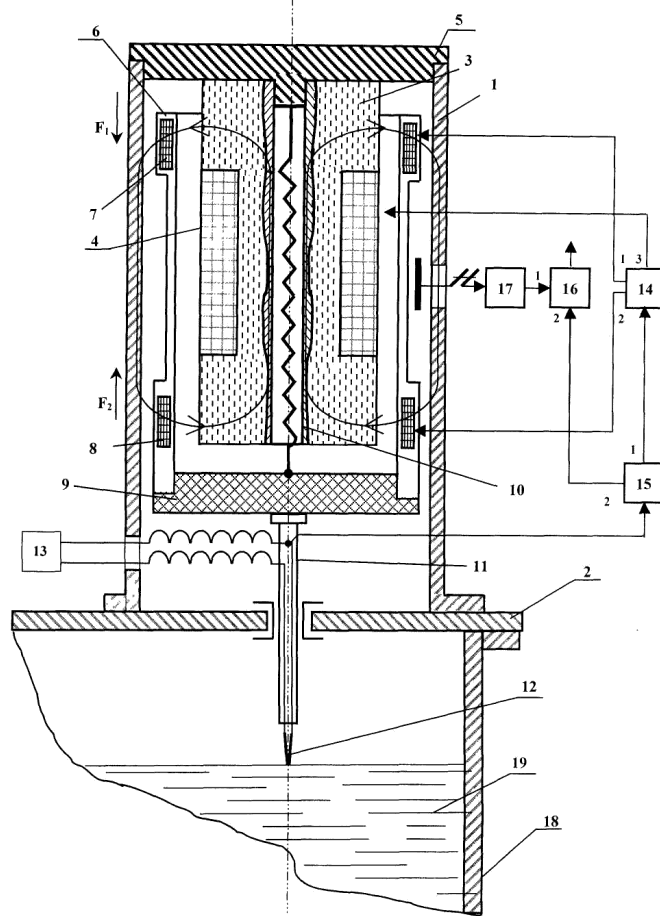
Перший - з відривом щупа від поверхні розплаву, описано вище.

Другий - без відриву щупа від поверхні розплаву досягається відповідним регулюванням величин струмів в обмотках 7 і 8 якоря і струму в обмотці 4 збудження контролером 14 управління електродвигуном, а також налаштуванням параметрів схеми 15 визначення контакту щуп - розплав.

У цьому випадку при торканні щупом 12 поверхні розплаву 19 контролер 14 по другому виходу подає сигнал на якірну обмотку 8. Щуп 12 відводиться від поверхні розплаву 19, але оскільки останній має визначену в'язкість, то з'являється меніск між щупом 12 і поверхнею розплаву 19. В міру витягування меніска, тобто зменшення його поперечного перерізу, опір проходженню електричного струму в ланцюзі щуп - розплав збільшується. При цьому, якщо параметри схеми 15 контакту щуп - розплав, а також контролера 14 управління настроєні на відстеження середньої величини струму в ланцюзі щуп - розплав, то будь-яке відхилення фактичної сили струму від цієї величини викликає зворотно-поступальний рух якоря 6, відповідно, і щупа 12. При цьому відстеження положення рівня розплаву буде відбуватися без відриву щупа 12 від останнього.

Можливість роботи пристрою без відриву від поверхні розплаву перевірена і підтверджена експериментально. На підставі цього, можна зробити висновок про те, що запропонований пристрій може бути використаний для відстеження положення рівня не тільки розплаву, але і будь-яких інших струмопровідних рідин.

Таким чином, конструктивне виконання пристрою, що заявляється, у порівнянні з аналогами є більш простим, надійним і забезпечує більш точний контроль положення рівня розплаву.



Фіг.