

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 201900162 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2020.01.09

(51) Int. Cl. *B22F 9/10* (2006.01)  
*B22F 9/04* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2017.09.21

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА

(31) 2016903874; 2017902152

(32) 2016.09.23; 2017.06.06

(33) AU

(86) PCT/AU2017/000202

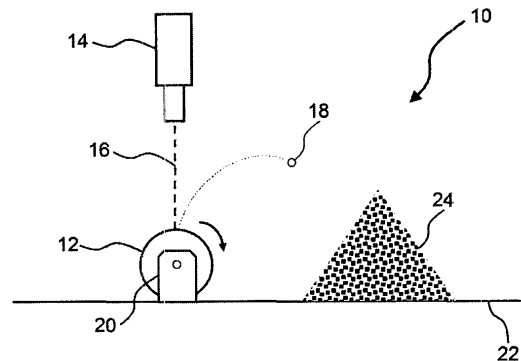
(87) WO 2018/053572 2018.03.29

(71) Заявитель:  
ОРОРА ЛАБС ЛИМИТЕД (AU)

(72) Изобретатель:  
Бадж Дэвид, Генри Джон Натан (AU)

(74) Представитель:  
Песиков Э.П. (RU)

(57) В заявке описано устройство (10) для получения порошка, содержащее источник (14) энергии для испускания на заготовку (12) по меньшей мере одного луча (16) энергии, который сконфигурирован, по меньшей мере, на частичное плавление заготовки (12) с формированием по меньшей мере одной ванны расплавленного материала на заготовке (12), при этом устройство (10) сконфигурировано на приложение к заготовке (12) усилия, вызывающего выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы (18) порошка.



A1

201900162

201900162

A1

## УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА

### Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройству и способу получения порошка, более точно, но не исключительно получения металлических порошков.

### Предпосылки создания изобретения

Порошки используются в разнообразных промышленных технологиях. Металлические порошки, в частности, используются в аддитивных промышленных технологиях, таких как 3D-печать.

Известные способы получения металлических порошков включают дробление, измельчение и расщепление исходных металлов на газ и воду. Эти технологии занимают много времени и приводят к образованию частиц порошка, которые имеют низкое качество и весьма беспорядочные размеры. Это отсутствие однородности значительно снижает применимость этих порошков для 3D-печати.

В основу настоящего изобретения положена задача создания устройства и способа получения порошка, в которых, по меньшей мере, частично уменьшены и преодолены эти недостатки.

### Краткое изложение сущности изобретения

В соответствии с одной из особенностей настоящего изобретения предложено устройство для получения порошка, содержащее:

источник энергии для испускания на заготовку, по меньшей мере, одного луча энергии, который сконфигурирован, по меньшей мере, на частичное плавление заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке,

при этом устройство сконфигурировано на приложение к заготовке усилия, вызывающего выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы порошка.

Устройство может дополнительно содержать электродвигатель, сконфигурированный на вращение заготовки вокруг оси и тем самым приложение к заготовке центробежной силы, вызывающей отклонение капли от оси.

Заготовка может содержать множество сформированных в ней удлиненных каналов, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае заготовки, при этом каждый канал сконфигурирован на перенос расплавленного материала, протекающего по поверхности заготовки, в направлении края, и каждый

канал имеет форму и размер поперечного сечения, определяющие форму и размер капель расплавленного материала, которые выбрасываются от края.

Источник энергии может быть сконфигурирован на плавление заготовки таким образом, чтобы вызвать формирование множества каналов.

Устройство может дополнительно содержать средство вибрации, сконфигурированное на сообщение заготовке вибрации, вызывающей выброс капли из ванны.

Устройство может дополнительно содержать средство зарядки, сконфигурированное на приложение к заготовке магнитной или электростатической силы, вызывающей выброс капли из ванны.

Источник энергии может быть сконфигурирован на фокусировку луча энергии на участке заготовки, имеющем площадь поверхности менее  $1000000 \text{ мкм}^2$  ( $1 \text{ мм}^2$ ).

Источник энергии может быть сконфигурирован на фокусировку луча энергии на участке заготовки, имеющем площадь поверхности менее  $10 \text{ мкм}^2$ .

Источник энергии может быть выбран из любого источника, включающего лазерный луч, коллимированный световой луч, микроплазменную сварочную дугу, электронный луч или ускоритель частиц.

Устройство может дополнительно содержать средство луча энергии на множество отдельных лучей энергии, направленных на заготовку.

Устройство может содержать множество источников энергии для испускания множества отдельных лучей энергии на заготовку.

Устройство может дополнительно содержать средство фокусировки множества отдельных лучей энергии на общей фокально точке на заготовке.

Заготовка может состоять преимущественно из металлического материала для получения металлического порошка.

Заготовка может являться цилиндрической.

Заготовка может являться конической.

Заготовка может состоять преимущественно из титана.

Заготовка может состоять преимущественно из нержавеющей стали или стального сплава.

Заготовка может состоять преимущественно из чистого металла, металлического сплава, металлокерамического материала или другого металлического материала.

Заготовка может состоять из неметаллического материала для получения неметаллического порошка.

Заготовка может состоять преимущественно из керамики, оксида металла, металлокерамического материала, композита или другого применимого материала для получения порошка.

Устройство может дополнительно содержать средство сканирования, сконфигурированное на определение положения, скорости и/или профиля поверхности заготовки.

Средство сканирования может быть дополнительно сконфигурировано на измерение размера и формы каждой частицы порошка.

Устройство может дополнительно содержать клапанный блок для выброса скопившихся частиц порошка из устройства.

В соответствии с дополнительной особенностью настоящего изобретения предложен способ получения порошка, включающий стадии:

испускания, по меньшей мере, одного луча энергии из источника энергии на заготовку с целью, по меньшей мере, частичного плавления заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке;

приложения усилия к заготовке с целью вызвать выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием, по меньшей мере, частицы порошка.

Способ может дополнительно включать:

фокусировку источника энергии на заготовке таким образом, чтобы вызвать формирование в заготовке множества каналов, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае заготовки; и

обеспечение протекания расплавленного материала по поверхности заготовки и через каналы к краю, в результате чего капли расплавленного материала выбрасываются от края.

#### Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение будет далее описано в качестве примера со ссылкой на сопровождающие его чертежи, на которых:

на фиг. 1 показано устройство для получения порошка согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

на фиг. 2 показано устройство для получения порошка согласно одному из дополнительных вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 3 показано устройство для получения порошка согласно одному из дополнительных вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 4 показано устройство для получения порошка согласно одному из дополнительных вариантов осуществления настоящего изобретения.

#### Подробное описание

На фиг. 1 показано устройство для получения порошка согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения, в целом обозначенное позицией 10.

Устройство 10 содержит заготовку 12 и источник 14 энергии для испускания на заготовку 12, по меньшей мере, одного луча 16 энергии, который сконфигурирован, по меньшей мере, на частичное плавление заготовки 12 с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке 12. Устройство 10 сконфигурировано на приложение к заготовке 12 усилия, вызывающего выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы порошка 18.

Более точно, заготовка 12 имеет цилиндрическую форму.

В качестве альтернативы, заготовка 12 имеет коническую форму.

Заготовка 12 предпочтительно состоит преимущественно из металлического материала для формирования частиц металлического порошка. Например, заготовка 12 предпочтительно состоит преимущественно из титана, нержавеющей стали или стального сплава или металлокерамического материала.

В альтернативных вариантах осуществления заготовка 12 может состоять преимущественно из неметаллического материала, такого как, например, керамика, оксид металла, металлокерамический материал, композит или другого применимого неметаллического материала для получения неметаллического порошка.

Как показано на фиг. 4, источник 14 энергии может быть сконфигурирован на плавления заготовки 12 таким образом, что в заготовке 12 формировалось множество удлиненных каналов 26, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае 28 заготовки 12.

Каждый канал 26 сконфигурирован на перенос расплавленного материала, протекающего по поверхности 22 заготовки 12, к краю 28, и имеет форму и размер поперечного сечения, определяющие форму и размер капель расплавленного материала 18, которые выбрасываются наружу от края 28.

Устройство 10 может дополнительно содержать электродвигатель 20, который сконфигурирован на вращения заготовки 12 с высокой скоростью вокруг ее продольной

оси. Электродвигатель 20, показанный на фиг. 1, сконфигурирован на вращение заготовки 12 вокруг своей оси по часовой стрелке.

Источником энергии 14 предпочтительно является лазерный луч, коллимированный луч света, микроплазменная сварочная дуга, электронный луч или ускоритель частиц.

Источник 14 энергии сконфигурирован на фокусировку луча 16 энергии на участке заготовки 12, который имеет площадь поверхности менее  $1000000 \text{ мкм}^2$ , предпочтительно, менее  $10000 \text{ мкм}^2$ .

В процессе применения луч 16 энергии направляют на участок заготовки 12 в течение достаточного периода времени, чтобы вызвать повышение температуры участка и его плавление с формированием небольшой ванны расплавленного материала. В результате вращательного движения заготовки 12 на заготовку 12 и ванну воздействует центробежная сила. Это приводит к образованию капли расплавленного материала и ее выбросу из ванны в радиальном направлении от оси вращения заготовки 12. Из-за высокой скорости вращения заготовки 12 капля выбрасывается сразу после образования ванны расплавленного материала.

Выброшенная капля затвердевает при прохождении через воздух или вакуум, окружающий заготовку 12, и образует одну частицу 18 порошка. За счет поверхностного натяжения расплавленной капли образующаяся частица 18 порошка имеет почти идеальную сферическую форму. Движущаяся сферическая частица 18 порошка проходит через окружающее пространство до тех пор, пока не оказывается на рабочей поверхности 22 устройства 10. Этот процесс повторяют, чтобы сформировать дополнительные частицы 18 порошка. Частицы 18 накапливаются в запасе 24, формируемом на рабочей поверхности 22.

Устройство 10 дополнительно содержит клапанный блок (не показан), который периодически открывается, вызывая тем самым вытеснение из устройства 10 порошка, собранного в запасе 24, в результате чего его можно упаковывать и хранить для последующего использования. Процесс получения порошка останавливают после того, как истощается исходный материал на заготовке 12.

Устройство 10 дополнительно содержит средство сканирования (не показано), которое сконфигурировано на определение в реальном времени положения, скорости вращения и/или профиля поверхности заготовки 12 во время использования, а также размера и формы каждой частицы 18 порошка, сформированной с использованием устройства 10. Эти данные используются вместе с комбинаторной логической схемой с

целью управления параметрами и компонентами устройства 10, которые влияют на размер и частоту образующихся частиц 18 порошка. Они включают, в частности, скорость, с которой вращается заготовка 12, продолжительность времени, в течение которого луч 16 энергии направляется на заготовку 12, интенсивность луча 16 энергии и площадь поверхности участка заготовки 12, на котором фокусируется луч 16 энергии при формировании каждой частицы 18.

Средство сканирования также сконфигурировано на определение размера и формы каждой переносимой по воздуху частицы 18 порошка, пока она перемещается от заготовки 12 до запаса 24 и затвердевает. Эти данные дополнительно используются для управления направлением и интенсивностью луча 16 энергии, включая, при необходимости, направление луча 16 энергии на переносимую по воздуху частицу 18 с целью управления скоростью ее охлаждения.

Средство сканирования и комбинаторная логическая схема также сконфигурированы на управление последовательностью и соответствующими местоположениями участков заготовки 12, на которые избирательно направляется луч 16 энергии. За счет этого обеспечивается последовательная и равномерная обработка заготовки 12, в результате чего форма заготовки 12 остается практически одинаковой и сбалансированной во время использования.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 1, используется единственный источник 14 энергии, который сконфигурирован на испускание одного луча 16 энергии. Однако в качестве альтернативы, устройство 10 может содержать множество источников энергии, которые сконфигурированы на одновременное или последовательное испускание множества лучей энергии на множество участков заготовки 12 с целью повышения скорости формирования порошка.

В качестве альтернативы, устройство 10 может содержать один источник 14 энергии, который действует совместно со средством расщепления одного луча 16 энергии, который испускается источником 14 энергии, на множество отдельных лучей энергии, которые направляются на заготовку 12.

В вариантах осуществления изобретения, которые сконфигурированы на направление множества отдельных лучей энергии на заготовку 12, устройство 10 дополнительно содержит средство фокусировки, которое приспособлено при использовании для фокусировки одного или нескольких отдельных лучей энергии на общей фокальной точке на заготовке 12.

На фиг. 2 показано устройство 10 для получения порошка согласно одному из дополнительных вариантов осуществления изобретения. Устройство 10 во всех существенных отношениях идентично устройству согласно варианту осуществления, показанному на фиг. 1, за исключением того, что устройство 10 не содержит электродвигатель 20. Вместо этого устройство 10 содержит средство 26 вибрации, которое сконфигурировано на перемещение заготовки 12 вперед и назад при колебательном движении. Средство 26 вибрации изображено как простое приводное колесо 28 и поршень 30, сконфигурированный на перемещение заготовки 12 вверх и вниз по синусоиде относительно рабочей поверхности 22.

При использовании источник 14 энергии испускает луч 16 энергии и в течение определенного времени направляет его на участок заготовки 12, что вызывает плавление участка и образование небольшой ванны расплавленного материала. Колебательное движение заготовки 12 вызывает выброс капли расплавленного материала из ванны в сторону от заготовки 12. Этот процесс повторяется с целью получения последующих частиц порошка.

На фиг. 3 показано устройство для получения порошка 10 согласно одному из дополнительных вариантов осуществления изобретения. Устройство 10 во всех существенных отношениях идентично устройству согласно варианту осуществления, показанному на фиг. 3, за исключением того, что устройство 10 не содержит средство 26 вибрации. Вместо этого устройство 10 содержит средство 32 зарядки, которое сконфигурировано на приложение магнитной или электростатической силы к заготовке 12.

При использовании источник 14 энергии испускает луч 16 энергии и в течение определенного времени направляет его на участок заготовки 12, что вызывает плавление участка и образование небольшой ванны расплавленного материала. Магнитная или электростатическая сила вызывает выброс капли расплавленного материала из ванны в сторону от заготовки 12. Этот процесс повторяется с целью получения последующих частиц порошка.

На фиг. 4 показано устройство для получения порошка 10 согласно одному из дополнительных вариантов осуществления изобретения. В этом варианте осуществления устройства 10 также направляется луч 16 энергии таким образом, чтобы расплавить заготовку 12 с формированием множества каналов 26, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае 28 заготовки 12.



В результате вращательного движения заготовки 12 на заготовку 12 и ванну расплавленного материала, образовавшегося на поверхности, воздействует центробежная сила. Это заставляет расплавленный материал течь от центральной оси к краю 28 заготовки 12. При продвижении расплавленного материала к краю 28 он поступает в каждый из удлиненных каналов 26 и протекает по ним. Когда расплавленный материал достигает конца канала 26, капли расплавленного материала под действием центробежной силы выбрасываются в радиальном направлении от выхода канала и заготовки 12.

На фиг. 4 показана капля расплавленного материала, протекающего в радиальном направлении от заготовки 12 в направлении к нижней правой части фиг. 4. Однако следует учесть, что при использовании устройства 10 на крае 28 в любой момент времени образуется большое число капель, которые выбрасываются из заготовки 12.

Луч 16 энергии направляется на заготовку 12 выборочно, в результате чего каждый сформированный канал 26 имеет определенную форму и размер поперечного сечения на крае 28 заготовки 12. Форма и размер поперечного сечения определяют форму и размер капель расплавленного материала, выбрасываемого из заготовки 12, а также форму и размер частиц 18 порошка, которые впоследствии образуются. Это выгодно позволяет точно контролировать форму, размер и морфологию получаемых частиц 18 порошка. Соответственно, могут изготавливаться частицы 18 порошка, имеющие весьма правильную форму, размер и морфологию.

Каналы 26 предпочтительно формируются одновременно с формированием расплавленного материала в основном на поверхности заготовки 12. Форма, размер и морфология каналов 26 постоянно отслеживаются и контролируются устройством 10 в процессе формирования частиц 18 порошка. Это обеспечивает возможность непрерывного использования заготовки 12, пока не исчерпается содержащийся в ней материал.

Описанное в изобретении устройство 10 выгодно позволяет формировать частицы порошка, каждая из которых имеет почти сферическую форму. Поскольку частицы имеют весьма однородный размер и форму, они применимы, в частности, для использования в аддитивных промышленных технологиях, таких как 3D-печать.

Кроме того, устройство 10 выгодно позволяет формировать частицы порошка с высокой скоростью.

В соответствии с еще одной особенностью настоящего изобретения предложен способ формирования частиц 18 порошка, включающий стадии: испускания, по

меньшей мере, одного луча 16 энергии из источника 14 энергии на заготовку 12 с целью, по меньшей мере, частичного плавления заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке 12; приложения усилия к заготовке 12 с целью вызвать выброс из ванны капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы 18 порошка; и повторение вышеуказанных стадия с целью для формирования дополнительных частиц 18 порошка.

Способ может дополнительно включать фокусировку источника 14 энергии на заготовке 12 таким образом, чтобы вызвать формирование в заготовке 12 множества каналов 26, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае 28 заготовки 12; и обеспечение протекания расплавленного материала по поверхности заготовки 12 и через каналы 26 к краю 28, в результате чего капли расплавленного материала выбрасываются от края 28 с формированием частиц 18 порошка.

Считается, что в объем настоящего изобретения входят дополнительные модификации и разновидности, очевидные для специалиста.

В предшествующем описании изобретения за исключением случаев, когда в силу прямой формулировки или необходимо подразумеваемого положения контекстом диктуется иное, слово "содержать" или его формы, такие как "содержит" или "содержащий", используются во включающем смысле, т.е. для указания наличия заявленных признаков, но не для исключения наличие или добавления дополнительных признаков в различных вариантах осуществления изобретения.

## УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА

### Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройству и способу получения порошка, более точно, но не исключительно получения металлических порошков.

### Предпосылки создания изобретения

Порошки используются в разнообразных промышленных технологиях. Металлические порошки, в частности, используются в аддитивных промышленных технологиях, таких как 3D-печать.

Известные способы получения металлических порошков включают дробление, измельчение и расщепление исходных металлов. Эти технологии занимают много времени и приводят к образованию частиц порошка, которые имеют низкое качество и весьма беспорядочные размеры. Это отсутствие однородности значительно снижает применимость этих порошков для 3D-печати.

В основу настоящего изобретения положена задача создания устройства и способа получения порошка, в которых, по меньшей мере, частично уменьшены и преодолены эти недостатки.

### Краткое изложение сущности изобретения

В соответствии с одной из особенностей настоящего изобретения предложено устройство для получения порошка, содержащее:

источник энергии для испускания на заготовку, по меньшей мере, одного луча энергии, который сконфигурирован, по меньшей мере, на частичное плавление заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке, и

датчик, сконфигурированный на определение положения, скорости и/или профиля поверхности заготовки

при этом устройство сконфигурировано на приложение к заготовке усилия, вызывающего выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы порошка.

Устройство предпочтительно дополнительно содержит комбинаторную логическую схему, сконфигурированную на управление вместе с датчиком параметрами устройства, которые влияют на размер и частоту образующихся частиц порошка.

Параметры, управляемые комбинаторной логической схемой, предпочтительно включают интенсивность луча энергии, усилие, прилагаемое к заготовке, и площадь поверхности заготовки, на которой фокусируется луч энергии.

Датчик предпочтительно дополнительно сконфигурирован на определение размера и формы каждой переносимой по воздуху частицы порошка, пока она перемещается от заготовки до запаса, и комбинаторная логическая схема дополнительно сконфигурирована на направление луча энергии на переносимую по воздуху частицу с целью управления скоростью ее охлаждения.

Устройство может дополнительно содержать электродвигатель, сконфигурированный на вращение заготовки вокруг оси и тем самым приложение к заготовке центробежной силы, вызывающей отклонение капли от оси.

Заготовка может содержать множество сформированных в ней удлиненных каналов, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае заготовки, при этом каждый канал сконфигурирован на перенос расплавленного материала, протекающего по поверхности заготовки, в направлении края, и каждый канал имеет форму и размер поперечного сечения, определяющие форму и размер капель расплавленного материала, которые выбрасываются от края.

Источник энергии может быть сконфигурирован на плавление заготовки таким образом, чтобы вызвать формирование множества каналов.

Устройство может дополнительно содержать средство вибрации, сконфигурированное на сообщение заготовке вибрации, вызывающей выброс капли из ванны.

Устройство может дополнительно содержать средство зарядки, сконфигурированное на приложение к заготовке магнитной или электростатической силы, вызывающей выброс капли из ванны.

Источник энергии может быть сконфигурирован на фокусировку луча энергии на участке заготовки, имеющем площадь поверхности менее  $1000000 \text{ мкм}^2$  ( $1 \text{ мм}^2$ ).

Источник энергии может быть сконфигурирован на фокусировку луча энергии на участке заготовки, имеющем площадь поверхности менее  $10 \text{ мкм}^2$ .

Источник энергии может быть выбран из любого источника, включающего лазерный луч, коллимированный световой луч, микроплазменную сварочную дугу, электронный луч или ускоритель частиц.

Устройство может дополнительно содержать средство луча энергии на множество отдельных лучей энергии, направленных на заготовку.

Устройство может содержать множество источников энергии для испускания множества отдельных лучей энергии на заготовку.

Устройство может дополнительно содержать средство фокусировки множества отдельных лучей энергии на общей фокальной точке на заготовке.

Заготовка может состоять преимущественно из металлического материала для получения металлического порошка.

Заготовка может являться цилиндрической.

Заготовка может являться конической.

Заготовка может состоять преимущественно из титана.

Заготовка может состоять преимущественно из нержавеющей стали или стального сплава.

Заготовка может состоять преимущественно из чистого металла, металлического сплава, металлокерамического материала или другого металлического материала.

Заготовка может состоять из неметаллического материала для получения неметаллического порошка.

Заготовка может состоять преимущественно из керамики, оксида металла, металлокерамического материала, композита или другого применимого материала для получения порошка.

Устройство может дополнительно содержать средство сканирования, сконфигурированное на определение положения, скорости и/или профиля поверхности заготовки.

Средство сканирования может быть дополнительно сконфигурировано на измерение размера и формы каждой частицы порошка.

Устройство может дополнительно содержать клапанный блок для выброса скопившихся частиц порошка из устройства.

В соответствии с дополнительной особенностью настоящего изобретения предложен способ получения порошка, включающий стадии:

испускания, по меньшей мере, одного луча энергии из источника энергии на заготовку с целью, по меньшей мере, частичного плавления заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке;

приложения усилия к заготовке с целью вызвать выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием, по меньшей мере, частицы порошка.

Способ может дополнительно включать:

фокусировку источника энергии на заготовке таким образом, чтобы вызвать формирование в заготовке множества каналов, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае заготовки; и

обеспечение протекания расплавленного материала по поверхности заготовки и через каналы к краю, в результате чего капли расплавленного материала выбрасываются от края.

#### Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение будет далее описано в качестве примера со ссылкой на сопровождающие его чертежи, на которых:

на фиг. 1 показано устройство для получения порошка согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

на фиг. 2 показано устройство для получения порошка согласно одному из дополнительных вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 3 показано устройство для получения порошка согласно одному из дополнительных вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 4 показано устройство для получения порошка согласно одному из дополнительных вариантов осуществления настоящего изобретения.

#### Подробное описание

На фиг. 1 показано устройство для получения порошка согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения, в целом обозначенное позицией 10.

Устройство 10 содержит заготовку 12 и источник 14 энергии для испускания на заготовку 12, по меньшей мере, одного луча 16 энергии, который сконфигурирован, по меньшей мере, на частичное плавление заготовки 12 с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке 12. Устройство 10 сконфигурировано на приложение к заготовке 12 усилия, вызывающего выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы порошка 18.

Более точно, заготовка 12 имеет цилиндрическую форму.

В качестве альтернативы, заготовка 12 имеет коническую форму.

Заготовка 12 предпочтительно состоит преимущественно из металлического материала для формирования частиц металлического порошка. Например, заготовка 12 предпочтительно состоит преимущественно из титана, нержавеющей стали или стального сплава или металлокерамического материала.

В альтернативных вариантах осуществления заготовка 12 может состоять преимущественно из неметаллического материала, такого как, например, керамика, оксид металла, металлокерамический материал, композит или другого применимого неметаллического материала для получения неметаллического порошка.

Как показано на фиг. 4, источник 14 энергии может быть сконфигурирован на плавления заготовки 12 таким образом, что в заготовке 12 формировалось множество удлиненных каналов 36, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае 38 заготовки 12.

Каждый канал 36 сконфигурирован на перенос расплавленного материала, протекающего по поверхности заготовки 12, к краю 38, и имеет форму и размер поперечного сечения, определяющие форму и размер капель расплавленного материала 18, которые выбрасываются наружу от края 38.

Устройство 10 может дополнительно содержать электродвигатель 20, который сконфигурирован на вращения заготовки 12 с высокой скоростью вокруг ее продольной оси. Электродвигатель 20, показанный на фиг. 1, сконфигурирован на вращение заготовки 12 вокруг своей оси по часовой стрелке.

Источником энергии 14 предпочтительно является лазерный луч, коллимированный луч света, микроплазменная сварочная дуга, электронный луч или ускоритель частиц.

Источник 14 энергии сконфигурирован на фокусировку луча 16 энергии на участке заготовки 12, который имеет площадь поверхности менее  $1000000 \text{ мкм}^2$ , предпочтительно, менее  $10000 \text{ мкм}^2$ .

В процессе применения луча 16 энергии направляют на участок заготовки 12 в течение достаточного периода времени, чтобы вызвать повышение температуры участка и его плавление с формированием небольшой ванны расплавленного материала. В результате вращательного движения заготовки 12 на заготовку 12 и ванну воздействует центробежная сила. Это приводит к образованию капли расплавленного материала и ее выбросу из ванны в радиальном направлении от оси вращения заготовки 12. Из-за высокой скорости вращения заготовки 12 капля выбрасывается сразу после образования ванны расплавленного материала.

Выброшенная капля затвердевает при прохождении через воздух или вакуум, окружающий заготовку 12, и образует одну частицу 18 порошка. За счет поверхностного натяжения расплавленной капли образующаяся частица 18 порошка имеет почти идеальную сферическую форму. Движущаяся сферическая частица 18

порошка проходит через окружающее пространство до тех пор, пока не оказывается на рабочей поверхности 22 устройства 10. Этот процесс повторяют, чтобы сформировать дополнительные частицы 18 порошка. Частицы 18 накапливаются в запасе 24, формируемом на рабочей поверхности 22.

Устройство 10 дополнительно содержит клапанный блок (не показан), который периодически открывается, вызывая тем самым вытеснение из устройства 10 порошка, собранного в запасе 24, в результате чего его можно упаковывать и хранить для последующего использования. Процесс получения порошка останавливают после того, как истощается исходный материал на заготовке 12.

Устройство 10 дополнительно содержит средство сканирования (не показано), которое сконфигурировано на определение в реальном времени положения, скорости вращения и/или профиля поверхности заготовки 12 во время использования, а также размера и формы каждой частицы 18 порошка, сформированной с использованием устройства 10. Эти данные используются вместе с комбинаторной логической схемой с целью управления параметрами и компонентами устройства 10, которые влияют на размер и частоту образующихся частиц 18 порошка. Они включают, в частности, скорость, с которой вращается заготовка 12, продолжительность времени, в течение которого луч 16 энергии направляется на заготовку 12, интенсивность луча 16 энергии и площадь поверхности участка заготовки 12, на котором фокусируется луч 16 энергии при формировании каждой частицы 18.

Средство сканирования также сконфигурировано на определение размера и формы каждой переносимой по воздуху частицы 18 порошка, пока она перемещается от заготовки 12 до запаса 24 и затвердевает. Эти данные дополнительно используются для управления направлением и интенсивностью луча 16 энергии, включая, при необходимости, направление луча 16 энергии на переносимую по воздуху частицу 18 с целью управления скоростью ее охлаждения.

Средство сканирования и комбинаторная логическая схема также сконфигурированы на управление последовательностью и соответствующими местоположениями участков заготовки 12, на которые избирательно направляется луч 16 энергии. За счет этого обеспечивается последовательная и равномерная обработка заготовки 12, в результате чего форма заготовки 12 остается практически одинаковой и сбалансированной во время использования.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 1, используется единственный источник 14 энергии, который сконфигурирован на испускание одного луча 16 энергии.



Однако в качестве альтернативы, устройство 10 может содержать множество источников энергии, которые сконфигурированы на одновременное или последовательное испускание множества лучей энергии на множество участков заготовки 12 с целью повышения скорости формирования порошка.

В качестве альтернативы, устройство 10 может содержать один источник 14 энергии, который действует совместно со средством расщепления одного луча 16 энергии, который испускается источником 14 энергии, на множество отдельных лучей энергии, которые направляются на заготовку 12.

В вариантах осуществления изобретения, которые сконфигурированы на направление множества отдельных лучей энергии на заготовку 12, устройство 10 дополнительно содержит средство фокусировки, которое приспособлено при использовании для фокусировки одного или нескольких отдельных лучей энергии на общей фокальной точке на заготовке 12.

На фиг. 2 показано устройство 10 для получения порошка согласно одному из дополнительных вариантов осуществления изобретения. Устройство 10 во всех существенных отношениях идентично устройству согласно варианту осуществления, показанному на фиг. 1, за исключением того, что устройство 10 не содержит электродвигатель 20. Вместо этого устройство 10 содержит средство 26 вибрации, которое сконфигурировано на перемещение заготовки 12 вперед и назад при колебательном движении. Средство 26 вибрации изображено как простое приводное колесо 28 и поршень 30, сконфигурированный на перемещение заготовки 12 вверх и вниз по синусоиде относительно рабочей поверхности 22.

При использовании источник 14 энергии испускает луч 16 энергии и в течение определенного времени направляет его на участок заготовки 12, что вызывает плавление участка и образование небольшой ванны расплавленного материала. Колебательное движение заготовки 12 вызывает выброс капли расплавленного материала из ванны в сторону от заготовки 12. Этот процесс повторяется с целью получения последующих частиц порошка.

На фиг. 3 показано устройство для получения порошка 10 согласно одному из дополнительных вариантов осуществления изобретения. Устройство 10 во всех существенных отношениях идентично устройству согласно варианту осуществления, показанному на фиг. 2, за исключением того, что устройство 10 не содержит средство 26 вибрации. Вместо этого устройство 10 содержит средство 32 зарядки, которое

сконфигурировано на приложение магнитной или электростатической силы к заготовке 12.

При использовании источник 14 энергии испускает луч 16 энергии и в течение определенного времени направляет его на участок заготовки 12, что вызывает плавление участка и образование небольшой ванны расплавленного материала. Магнитная или электростатическая сила вызывает выброс капли расплавленного материала из ванны в сторону от заготовки 12. Этот процесс повторяется с целью получения последующих частиц порошка.

На фиг. 4 показано устройство для получения порошка 10 согласно одному из дополнительных вариантов осуществления изобретения. В этом варианте осуществления устройства 10 также направляется луч 16 энергии таким образом, чтобы расплавить заготовку 12 с формированием множества каналов 36, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае 38 заготовки 12.

В результате вращательного движения заготовки 12 на заготовку 12 и ванну расплавленного материала, образовавшегося на поверхности, воздействует центробежная сила. Это заставляет расплавленный материал течь от центральной оси к краю 38 заготовки 12. При продвижении расплавленного материала к краю 38 он поступает в каждый из удлиненных каналов 36 и протекает по ним. Когда расплавленный материал достигает конца канала 36, капли расплавленного материала под действием центробежной силы выбрасываются в радиальном направлении от выхода канала и заготовки 12.

На фиг. 4 показана частица 18 порошка расплавленного материала, протекающего в радиальном направлении от заготовки 12 в направлении к нижней правой части фиг. 4. Однако следует учесть, что при использовании устройства 10 на крае 38 в любой момент времени образуется большое число частиц 18 порошка, которые выбрасываются из заготовки 12.

Луч 16 энергии направляется на заготовку 12 выборочно, в результате чего каждый сформированный канал 36 имеет определенную форму и размер поперечного сечения на крае 38 заготовки 12. Форма и размер поперечного сечения определяют форму и размер капель расплавленного материала, выбрасываемого из заготовки 12, а также форму и размер частиц 18 порошка, которые впоследствии образуются. Это выгодно позволяет точно контролировать форму, размер и морфологию получаемых частиц 18 порошка. Соответственно, могут изготавливаться частицы 18 порошка, имеющие весьма правильную форму, размер и морфологию.

Каналы 36 предпочтительно формируются одновременно с формированием расплавленного материала в основном на поверхности заготовки 12. Форма, размер и морфология каналов 36 постоянно отслеживаются и контролируются устройством 10 в процессе формирования частиц 18 порошка. Это обеспечивает возможность непрерывного использования заготовки 12, пока не исчерпается содержащийся в ней материал.

Описанное в изобретении устройство 10 выгодно позволяет формировать частицы порошка, каждая из которых имеет почти сферическую форму. Поскольку частицы имеют весьма однородный размер и форму, они применимы, в частности, для использования в аддитивных промышленных технологиях, таких как 3D-печать.

Кроме того, устройство 10 выгодно позволяет формировать частицы 18 порошка с высокой скоростью.

В соответствии с еще одной особенностью настоящего изобретения предложен способ формирования частиц 18 порошка, включающий стадии: испускания, по меньшей мере, одного луча 16 энергии из источника 14 энергии на заготовку 12 с целью, по меньшей мере, частичного плавления заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке 12; приложения усилия к заготовке 12 с целью вызвать выброс из ванны капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы 18 порошка; и повторение вышеуказанных стадия с целью для формирования дополнительных частиц 18 порошка.

Способ может дополнительно включать фокусировку источника 14 энергии на заготовке 12 таким образом, чтобы вызвать формирование в заготовке 12 множества каналов 36, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае 38 заготовки 12; и обеспечение протекания расплавленного материала по поверхности заготовки 12 и через каналы 36 к краю 38, в результате чего капли расплавленного материала выбрасываются от края 38 с формированием частиц 18 порошка.

Считается, что в объем настоящего изобретения входят дополнительные модификации и разновидности, очевидные для специалиста.

В предшествующем описании изобретения за исключением случаев, когда в силу прямой формулировки или необходимо подразумеваемого положения контекстом диктуется иное, слово "содержать" или его формы, такие как "содержит" или "содержащий", используются во включающем смысле, т.е. для указания наличия

заявленных признаков, но не для исключения наличие или добавления дополнительных признаков в различных вариантах осуществления изобретения.

## Формула изобретения

1. Устройство для получения порошка, содержащее:

источник энергии для испускания на заготовку, по меньшей мере, одного луча энергии, который сконфигурирован, по меньшей мере, на частичное плавление заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке,

при этом устройство сконфигурировано на приложение к заготовке усилия, вызывающего выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы порошка.

2. Устройство по п. 1, в котором заготовка содержит множество удлиненных каналов, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае заготовки, при этом каждый канал сконфигурирован на перенос расплавленного материала, протекающего по поверхности заготовки, в направлении края, и каждый канал имеет форму и размер поперечного сечения, определяющие форму и размер капель расплавленного материала, которые выбрасываются от края.

3. Устройство по п. 2, в котором источник энергии сконфигурирован на плавление заготовки таким образом, чтобы вызвать формирование множества каналов.

4. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее электродвигатель, сконфигурированный на вращение заготовки вокруг оси и тем самым приложение к заготовке центробежной силы, вызывающей отклонение капли от оси.

5. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство вибрации, сконфигурированное на сообщение заготовке вибрации, вызывающей выброс капли из ванны.

6. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство зарядки, сконфигурированное на приложение к заготовке магнитной или электростатической силы, вызывающей выброс капли из ванны.

7. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее источник энергии, сконфигурированный на фокусировку луча энергии на участке заготовки, имеющем площадь поверхности менее  $1000000 \text{ мкм}^2$  ( $1 \text{ мм}^2$ ).

8. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее источник энергии, сконфигурированный на фокусировку луча энергии на участке заготовки, имеющем площадь поверхности менее  $10 \text{ мкм}^2$ .

9. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором источник энергии выбран из группы, включающей лазерный луч, коллимированный световой луч, микроплазменную сварочную дугу, электронный луч и ускоритель частиц.

10. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство расщепления луча энергии на множество отдельных лучей энергии, направленных на заготовку.

11. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее множество источников энергии для испускания множества отдельных лучей энергии на заготовку.

12. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство фокусировки множества отдельных лучей энергии на общей фокальной точке на заготовке.

13. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка имеет цилиндрическую форму.

14. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка имеет коническую форму.

15. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка состоит преимущественно из металлического материала для получения металлического порошка.

16. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка состоит преимущественно из материала, выбранного из группы, включающей титан, нержавеющую сталь, стальной сплав, металлокерамический материал.

17. Устройство по любому из п.п. 1-14, в котором заготовка состоит преимущественно из неметаллического материала для получения неметаллического порошка.

18. Устройство по любому из п.п. 1-14, в котором заготовка состоит преимущественно из керамики, оксида металла, металлокерамического материала, композита или другого применимого материала для получения порошка.

19. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство сканирования, сконфигурированное на определение положения, скорости и/или профиля поверхности заготовки.

20. Устройство по п.19, в котором средство сканирования сконфигурировано на измерение размера и формы каждой частицы порошка.

21. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее клапанный блок для выброса скопившихся частиц порошка из устройства.

22. Способ формирования порошка, включающий стадии:

испускания, по меньшей мере, одного луча энергии из источника энергии на заготовку с целью, по меньшей мере, частичного плавления заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке;

приложения усилия к заготовке с целью вызвать выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием, по меньшей мере, частицы порошка.

23. Способ по п. 22, включающий стадии:

фокусировку источника энергии на заготовке таким образом, чтобы вызвать формирование в заготовке множества каналов, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае заготовки; и

обеспечение протекания расплавленного материала по поверхности заготовки и через каналы к краю, в результате чего капли расплавленного материала выбрасываются от края.

## Формула изобретения

## 1. Устройство для получения порошка, содержащее:

источник энергии для испускания на заготовку, по меньшей мере, одного луча энергии, который сконфигурирован, по меньшей мере, на частичное плавление заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке, и датчик, сконфигурированный на определение положения, скорости и/или профиля поверхности заготовки,

при этом устройство сконфигурировано на приложение к заготовке усилия, вызывающего выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием частицы порошка,

датчик дополнительно сконфигурирован на определение размера и формы каждой частицы порошка, формируемого устройством,

устройство дополнительно содержит комбинаторную логическую схему, сконфигурированную на управление вместе с датчиком параметрами устройства, которые влияют на размер и частоту образующихся частиц порошка, и

параметры, управляемые комбинаторной логической схемой, включают интенсивность луча энергии, усилие, прилагаемое к заготовке, и площадь поверхности заготовки, на которой фокусируется луч энергии.

2. Устройство по п. 1, в котором датчик дополнительно сконфигурирован на определение размера и формы каждой переносимой по воздуху частицы порошка, пока она перемещается от заготовки до запаса, и комбинаторная логическая схема дополнительно сконфигурирована на направление луча энергии на переносимую по воздуху частицу с целью управления скоростью ее охлаждения.

3. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка содержит множество удлиненных каналов, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае заготовки, при этом каждый канал сконфигурирован на перенос расплавленного материала, протекающего по поверхности заготовки, в направлении края, и каждый канал имеет форму и размер поперечного сечения, определяющие форму и размер капель расплавленного материала, которые выбрасываются от края.

4. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором источник энергии сконфигурирован на плавление заготовки таким образом, чтобы вызвать формирование множества каналов.



5. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее электродвигатель, сконфигурированный на вращение заготовки вокруг оси и тем самым приложение к заготовке центробежной силы, вызывающей отклонение капли от оси.

6. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство вибрации, сконфигурированное на сообщение заготовке вибрации, вызывающей выброс капли из ванны.

7. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство зарядки, сконфигурированное на приложение к заготовке магнитной или электростатической силы, вызывающей выброс капли из ванны.

8. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее источник энергии, сконфигурированный на фокусировку луча энергии на участке заготовки, имеющем площадь поверхности менее  $1000000 \text{ мкм}^2$  ( $1 \text{ мм}^2$ ).

9. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее источник энергии, сконфигурированный на фокусировку луча энергии на участке заготовки, имеющем площадь поверхности менее  $10 \text{ мкм}^2$ .

10. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором источник энергии выбран из группы, включающей лазерный луч, коллимированный световой луч, микроплазменную сварочную дугу, электронный луч и ускоритель частиц.

11. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство расщепления луча энергии на множество отдельных лучей энергии, направленных на заготовку.

12. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее множество источников энергии для испускания множества отдельных лучей энергии на заготовку.

13. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее средство фокусировки множества отдельных лучей энергии на общей фокальной точке на заготовке.

14. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка имеет преимущественно цилиндрическую форму.

15. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка имеет преимущественно коническую форму.

16. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка состоит преимущественно из металлического материала для получения металлического порошка.

17. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором заготовка состоит преимущественно из материала, выбранного из группы, включающей титан, нержавеющую сталь, стальной сплав, металлокерамический материал.

18. Устройство по любому из п.п. 1-15, в котором заготовка состоит преимущественно из неметаллического материала для получения неметаллического порошка.

19. Устройство по любому из п.п. 1-15, в котором заготовка состоит преимущественно из керамики, оксида металла, металлокерамического материала, композита или другого применимого материала для получения порошка.

20. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее клапанный блок для выброса скопившихся частиц порошка из устройства.

21. Способ формирования порошка, включающий стадии:  
испускания, по меньшей мере, одного луча энергии из источника энергии на заготовку с целью, по меньшей мере, частичного плавления заготовки с формированием, по меньшей мере, одной ванны расплавленного материала на заготовке;

использования датчика для определения положения, скорости и/или профиля поверхности заготовки;

использования комбинаторной логической схемы, сконфигурированной на управление вместе с датчиком параметрами устройства, которые влияют на размер и частоту образующихся частиц порошка;

при этом параметры, управляемые комбинаторной логической схемой, включают интенсивность луча энергии, усилие, прилагаемое к заготовке, и площадь поверхности заготовки, на которой фокусируется луч энергии;

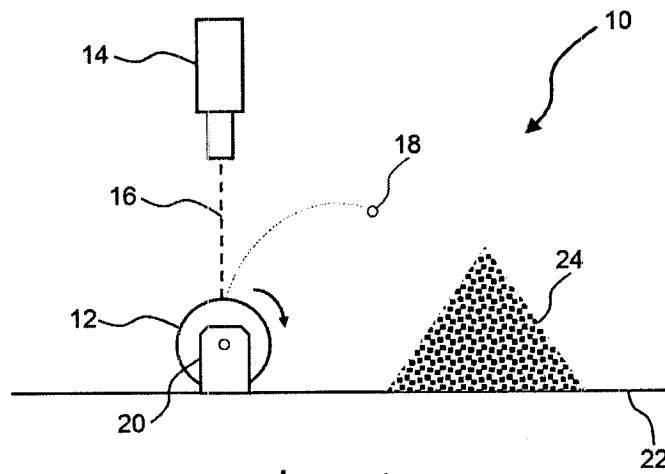
приложения усилия к заготовке с целью вызвать выброс из ванны, по меньшей мере, капли расплавленного материала и ее затвердевание с формированием, по меньшей мере, частицы порошка; и

использования датчика для определения размера и формы каждой частицы порошка, формируемого устройством.

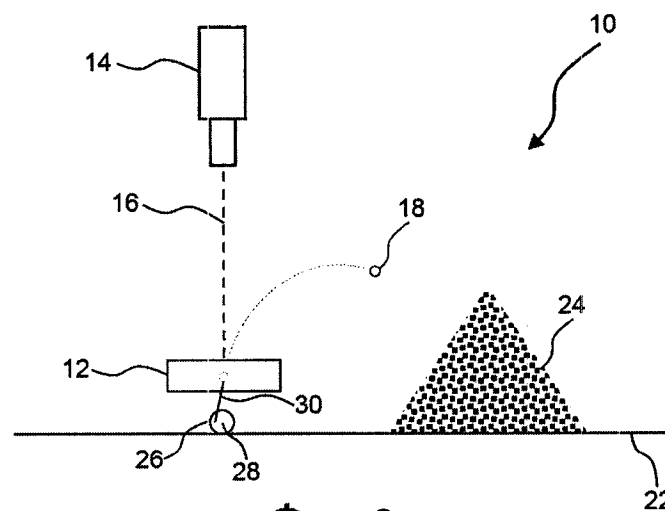
22. Способ по п. 21, включающий стадии:

фокусировку источника энергии на заготовке таким образом, чтобы вызвать формирование в заготовке множества каналов, каждый из которых отходит от центральной оси и заканчивается на крае заготовки; и

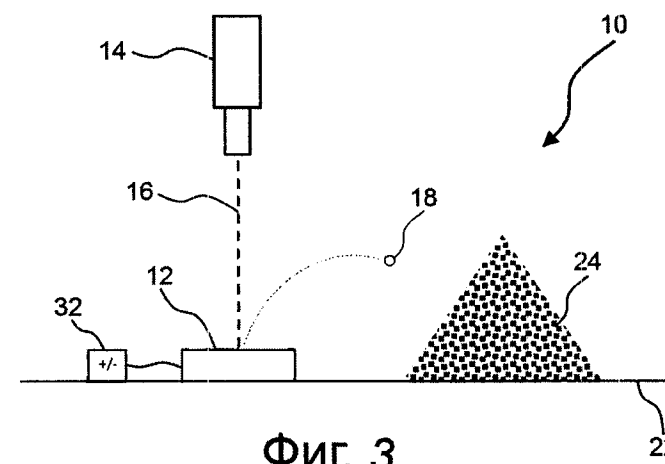
обеспечение протекания расплавленного материала по поверхности заготовки и через каналы к краю, в результате чего капли расплавленного материала выбрасываются от края.



ФИГ. 1

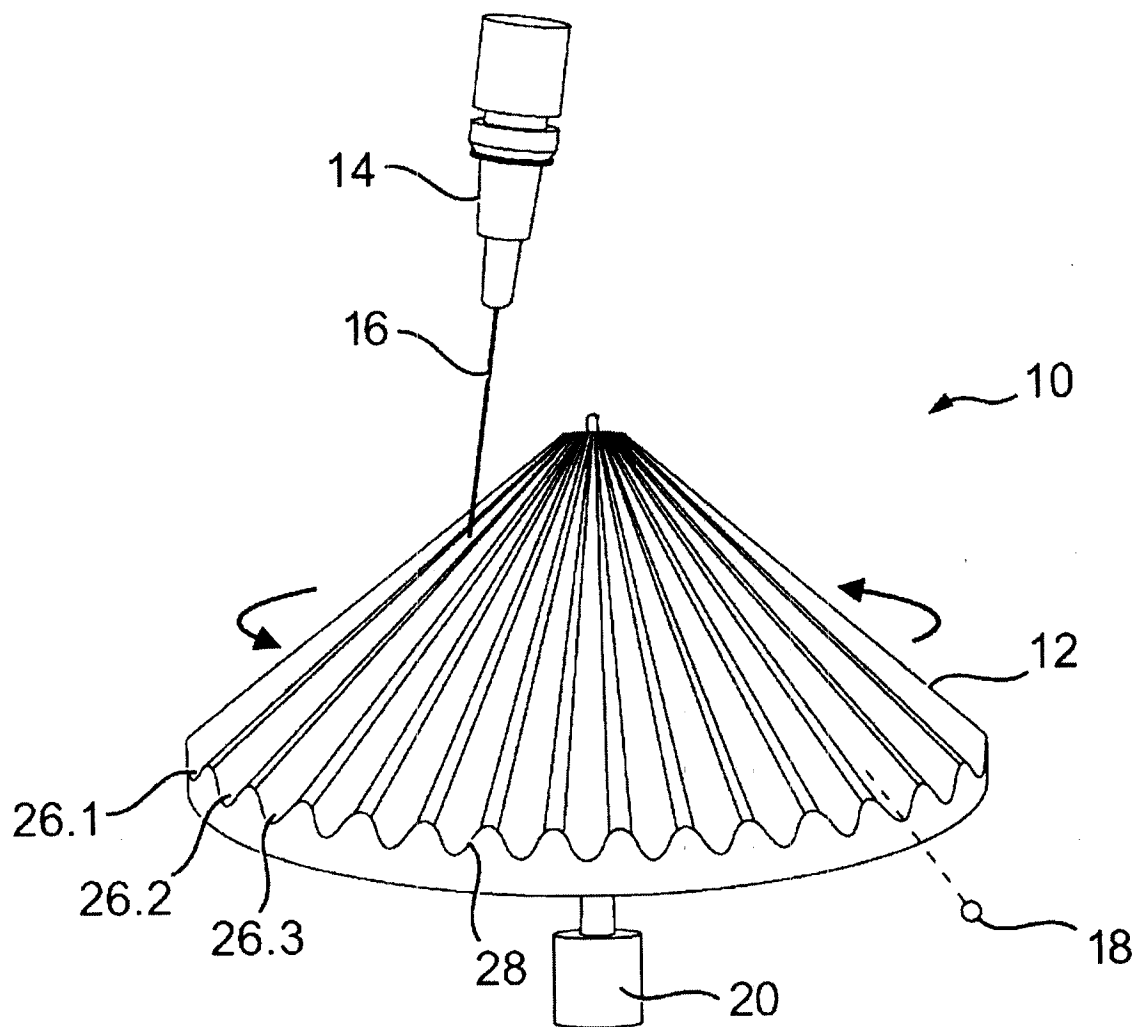


ФИГ. 2



ФИГ. 3

2/2



ФИГ. 4