

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042935**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.04.05

(51) Int. Cl. **B33Y 10/00** (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)

(21) Номер заявки
202000250

(22) Дата подачи заявки
2020.07.06

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(43) **2022.01.31**

(96) **2020/ЕА/0042 (ВУ) 2020.07.06**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**ЧИВЕЛЬ ЮРИЙ
АЛЕКСАНДРОВИЧ; ЖАРСКИЙ
ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ (ВУ)**

(56) Gridsada Phanomchoeng etc. Hybrid Motor
System for High Precision Position Control of a Heavy
Load Plant. Engineering Journal, 2019, Vol. 23, No. 6,
p. 161-173

EP-A1-3492244
CN-U-207563741
US-A1-20070057412

(74) Представитель:
Чивель Ю.А. (ВУ)

(57) Изобретение относится к области высокоэнергетической обработки материалов, а именно к получению изделий из порошков с применением потоков излучения и частиц, и может быть использовано в селективном спекании или плавлении. Способ включает последовательное нанесение слоев порошка определенной толщины при вертикальном перемещении поршня рабочего бункера со спекаемым изделием, программируемое селективное спекание/плавление заданной области в плоскости каждого слоя. Способ отличается тем, что вертикальное перемещение поршня рабочего бункера на величину толщины слоя осуществляют пневматически или гидравлически при горизонтировании поверхности поршня с помощью гидравлической или пневматической системы, расположенной внутри поршня. По окончании процесса спекания изделия поршень опускают вниз, неспеченный порошок из рабочего бункера удаляют. Изделие вывозят из рабочего бункера через сдвигаемую боковую стенку рабочего бункера, а порошок после просеивания для удаления дефектного порошка возвращают в бункера-питатели для повторного использования. Устройство для реализации способа содержит рабочую камеру с входным окном, лазер, рабочий бункер с поршнем, бункер-питатель, каретку засыпки и укладки порошка. Устройство дополнительно снабжено абсолютно герметичной пневматической или гидравлической системой поддержки поршня с изделием, а поршень снабжен гидравлической или пневматической системой обеспечения горизонтальности поверхности поршня; кроме того, устройство дополнительно снабжено измерительными рейками на основе магнитоотрицательного датчика для измерения положения поршня или тремя интерференционными датчиками перемещения, расположенными в пространстве под поршнем, а поршень снабжен тремя или четырьмя шариковинтовыми парами с серво- или шаговым приводами, расположенными по углам цилиндра рабочего бункера; кроме того, устройство дополнительно снабжено сдвигаемой задней стенкой рабочего бункера для вывоза изделия в горизонтальном направлении из рабочего бункера для последующей обработки.

B1**042935****042935****B1**

Область изобретения

Изобретение относится к области аддитивных технологий и может быть использовано при получении объемных изделий из порошков.

Уровень техники

Процесс подъема и опускания с высокоточным контролем положения является важным применением в различных отраслях промышленности. Примером такого поднятия и опускания является процесс спекания изделий из порошка металла и керамики в 3D-принтерах. Сложно спроектировать механизм и контроллер для точного перемещения базового стола, потому что он должен контролировать базовое положение системы с большой площадью и весом, изменяющимся в большом диапазоне. Кроме того, трение в системе будет меняться соответственно. Это приводит к низкой точности при больших нагрузках.

Известен способ получения изделий из порошков [1], состоящий в последовательном нанесении слоев из различных порошков и их селективном спекании. Однако данный способ не позволяет изготовить с высокой точностью (10 мкм) крупногабаритные изделия из металлов и керамики размером 1000×1000×1000 мм и более, так как для вертикального перемещения используются электромеханические системы, например на основе шариковинтовых пар [2] с крайне ограниченной нагрузочной способностью.

Наиболее близким по технической сущности является способ получения объемных изделий из порошков [3], состоящий в последовательном нанесении слоев из различных порошков и их селективном спекании. В этом способе для вертикального перемещения изделия используется гибридная система на основе двигателя постоянного тока с шариковинтовой парой и пневматического привода.

Этот пневматический привод предназначен для выдерживания большой нагрузки, а двигатель постоянного тока и шариковый винт предназначены для управления положением. Но данная гибридная система имеет большие габариты в вертикальном направлении более чем вдвое превышающая высоту изготавливаемой детали, кроме того пневматический привод работает при больших давлениях в рабочем цилиндре, что создает проблемы с утечкой рабочего вещества - газа, его сжимаемостью и приводит к низкой точности вертикального перемещения и точности изготовления изделия.

Известно устройство для послойного лазерного спекания изделий из порошковых материалов [4], содержащее рабочую камеру, лазер, оптически связанный с фокусирующей системой и системой сканирования луча, рабочий бункер, поршень с электромеханическим приводом вертикального перемещения, перемещающий слой порошка и изделие, бункер-питатель, роллер засыпки и укладки порошка. Поршень расположен консольно по отношению к шариковинтовой паре. С помощью данного устройства невозможно получить с высокой точностью (10 мкм) крупногабаритные изделия из металлов и керамики размером 1000×1000×1000 мм и более по причине низкой нагрузочной способности шариковинтовых передач, а вес нагрузки может достигать десятков тонн. Кроме того, возникают сложности с герметизацией заполненного порошком рабочего объема. Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является представленное в [3] устройство для послойного спекания изделий из порошковых материалов, содержащее рабочую камеру, лазер с системой сканирования и фокусировки луча, рабочий бункер, заполненный порошком, гибридную систему на основе двигателя постоянного тока с шариковинтовой парой и пневматического привода. Этот пневматический привод предназначен для выдерживания большой нагрузки, а двигатель постоянного тока и шариковый винт предназначены для управления положением. Но данная гибридная система имеет большие габариты в вертикальном направлении более чем вдвое превышающая высоту изготавливаемой детали, кроме того пневматический привод работает при больших давлениях в рабочем цилиндре, что создает проблемы с утечкой рабочего вещества - газа, его сжимаемостью и приводит к низкой точности вертикального перемещения и точности изготовления изделия. Используя данное устройство невозможно получить с высокой точностью (10 мкм) крупногабаритные изделия из металлов, пластиков и керамики размером 1000×1000×1000 мм и более.

Задачей данного изобретения является разработка способа получения объемных изделий из порошков, позволяющего получить спеченные крупногабаритные изделия из порошков с габаритами 1000×1000×2000 мм и более с точностью не хуже 10 мкм, и устройств для его реализации.

Краткое описание изобретения

Для решения поставленной задачи предложен способ, который включает последовательное нанесение слоев порошка при перемещении поршня рабочего бункера со спекаемым изделием в вертикальном направлении и программируемое селективное спекание/плавление заданной области в плоскости каждого слоя. При этом вертикальное перемещение изделия осуществляется пневматической или гидравлической системой, при этом воздействие газа или жидкости осуществляется на всю рабочую поверхность поршня рабочего бункера. Горизонтирование поверхности поршня осуществляется специальной пневмо- или гидравлической системой встроенной в объем поршня. В другом варианте горизонтирование осуществляют механически, с помощью нескольких шариковинтовых пар с сервоприводом. Перемещение поршня и горизонтальность его поверхности контролируется с помощью магнитострикционных датчиков или интерференционных датчиков и ПИД контроллера обратной связи с точностью не хуже 10 мкм.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 представлена схема первого варианта устройства.

На фиг. 2 представлена схема второго варианта устройства.

На фиг. 3 представлена схема третьего варианта устройства.

Детальное описание изобретения

Сущность способа поясняется чертежом на фиг. 1. На поршень 6 рабочего бункера (фиг. 1) наносят слой порошка. После спекания заданной области 5 слоя порошка 1 (фиг. 1) поршень рабочего бункера 6 со спеченным изделием перемещают вниз на толщину следующего слоя. Перемещение поршня осуществляют путем удаления части газа из полимерной гофрированной цилиндрической емкости 16 специальной конструкции с площадью оснований равной площади поршня и опускания поршня под собственным весом и весом изделия и порошка в слое. При этом необходимое давление газа в емкости для уравнивания поршня создается пневматической системой 18 и не превышает одной-двух избыточных атмосфер. Перемещение поршня контролируется с помощью магнитострикционных датчиков 29 (фиг. 1) или интерференционных датчиков 30 (фиг. 2) и ПИД контроллера обратной связи с точностью не хуже 10 мкм [4]. Для перемещения поршня с площадью 1000×1000 мм при перемещении на 1 мкм необходимо удалить объем газа 1 см³, что легко осуществляется игольчатым клапаном с точностью не хуже 0.1 см³. Во втором варианте способа вертикальное перемещение поршня контролируется гидравлически с заполнением подпоршневого пространства жидкостью.

Для обеспечения горизонтальности поверхности поршня его конструкция имеет систему специальных упоров с роликами 27 представленных на фиг. 1. Для создания усилий и получения кренящего момента используется гидравлическая или пневматическая система 25, расположенная внутри рабочего поршня и питающаяся через гибкий шланг 23 от гидросистемы или пневмосистемы 15. В другом варианте (фиг. 3) устройства горизонтальность поршня обеспечивается консольной системой 34 с четырьмя шариковинтовыми парами 33 с серво- или шаговыми двигателями 32, расположенными в углах рабочего бункера. Шариковинтовые пары закрыты от попадания порошка металлическими роллетами 35.

Повторяют процесс необходимое число раз, получая в итоге крупногабаритное 3D-изделие. По окончании процесса спекания изделия поршень опускают в нижнее положение и неспеченный порошок из рабочего бункера удаляют через боковые отверстия 20 и извлекают объемное изделие через сдвижную стенку 22 рабочей камеры вбок в отсек для дальнейшей обработки.

В другом варианте метода (фиг. 2) жидкость или газ занимают весь объем под поршнем и герметичная изоляция объема обеспечивается уплотнением поршня и уплотнения системы лючков для сброса порошка. При давлении 1-2 атм это обеспечивается стандартными уплотнителями 28.

Задачей заявляемого изобретения является расширение функциональных возможностей устройств селективного лазерного спекания с целью получения крупногабаритных изделий из порошков путем реализации предлагаемого способ получения таких изделий. Для решения поставленной задачи в первом варианте предлагается устройство для получения изделий из порошков, содержащее рабочую камеру, лазер, оптически связанный с системой сканирования и фокусировки луча, рабочий бункер с поршнем, перемещающим слой порошка и изделие в вертикальном направлении, бункер-питатель, каретку засыпки и укладки порошка. Устройство дополнительно снабжено герметичной гофрированной пластиковой емкостью с боковыми роликами, заполненной газом, размещенной в пространстве рабочего бункера под поршнем, на которой и лежит поршень. Площадь горизонтального сечения емкости равна площади поршня рабочей камеры. Перемещение поршня в вертикальном направлении осуществляется абсолютно герметичной пневматической системой при максимальном избыточном давлении не более одной-двух атмосфер. Кроме того, устройство дополнительно снабжено 2-4 измерительными рейками 29 на основе магнитострикционного датчика для измерения положения поршня с точностью 10 мкм и системой обратной связи на ПИД контроллерах. Современные электронные системы управления пневмо-гидравлическими системами перемещений позволяют получить точность не хуже 5 мкм [4]. В другом варианте устройства контроль вертикального перемещения с точностью не хуже 10 мкм осуществляется тремя интерференционными датчиками 30 с уголковыми отражателями 31, расположенными в пространстве под поршнем (фиг. 2). Кроме того, устройство дополнительно снабжено сдвигаемой задней стенкой рабочего бункера 22 для вывоза крупногабаритного изделия из рабочего бункера для последующей обработки.

Сущность изобретения поясняется чертежами (фиг. 1, 2), где 1 - лазер; 2 - система сканирования и фокусировки луча; 3 - поверхность спекания; 4 - слой порошка; 5 - изделие; 6 - поршень рабочего бункера; 7 - технологическая камера; 8 - рабочий бункер; 9 - система вакуумной откачки и газовая система; 10 - емкость сбора порошка; 11 - отверстия системы удаления порошка; 12 - система вакуумной транспортировки порошка; 13 - каретка засыпки и укладки порошка; 14 - бункер-питатель; 15 - система очистки порошка; 16 - полимерная гофрированная емкость; 17 - пневматическая (гидравлическая) система горизонтирования поршня; 18 - гидро (пнеumo) генератор; 19 - система очистки порошков; 20 - заслонка; 21 - двигатель открытия заслонки; 22 - сдвигаемая стенка рабочего бункера; 23 - шланг; 24 - система вакуумной транспортировки; 25 - пневмо (гидро) система горизонтирования поршня; 26 - пневмо (гидро) цилиндр с роликом; 27 - пружина с роликом; 28 - уплотнение; 29 - магнито-стрикционный датчик; 30 -

интерференционный датчик перемещений с угловым отражателем 31.

Устройство работает следующим образом. Рабочая камера вакуумируется и при необходимости заполняется газом из газовой системы 14. Каретка засыпки и укладки порошков 9 заполняются порошком из бункера питателя 10. На поршне 6 рабочего бункера 9, находящегося в некотором исходном положении наносится слой порошка 6 (фиг. 1) и осуществляется спекание области порошка 5. Поршень рабочего бункера 6 опускают на высоту спекаемого слоя путем удаления газа из подпоршневого пространства и наносят с помощью каретки следующий слой порошка 6 (фиг. 1). Укладка из емкости каретки производится путем дозированного сброса порошка на поверхность и его разравнивания ножом данной каретки. Затем проводится селективное спекание слоя. Контроль вертикального перемещения и горизонтальности поверхности поршня осуществляют интерференционными оптическими датчиками 30.

По окончании процесса спекания изделия поршень опускают вниз до упора и через отверстия 20 системы удаления порошка неспеченный порошок из рабочего бункера удаляют в емкость 16, и далее порошок транспортируется в систему очистки порошков 19. Очищенный порошок возвращают в бункер-питатель 10 для повторного использования с помощью системы вакуумной транспортировки 24. Для извлечения изделия открывают заднюю стенку рабочей камеры 22 и вывозят платформу с изделием в модуль очистки и обработки.

Использование пневматической системы вертикального перемещения поршня с изделием при полной механической автономности поршня позволяет значительно расширить возможности метода селективного лазерного спекания на область высокоточного производства крупногабаритных изделий из металлов, керамики и пластика.

В другом варианте устройства (фиг. 2) подпоршневое пространство заполнено жидкостью, при давлении 1-2 атм, а контроль вертикального перемещения с точностью не хуже 10 мкм осуществляется магнитострикционными датчиками, расположенными в стенках рабочей камеры (фиг. 1). При столь малых давлениях уплотнение поршня рабочей камеры осуществляется стандартными уплотнениями 28.

В третьем варианте устройства (фиг. 3) для горизонтирования поверхности поршня используются шариковинтовые приводы (32-34), расположенные по углам рабочего цилиндра и уплотняемые ленточными стальными роллетами 35.

Таким образом, заявляемый метод и устройства для его осуществления позволяют изготавливать методом селективного спекания/плавления крупногабаритные 3D-изделия из металлов, керамики и пластика более 1000×1000×2000 мм и весом более 10 т с точностью не хуже 10 мкм. При этом вертикальные габариты устройств незначительно превышают высоту изделий.

Литература

1. Deckard C., Beamon J. et al. // US Patent № 5155324, 13.10.1992.
2. High Performance Linear actuators for additive manufacturing, using selective laser melting // www.atlantadrivers.com.
3. Gridsada Phanomchoeng, Ratchatin Chanchaoen Hybrid Motor System for High Precision Position Control of a Heavy Load Plant // Engineering Journal.
4. DMP Factory 500 // www.3D Systems.com.
5. Ji-Seong Jang, Jung-Hoan Byun. A method of accurate position control with a pneumatic cylinder driving apparatus // Journal of Mechanical Science and Technology July 2006, Volume 20, Issue 7, p. 993-1001.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

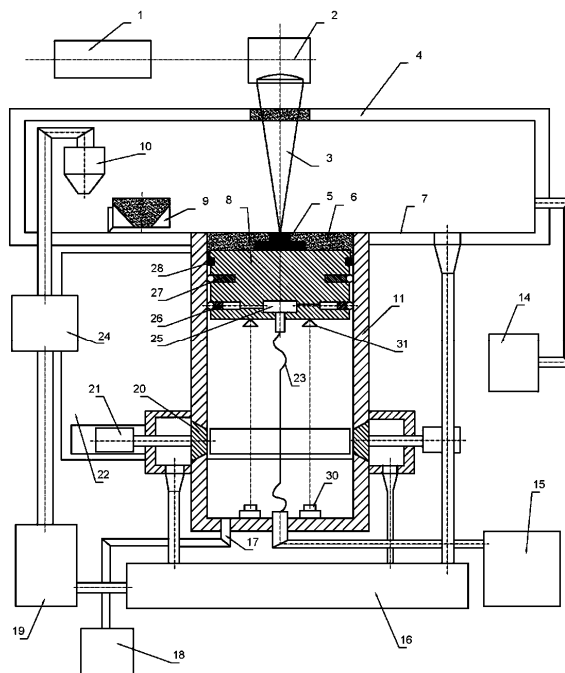
1. Способ получения крупногабаритных объемных изделий из порошков, включающий последовательное нанесение слоев порошка при вертикальном перемещении поршня рабочего бункера со спекаемым изделием и программируемое селективное спекание заданной области в плоскости каждого слоя, отличающийся тем, что вертикальное перемещение поршня рабочего бункера на величину толщины слоя осуществляют пневматически или гидравлически при горизонтировании поверхности поршня с помощью гидравлической или пневматической системы, расположенной внутри поршня.

2. Способ получения крупногабаритных объемных изделий из порошков, включающий последовательное нанесение слоев порошка при вертикальном перемещении поршня рабочего бункера со спекаемым изделием и программируемое селективное спекание заданной области в плоскости каждого слоя, отличающийся тем, что вертикальное перемещение поршня рабочего бункера на величину толщины слоя осуществляют пневматически или гидравлически при горизонтировании поверхности поршня механически с помощью системы шариковинтовых пар с серво- или шаговым приводом.

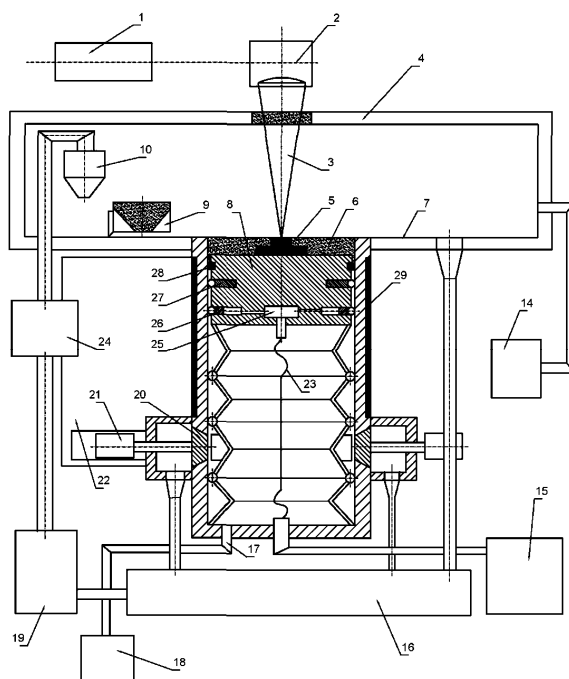
3. Устройство для получения объемных изделий из порошков, содержащее рабочую камеру с входным окном, лазер, оптически связанный с системой сканирования и фокусировки луча, рабочий бункер с поршнем, выполненный с возможностью перемещения слоя порошка и спекаемого изделия в вертикальном направлении, бункер-питатель, каретку засыпки и укладки порошка, отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено абсолютно герметичной пневматической или гидравлической системой поддержки поршня с изделием, а поршень снабжен гидравлической или пневматической системой обеспечения горизонтальности поверхности поршня; кроме того, устройство дополнительно снабжено изме-

рительными рейками на основе магнитоstrictionного датчика для измерения положения поршня или тремя интерференционными датчиками перемещения, расположенными в пространстве под поршнем.

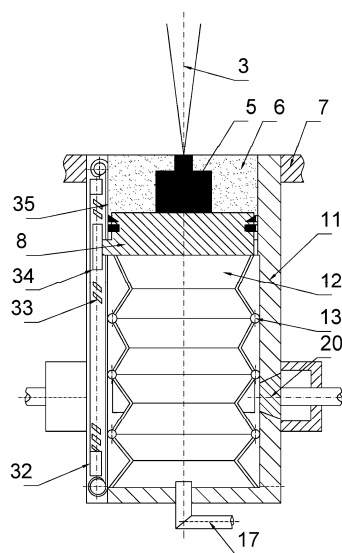
4. Устройство для получения объемных изделий из порошков, содержащее рабочую камеру с входным окном, лазер, оптически связанный с системой сканирования и фокусировки луча, рабочий бункер с поршнем, выполненный с возможностью перемещения слоя порошка и спекаемого изделия в вертикальном направлении, бункер-питатель, каретку засыпки и укладки порошка, отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено абсолютно герметичной пневматической или гидравлической системой поддержки поршня с изделием, а поршень снабжен тремя или четырьмя шариковинтовыми парами с серво- или шаговым приводами, расположенными по углам цилиндра рабочего бункера; кроме того, устройство дополнительно снабжено сдвигаемой задней стенкой рабочего бункера для вывоза изделия в горизонтальном направлении из рабочего бункера для последующей обработки.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

