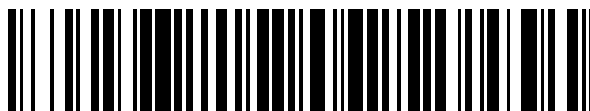


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 848 854**

51 Int. Cl.:

**B22F 3/105** (2006.01)

**C04B 35/64** (2006.01)

**B29C 67/00** (2007.01)

**B29C 64/153** (2007.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2015 PCT/EP2015/074261**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16062714**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2015 E 15791256 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2020 EP 3209446**

54 Título: **Métodos y aparatos para la producción de aditivos**

30 Prioridad:

**20.10.2014 GB 201418595**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**12.08.2021**

73 Titular/es:

**RENISHAW PLC (100.0%)  
New Mills Wotton-Under-Edge  
Gloucestershire GL12 8JR, GB**

72 Inventor/es:

**SUTCLIFFE, CHRISTOPHER JOHN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 848 854 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Métodos y aparatos para la producción de aditivos

### Campo de invención

5 Esta invención se refiere a aparatos y métodos para la producción de aditivos en los que las capas de material se solidifican capa por capa para formar un objeto. La invención tiene una aplicación particular, pero no exclusiva, en los aparatos de solidificación selectiva por láser, tales como los aparatos de fusión selectiva por láser (SLM) y de sinterización selectiva por láser (SLS).

### Antecedentes

10 Los aparatos de fusión selectiva por láser (SLM) y sinterización selectiva por láser (SLS) producen objetos a través de la solidificación capa por capa de un material, tal como un material metálico en polvo, utilizando un rayo de alta potencia, tal como un rayo láser. Se forma una capa de polvo sobre un lecho de polvo en una cámara de construcción depositando un montón de polvo adyacente al lecho de polvo y esparciendo luego el montón de polvo con un rodillo automatizado transversalmente (de un lado a otro) por el lecho de polvo para formar la capa. A continuación, se escanea con un rayo láser sobre las partes de la capa de polvo que corresponden a una sección transversal del objeto  
15 que se está construyendo. El rayo láser funde o sinteriza el polvo para formar una capa solidificada. Después de la solidificación selectiva de una capa, el lecho de polvo disminuye en la misma medida que el espesor de la capa recién solidificada y luego se extiende una capa adicional de polvo sobre la superficie y se solidifica, según sea necesario. Un ejemplo de un dispositivo de este tipo se describe en el documento de patente US6042774.

20 El proceso se lleva a cabo en una atmósfera de gas inerte porque el polvo metálico es altamente reactivo con gases, tal como el oxígeno. Como se describe en la solicitud de patente internacional No: 2010/007394, se sabe que primero se forma un vacío en una cámara de construcción y luego se vuelve a llenar la cámara con un gas inerte para garantizar un bajo contenido de oxígeno en la atmósfera resultante. Por ejemplo, utilizando esta técnica, el contenido de oxígeno de la atmósfera en la cámara puede reducirse hasta 1.000 ppm. Durante el transcurso de la construcción, el contenido de oxígeno puede descender más debido a que el oxígeno restante en la cámara se consume como óxidos en la pieza  
25 que se está formando. La cantidad de oxígeno absorbido dependerá del material que se utilice. Por ejemplo, el titanio es mucho más capaz de absorber oxígeno que el acero o el aluminio. Es deseable tener un contenido de oxígeno constante en la atmósfera en toda la construcción para lograr propiedades de construcción consistentes en toda la pieza.

30 Se cree que la humedad en el aire y en el polvo hace que el hidrógeno sea absorbido por el material de la pieza, lo que da como resultado la porosidad por gas de hidrógeno en la pieza.

La presencia de nitrógeno en la atmósfera inerte durante una construcción también puede ser no deseada.

35 El documento de patente US2014/0178241 A1 comprende un aparato de fabricación aditiva y un suministro de material pulverulento. Un revestimiento rodea el material pulverulento en el suministro de material pulverulento y permite que el gas reductor y/o inerte pase a través del suministro de material pulverulento. El revestimiento está formado por una aleación captadora no evaporable, tal como un revestimiento a base de circonio, y comprende calentar el revestimiento por encima de una temperatura de activación, por encima de la cual el revestimiento absorbe contaminantes, tales como oxígeno, hidrógeno y gases carbonosos.

40 El documento de patente US2009/0104101 A1 describe un sistema para tratar gases nobles usados en procesos que requieren mantas y purgas gaseosas inertes para eliminar contaminantes del gas noble antes de ser reciclado para su reutilización. El sistema comprende una unidad catalítica y un lecho absorbente de metales.

### Compendio de la invención

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un método de fabricación aditiva según la reivindicación 1.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un aparato de fabricación aditiva según la reivindicación 5.

45 El circuito de recirculación de gas puede tener un captador en el mismo para absorber oxígeno, nitrógeno y/o hidrógeno del gas en recirculación.

50 El captador puede permitir que los niveles de oxígeno, nitrógeno y/o hidrógeno se reduzcan a niveles más bajos que los que se pueden lograr mediante los métodos convencionales de desgasificación de la cámara de construcción y relleno con un gas inerte. Además, el captador puede garantizar que los niveles de oxígeno, nitrógeno y/o hidrógeno permanezcan sustancialmente estables durante toda la construcción.

El captador puede ser un captador de oxígeno, tal como un captador a base de cobre. El material suele absorber oxígeno durante la solidificación, especialmente en el caso de los metales. Proporcionar un captador de oxígeno puede

reducir la cantidad de oxígeno absorbido por el material durante la solidificación. En una realización alternativa, el captador puede ser un captador a base de cobre o titanio.

El circuito de recirculación de gas puede comprender válvula(s) que puede(n) aislar el captador de la atmósfera de la cámara. El captador puede dañarse permanentemente por exposición a niveles excesivos de ciertos gases. Proporcionar válvulas de aislamiento permite aislar al captador de la atmósfera en la cámara hasta que dichos gases se reduzcan a un nivel que sea seguro para el captador.

La cámara puede comprender una puerta a través de la cual una parte, construida usando el aparato de fabricación aditiva, puede retirarse de la cámara y la(s) válvula(s) pueden disponerse para aislar el captador de la cámara cuando se abre la puerta a la cámara.

El aparato de fabricación aditiva puede comprender medios para eliminar gases no deseados absorbidos por el captador de la cámara, la válvula o válvulas se pueden disponerse para aislar el captador de la cámara mientras los gases absorbidos por el captador permanecen por encima de un nivel predeterminado.

El aparato de fabricación aditiva puede comprender medios para regenerar el captador después de su uso. Puede ser deseable regenerar el captador dentro del aparato de manera que el captador no necesite ser retirado regularmente del aparato. Los medios para regenerar el captador pueden comprender un elemento calefactor para calentar el gas que fluye más allá del captador. Los medios para regenerar el captador de oxígeno pueden comprender una fuente de gas hidrógeno.

El aparato puede comprender medios para eliminar la humedad, generada a partir de la regeneración del captador, del aparato. La regeneración del captador puede generar vapor/agua como subproducto, que puede ser deseable eliminar ya que puede ser indeseable que dicha humedad esté presente en la atmósfera de la cámara durante una construcción.

El aparato de fabricación aditiva puede comprender un sensor para detectar una característica que es indicativa del progreso en la regeneración del captador. El sensor puede ser un sensor de temperatura para monitorear la temperatura del material del captador, un detector de humedad para detectar una cantidad de humedad en los gases que salen del captador y/o un sensor de hidrógeno para detectar una concentración de hidrógeno en los gases que salen del captador.

### Descripción de los dibujos

La Figura 1 es un esquema de un aparato de solidificación selectiva por láser según una realización de la invención; y

la Figura 2 es un esquema del aparato de solidificación selectiva por láser desde otro lado.

### Descripción de realizaciones

Con referencia a las figuras 1 a 5, un aparato de solidificación por láser según una realización de la invención comprende una cámara principal 101 que tiene en ella particiones 115, 116 que definen una cámara de construcción 117 y una superficie sobre la que se puede depositar polvo. Se proporciona una plataforma de construcción 102 para soportar un objeto 103 construido mediante polvo de fusión selectiva por láser 104. La plataforma 102 se puede bajar dentro de la cámara de construcción 117 a medida que se forman capas sucesivas del objeto 103. Un volumen de construcción disponible se define por la medida en que la plataforma de construcción 102 se puede bajar en el interior de la cámara de construcción 117.

La cámara principal 101 comprende una puerta 170 para permitir el acceso a la cámara 101 para la extracción de piezas construidas utilizando el aparato.

Se forman capas de polvo 104 a medida que se construye el objeto 103 mediante el aparato dispensador 108 y un rodillo automatizado 109 alargado.

Un módulo de láser 105 genera un láser para fundir el polvo 104, dirigiéndose el láser según se requiera mediante el escáner óptico 106 bajo el control de un ordenador 130. El láser entra en la cámara 101 a través de una ventana 107.

El escáner óptico 106 comprende una óptica de dirección, que en esta realización son dos espejos móviles 106a, 106b, para dirigir el rayo láser a la ubicación deseada sobre el lecho de polvo 104 y una óptica de enfoque, que en esta realización son un par de lentes móviles 106c, 106d, para ajustar una distancia focal del rayo láser. Los motores (no mostrados) accionan el movimiento de los espejos 106a y las lentes 106b, 106c, siendo controlados los motores por el procesador 131.

El ordenador 130 comprende la unidad de procesador 131, la memoria 132, la pantalla 133, el dispositivo de entrada del usuario 134, tal como un teclado, una pantalla táctil, etc., una conexión de datos a los módulos de la unidad de fusión por láser, tal como el módulo óptico 106 y el módulo láser 105, y una conexión de datos externa 135. En la memoria 132 se almacena un programa informático que instruye a la unidad de procesamiento para que lleve a cabo

- el método como se describe ahora. El procesador recibe a través de una conexión externa 135 datos geométricos que describen las rutas de escaneo para tomar áreas de solidificación de polvo en cada capa de polvo. Para construir una pieza, el procesador controla el escáner 106 para dirigir el rayo láser de acuerdo con las rutas de exploración definidas en los datos geométricos. En esta realización, para realizar un escaneo a lo largo de una trayectoria de escaneo, el
- 5 láser 105 y el escáner 106 se sincronizan para exponer una serie de puntos discretos a lo largo de la trayectoria de escaneo al rayo láser. Para cada ruta de escaneo, se define una distancia de punto, tiempo de exposición de punto y tamaño de punto. En una realización alternativa, el punto se puede escanear continuamente a lo largo de la ruta de escaneo. En dicha realización, en lugar de definir una distancia de punto y un tiempo de exposición, se puede especificar una velocidad del punto láser para cada ruta de exploración.
- 10 El aparato comprende además un circuito de recirculación de gas 150 y una entrada 160 para rellenar la cámara 101 con gas inerte, tal como nitrógeno o argón.
- El circuito de recirculación de gas 150 comprende una entrada 151 y una salida 152 conectadas con la cámara principal 101 y una bomba 153 para recircular gas por el circuito de recirculación de gas 150 y la cámara principal 101 para generar una cuchilla de gas K, transversalmente sobre el lecho de polvo 104 para eliminar el condensado generado
- 15 durante el proceso de fusión. La bomba 153 también se puede conectar a una válvula de desgasificación 161 para permitir que la bomba 153 desgasifique la cámara 101 a un vacío aproximado. El circuito 150 de recirculación de gas comprende además un filtro 154 para eliminar partículas del gas recirculante y un captador de oxígeno 155.
- En esta realización, el captador de oxígeno 155 comprende un captador de oxígeno a base de cobre, tal como el catalizador GetterMax 133 o 233 suministrado por Research Catalysts Inc. El gas recirculado se bombea más allá del
- 20 material del captador de oxígeno 155 a medida que se recircula. El captador de oxígeno a base de cobre absorbe oxígeno a través de la formación de óxido de cobre.
- El circuito de recirculación 150 comprende un elemento calefactor 162 para calentar el gas transportado en el circuito de recirculación 150 y una válvula 163 conectable a una fuente de gas hidrógeno 164, siendo la válvula 163 para controlar una cantidad de gas hidrógeno permitida en el circuito de recirculación 150. Uno o más monitores de
- 25 temperatura, tales como termopares 165, monitorean la temperatura del captador de oxígeno 155, un sensor de contenido de humedad 166 monitorea el contenido de humedad del gas que sale del captador de oxígeno 155 y un sensor de gas hidrógeno 167 monitorea la cantidad de hidrógeno en el gas que sale del captador de oxígeno 155. Puede proporcionarse un medio 168 para condensar y eliminar agua del captador de oxígeno 155.
- En uso, antes de una construcción, la cámara 101 se desgasifica a vacío y luego se rellena a través de la entrada 160 con una atmósfera inerte, tal como argón o nitrógeno. La construcción se lleva a cabo bajo la atmósfera inerte recirculando el gas por el circuito de recirculación 150 durante la construcción para formar una cuchilla de gas, K. El
- 30 oxígeno que queda en la atmósfera es absorbido por el captador de oxígeno 155. Con este fin, el gas inerte puede ser recirculado durante un período de tiempo establecido antes de que comience la construcción, de modo que el oxígeno en la atmósfera se reduzca a un nivel bajo deseado mediante la absorción del oxígeno por el captador 155 antes de que comience la construcción.
- 35 Para regenerar el captador de oxígeno, por ejemplo, al final de cada construcción, el captador de oxígeno 155 debe activarse por reducción. En una realización, la reducción del captador se puede llevar a cabo en el exterior del aparato retirando el captador de oxígeno del aparato. Sin embargo, en esta realización, la activación del captador de oxígeno se lleva a cabo en el circuito de recirculación de gas 150.
- 40 La regeneración del captador de oxígeno 155 puede comprender calentar un gas inerte, libre de hidrógeno, tal como nitrógeno o argón, que fluye a través del captador 155 con el elemento calefactor 162 de manera que el lecho de material del captador de oxígeno 155 esté a la temperatura deseada, tal como entre 175 y 180 °C. La temperatura del captador de oxígeno 155 puede controlarse mediante los termopares 165.
- Una vez que el catalizador se ha calentado durante un período de tiempo predeterminado, tal como 2 horas, se
- 45 introduce hidrógeno en el gas en el circuito de recirculación a través de la válvula 163, mientras se mantiene la temperatura del gas que fluye sobre el captador 155 a la temperatura deseada. La temperatura del captador de oxígeno 155 aumentará a medida que el hidrógeno del gas reaccione con el oxígeno. El aumento de temperatura en el captador de oxígeno 155 se puede controlar utilizando el termopar 165. Si la temperatura del captador de oxígeno 155 excede un valor predeterminado, tal como 225 °C, el gas que fluye a través del captador de oxígeno 155 se cambia de nuevo
- 50 a gas sin hidrógeno.
- La finalización del proceso de activación puede determinarse a partir de uno o más del termopar 165, el sensor de humedad 166 y el sensor de gas hidrógeno 167. La finalización del proceso de activación puede determinarse a partir de:
- a) Una temperatura estable del lecho de material del captador de oxígeno;
- 55 b) Detención de la formación de agua; y/o

c) La concentración de hidrógeno en el gas que sale del captador de oxígeno 155 es igual a la concentración de hidrógeno en el gas que entra en el captador de oxígeno 155.

El agua generada como resultado del proceso de activación se puede eliminar por los medios 168.

5 Después de la activación, el circuito de recirculación 150 puede purgarse con el gas inerte libre de hidrógeno, tal como argón o nitrógeno, para garantizar que el circuito de recirculación 150 esté libre de hidrógeno.

10 El circuito de recirculación 150 comprende además válvulas 156 y 157 para aislar el circuito de recirculación de gas 150 de la cámara de construcción 101 cuando se abre la puerta 170. Pueden proporcionarse sensores (no mostrados) para detectar si la puerta está abierta de modo que el procesador pueda activar automáticamente las válvulas 156, 157 cuando se detecte la apertura de la puerta. Con el captador de oxígeno en estado activado, la exposición al aire puede hacer que el captador de oxígeno se caliente lo suficiente como para dañar permanentemente el captador de oxígeno 155.

En otra realización, además o en lugar del captador de oxígeno, el aparato comprende un captador de hidrógeno o nitrógeno.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación aditiva en el que las capas de material se solidifican capa por capa para formar un objeto (103), comprendiendo el método: - antes de la construcción del objeto, formar una atmósfera inerte en una cámara (101); y llevar a cabo la construcción del objeto (103) bajo la atmósfera inerte formando sucesivamente capas de material fluido (104) a través de una plataforma de construcción móvil (102), generar un rayo de energía para solidificar el material fluido (104) y dirigir el rayo de energía con una unidad de exploración sobre áreas seleccionadas de cada capa para solidificar el material (104) en las áreas seleccionadas; caracterizado por que la formación de la atmósfera inerte comprende la recirculación de gas mediante un circuito de recirculación de gas (150) por toda la cámara (101) y pasar por un captador (155) durante un período establecido antes de que comience la acumulación, de modo que el oxígeno, nitrógeno y/o hidrógeno en el gas recirculante sea absorbido por el captador (155).
2. Un método de fabricación aditiva según la reivindicación 1, en el que el captador (155) es un captador de oxígeno.
3. Un método de fabricación aditiva según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el captador (155) es un captador a base de cobre o titanio.
4. Un método de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo el método, durante la construcción, hacer recircular gas por toda la cámara (101) mediante el circuito de recirculación de gas (150) para generar una cuchilla de gas transversalmente sobre un lecho de las capas de material fluido (104) para eliminar el condensado generado por la fusión del material (104) con el rayo de energía y eliminar el condensado del gas recirculante usando un filtro (154).
5. Un aparato de fabricación aditiva que comprende una cámara (101), una plataforma de construcción (102) móvil en la cámara (101) de modo que las capas de material fluido (104) puedan formarse sucesivamente a través de la plataforma de construcción (102), una unidad (105) para generar un rayo de energía para solidificar el material fluido (104), una unidad de exploración (106) para dirigir el rayo de energía sobre áreas seleccionadas de cada capa para solidificar el material (104) en las áreas seleccionadas y un captador (155) para absorber oxígeno, nitrógeno y/o hidrógeno de la atmósfera de la cámara (101), caracterizado por que el aparato comprende además un circuito de recirculación de gas (150) que tiene una entrada (151) y una salida (152) conectadas a la cámara (101) y una bomba (153) para recircular gas por toda la cámara (101), en donde el aparato está dispuesto para llevar a cabo el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
6. Un aparato de fabricación aditiva según la reivindicación 5, en el que el circuito de recirculación de gas (150) es para recircular gas por toda la cámara (101) con el fin de generar una cuchilla de gas transversalmente sobre un lecho de las capas de material fluido (104) para eliminar las partículas de condensación generadas por la fusión del material (104) con el rayo de energía durante la construcción, comprendiendo el circuito de recirculación de gas (150) un filtro (154) para eliminar las partículas de condensación del gas de recirculación.
7. Un aparato de fabricación aditiva según la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en el que el captador (155) es un captador de oxígeno.
8. Un aparato de fabricación aditiva según la reivindicación 7, en el que el captador de oxígeno (155) es un captador a base de cobre o titanio.
9. Un aparato de fabricación aditiva según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que el circuito de recirculación de gas (150) tiene el captador (155) en el mismo para absorber oxígeno, nitrógeno y/o hidrógeno del gas recirculante.
10. Un aparato de fabricación aditiva según la reivindicación 9, en el que el circuito de recirculación de gas (150) comprende válvula(s) (156, 157) que puede(n) aislar el captador (155) de la atmósfera en la cámara (101).
11. Un aparato de fabricación aditiva de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la cámara (101) comprende una puerta (170) a través de la cual una parte (103), construida usando el aparato de fabricación aditiva, puede retirarse de la cámara (101) y la(s) válvula(s) (156, 157) está(n) dispuesta(s) para aislar el captador (155) de la cámara (101) cuando se abre la puerta (170) a la cámara (101).
12. Un aparato de fabricación aditiva de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, que comprende medios para eliminar gases no deseados absorbidos por el captador (155) de la cámara (101), la(s) válvula(s) (156, 157) dispuesta(s) para aislar el captador (155) de la cámara (101) mientras que los gases absorbidos por el captador (155) permanecen por encima de un nivel predeterminado.
13. Un aparato de fabricación aditiva según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, que comprende medios para regenerar el captador (155) después de su uso.
14. Un aparato de fabricación aditiva según la reivindicación 13, en el que los medios para regenerar el captador (155) comprenden un elemento calefactor (162) para calentar el gas que fluye más allá del captador (155).

15. Un aparato de fabricación aditiva según la reivindicación 13 o la reivindicación 14, que comprende un sensor (166) para detectar una característica que es indicativa del progreso en la regeneración del captador (155).

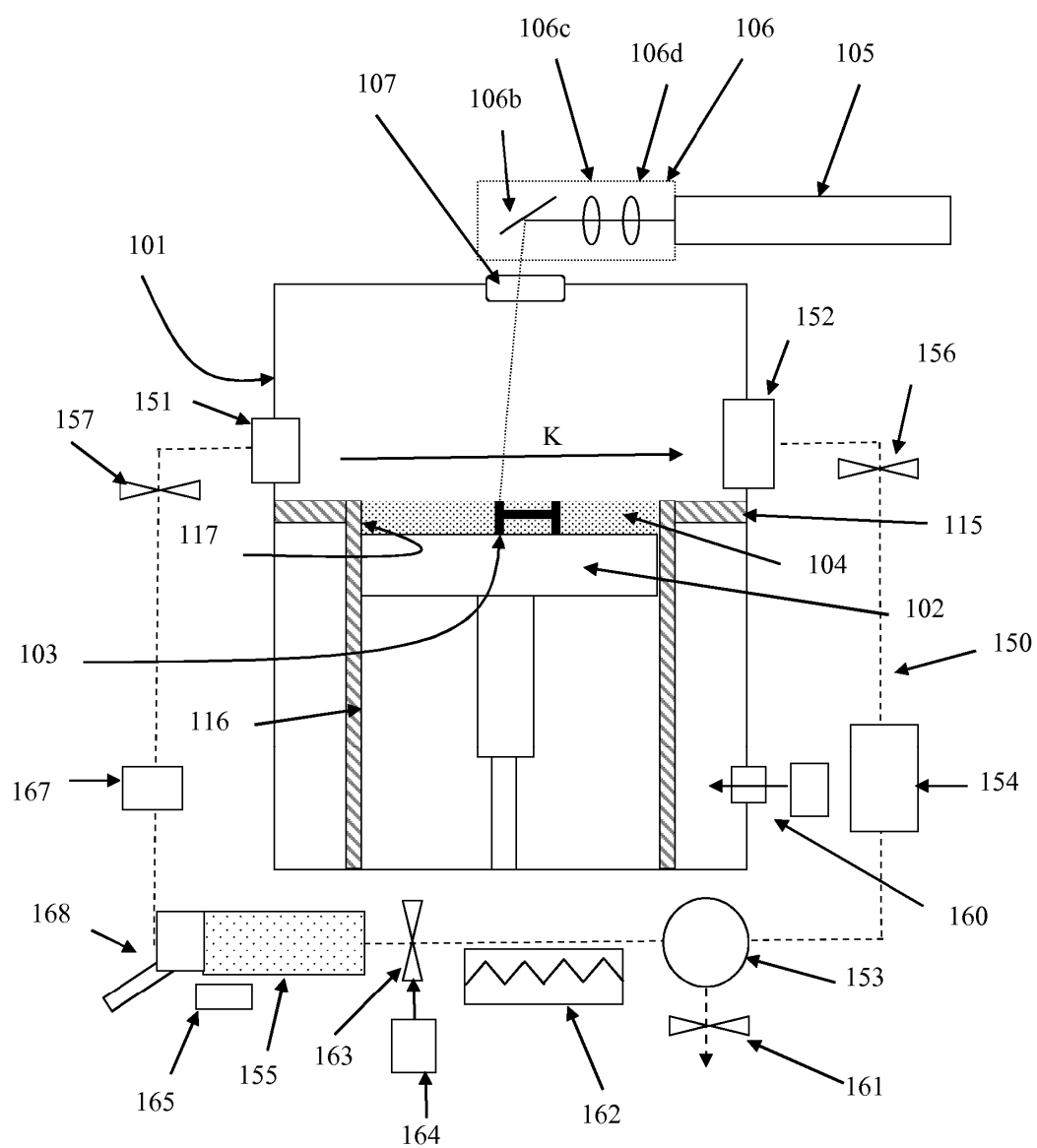


Fig. 1

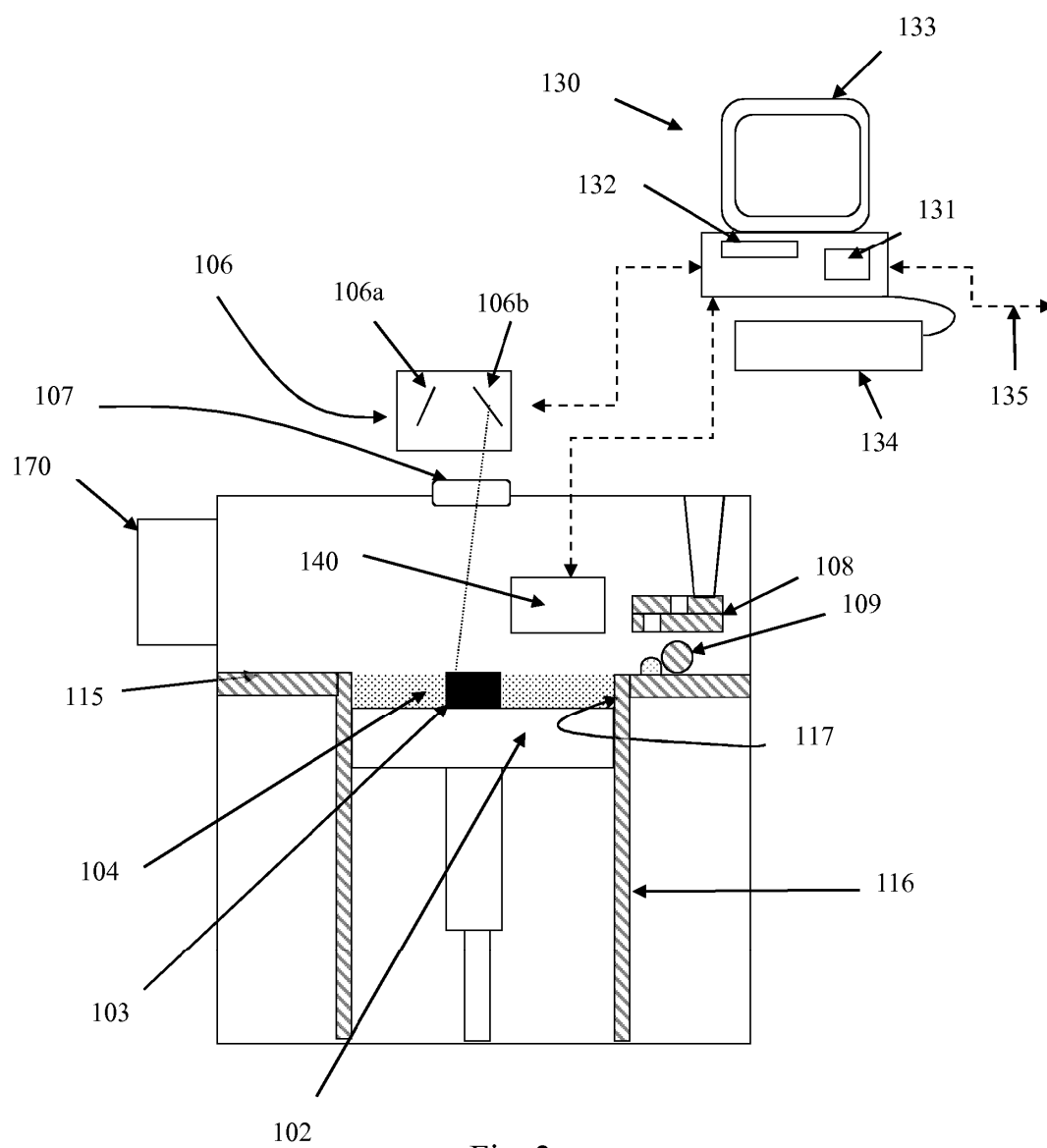


Fig. 2