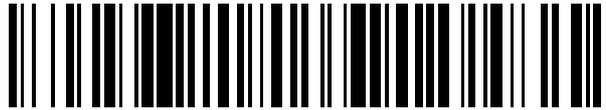


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 401**

51 Int. Cl.:

B29C 64/153 (2007.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

B33Y 50/00 (2015.01)

B22F 3/105 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2016 PCT/GB2016/054011**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17109483**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2016 E 16822719 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3393760**

54 Título: **Aparato y métodos de manufacturación de aditivos**

30 Prioridad:

22.12.2015 IN 4222DE2015

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

07.04.2021

73 Titular/es:

RENISHAW PLC (100.0%)

New Mills

**Wotton-under-Edge, Gloucestershire GL12 8JR,
GB**

72 Inventor/es:

REVANUR, RAMKUMAR;

BROWN, CERI;

MCCLELLAND, MICHAEL JOSEPH y

KIRBY, MARK, SAMUEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 817 401 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

Aparato y métodos de manufacturación de aditivos

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un aparato y métodos de manufacturación de aditivos en el que las capas de material son solicitadas de una manera capa por capa para formar un objeto. La invención tiene una aplicación particular, pero no una aplicación exclusiva, a la fusión del lecho de polvo, tal como un aparato de fusión selectiva con laser (SLM) y de sinterización selectiva con láser (SLS).

Antecedentes

10 El aparato de fusión del lecho de polvo produce unos objetos por medio de una solidificación capa por capa de un material, tal como un material de polvo metálico, usando un haz de alta energía, tal como un haz de electrones o de laser. Se forma una capa de polvo por medio de un lecho de polvo en una cámara de formación depositando un montón de polvo contiguo al lecho de polvo y extendiendo el montón con un limpiador a través (de un lado a otro lado del) lecho de polvo para formar la capa. Un haz de alta energía es a continuación explorado a través de las áreas de la capa de polvo que corresponde a una sección transversal del objeto que se está formando. El haz de
15 alta energía mezcla o sinteriza el polvo para formar una capa solidificada. Después de la solidificación selectiva de una capa, el lecho de polvo es hecho descender un espesor de la capa nuevamente solidificada y una capa posterior es extendida sobre la superficie y solidificada, según sea necesario. Un ejemplo de tal dispositivo se muestra en el documento US6042774.

20 Típicamente, el haz de alta energía es explorado a través del polvo a lo largo de una ruta de exploración. Una disposición de las rutas de exploración se definirá mediante una estrategia de exploración. El documento US5155324 describe una estrategia de exploración que comprende explorar un contorno (borde) de una parte de la sección transversal seguido por la exploración de un interior (núcleo) de la parte de la sección transversal.

25 Es conocido el uso de un modo continuo de operación con laser, en el que el laser es mantenido mientras que los espejos se mueven para dirigir el punto de laser a lo largo de la ruta de exploración, o un modo pulsado de operación de laser, en el que el laser es pulsado a intervalos mientras que los espejos dirigen el punto de laser a los diferentes lugares a lo largo de la ruta de exploración con el fin de formar una línea de material solidificado continua.

30 La estrategia usada para explorar una parte puede afectar a las cargas térmicas generadas durante la formación y precisión de la formación resultante. La retracción de la pieza a medida que se enfría es una causa importante de deformación de la fusión del lecho de polvo. Esto es específicamente prevalente cuando unas islas separadas de la capa precedente son unidas conjuntamente después en la formación a través de la solidificación de un área que abarca las islas (referida de aquí en adelante como un "área puente"). La retracción del área puente puede deformar la posición de las islas y/o dar como resultado una línea de testigo a través del área puente.

35 El documento US2005/0278933 A1 muestra la adición de un disipador de calor, o de una pluralidad de disipadores de calor en las diversas posiciones del lecho de modo que las diferentes características de la herramienta puedan ser subsiguientemente enfriadas para la sinterización de la primera sección o la segunda sección, evitando así el pandeo que de otro modo es inherente en los procesos de sinterización. El método puede también comprender la predeterminación y la orientación de la primera sección de la herramienta dentro de la cámara parcial para minimizar el pandeo de la característica de la primera herramienta durante la sinterización.

40 El documento WO2012/146746 A1 muestra un miembro de absorción de deformaciones dispuesto entre el objeto y la placa. El miembro puede ser una pluralidad de tiras planas entre el objeto y la placa

45 El documento EP 2 022 622 A1 expone un método de formación de un componente a partir de una fabricación sólida de forma libre que comprende el paso de formación de un soporte integral alrededor del componente durante su manufacturación. La rigidez que el soporte proporciona al componente se selecciona para minimizar la deformación del componente bien durante la manufacturación del componente o durante un subsiguiente proceso de tratamiento térmico.

Compendio de la invención

50 De acuerdo con un primer aspecto de la invención aquí se proporciona un método de formación de una pieza de trabajo en un proceso de manufacturación de un aditivo, en el que la pieza de trabajo es formada mediante una solidificación capa por capa del material, comprendiendo el método, para una capa puente en la que un área para ser un material de puentes solidificado como islas separadas en una capa inmediatamente precedente, primero, solidificando las porciones separadas del área, cada porción separada conectada con una diferente de las islas de la capa precedente, y después solidificando el material entre las porciones separadas para unir las porciones separadas conjuntamente.

De esta manera, se permite que las porciones separadas se retraigan independientemente, tal como durante el

enfriamiento, antes de que las zonas separadas sean unidas conjuntamente. De esta manera, se impide la deformación de las islas y/o el material solidificado entre las porciones separadas (una zona de unión), y las consecuentes líneas de testigo.

5 El material entre las porciones separadas que es solidificado para unir conjuntamente las porciones separadas puede ser situado encima del material no solidificado de la capa inmediatamente anterior. Para impedir la deformación de las porciones separadas durante la retracción, los bordes de las porciones separadas tienen que ser libres para moverse. En este caso la zona de unión debería estar situada encima del material no solidificado de la capa inmediatamente anterior.

10 El método puede comprender retrasar la unión de las porciones separadas para dar tiempo a que las porciones solidificadas separadas se retraigan. El retraso puede ser durante un tiempo predeterminado. El tiempo predeterminado puede ser determinado basándose en una geometría del área para ser solidificada. El tiempo predeterminado puede ser determinado basándose en un área de la sección transversal de una o cada una de las porciones separadas para ser unidas. El cálculo del tiempo predeterminado desde el área de la sección transversal permite la determinación de un retraso antes de unir las porciones separadas basándose en una retracción esperada de las porciones separadas (ya que la retracción es proporcional al área de la sección transversal). El tiempo predeterminado puede estar basado en el área de la sección transversal de la porción separada que tiene el área mayor de la sección transversal.

15 Además, el tiempo predeterminado tiene que estar basado en un tipo de material que es solidificado. El método puede comprender la identificación de un tiempo por unidad de área para un tipo de material que se solidifica y determinar el tiempo predeterminado desde el tiempo identificado por área unitaria y la sección transversal de la o las porciones separadas correspondientes.

20 Una zona de unión formada solidificando un material entre las porciones separadas puede tener una línea media que sea equidistante de las islas de la capa inmediatamente precedente. La anchura de la zona de unión a cada lado de la línea media puede ser constante (antes de la retracción de las porciones separadas). Una anchura de una zona de unión entre cada porción separada puede ser del orden de unidades o decenas de anchuras de puntos ($1/e^2$) del haz de energía. Preferiblemente, la anchura de la zona de unión es menor que 10 anchuras de punto.

25 Las porciones separadas pueden ser sustancialmente mayores en el área de la sección transversal que la zona de unión, por ejemplo, al menos 10x o 100x mayores que la zona de unión. Las porciones separadas pueden ser unidas solamente después de una terminación sustancial de una isla de la capa puente que incluya las porciones separadas.

30 El área para ser solidificada puede comprender tres o más porciones separadas contiguas, comprendiendo el método la unión de las porciones separadas contiguas que tienen la menor sección transversal antes de unir la o las porciones separadas que tienen unas áreas transversales mayores.

35 Una estrategia de exploración usada para solidificar el material entre las porciones separadas puede ser la misma o diferente de una estrategia de exploración usada para solidificar las porciones separadas. Por ejemplo, si una estrategia de exploración de meandros es usada para solidificar las porciones separadas, una correspondiente estrategia de exploración de meandros puede ser usada para solidificar la zona de unión. Si se usa una estrategia de exploración de tablero de damas o de rayas para solidificar las porciones separadas se puede usar una estrategia de exploración diferente, tal como una estrategia de exploración de meandros para solidificar la zona de unión. Los lugares explorados por el haz de energía para solidificar el material de la zona de unión pueden solaparse con lugares explorados por el haz de energía para solidificar las porciones separadas para ser unidas con el fin de asegurar la completa fusión del material entre las porciones separadas. En particular, después de la retracción de las porciones separadas, una anchura de la zona de unión puede cambiar el requerir una nueva exploración del lugar previamente explorado para asegurar que las porciones separadas son unidas.

40 El método puede comprender solidificar una o más capas consecutivas inmediatamente después de la capa puente solidificando un área que une un material solidificado como islas separadas en la capa que inmediatamente precede a la capa puente mediante, primero, solidificando las porciones separadas del área, estando cada porción separada formada encima de una diferente de las islas de la capa precedente, y después solidificando el material entre las porciones separadas para unir conjuntamente las porciones separadas. Una piscina de fusión generada en un proceso de fusión selectivo de haz (de laser o electrones) típicamente tiene una profundidad mayor que una única capa. Puede haber ventajas en ampliar tal secuencia de exploración a una o más capas consecutivas después de que la capa puente tenga en cuenta el hecho de que el material solidificado que une las islas será fundido de nuevo durante la formación de estas capas posteriores.

45 El proceso de manufacturación de un aditivo puede comprender la formación de unas capas sucesivas de un material fluido sobre una plataforma de formación y la exploración del haz de energía a través de las áreas seleccionadas de cada capa para solidificar el material en las áreas seleccionadas. El proceso de manufacturación de un aditivo puede comprender la fusión del lecho de polvo.

55 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se ha dispuesto un aparato de manufacturación del aditivo para

5 formar una pieza de trabajo mediante una solidificación de material capa por capa, comprendiendo el aparato una fuente de radiación para generar un haz de energía para la solidificación de áreas seleccionadas de las capas de material, y un controlador para controlar la fuente de radiación de modo que, para una capa puente en la que un área para ser un material de puentes solidificado como islas separadas en una capa inmediatamente anterior, la fuente de radiación, primero, solidifica las porciones separadas del área, cada porción separada conectada con una diferente de las islas de la capa precedente, y después solidifica el material entre las porciones separadas para unir conjuntamente las porciones separadas.

Descripción de los dibujos

10 La Figura 1 es un esquema de un aparato de solidificación de laser selectivo de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 2 es un diagrama esquemático de un método de la técnica anterior de la formación de unas islas puente de un área de un material solidificado en una capa inmediatamente anterior;

la Figura 3a es un diagrama esquemático de un primer paso en la formación de un área de islas puente de un material solidificado en una capa inmediatamente anterior de acuerdo con una realización de la invención;

15 la Figura 3b es un diagrama esquemático de un segundo paso en la formación de un área de islas puente de un material solidificado en una capa inmediatamente anterior de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 4 ilustra un método de acuerdo con una realización de la invención para identificar las áreas para ser solidificadas usando el método descrito con referencia a las Figuras 3a y 3b; y

20 la Figura 5 ilustra diversos parámetros de exploración usados para definir una exploración de un haz de laser en un proceso de solidificación de laser selectivo.

Descripción de realizaciones

25 Con referencia a la Figura 1, un aparato de fusión de lecho de polvo de acuerdo con una realización de la invención comprende una cámara principal 101 que tiene unas particiones 115, 116 que definen una cámara de formación 117. Una plataforma de formación 102 está dispuesta para soportar un objeto 103 formado por el polvo 104 de fusión de laser selectivo. La plataforma 102 puede ser descendida dentro de la cámara de formación 117 a medida que las sucesivas capas del objeto 103 son formadas. Un volumen de formación disponible es definido en la medida en la que la plataforma de formación 102 puede ser descendida al interior de la cámara de formación 117.

30 Las capas de polvo 104 están formadas a medida que el objeto 103 es formado por el aparato de dispensación y un limpiador alargado (no mostrado). Por ejemplo, el aparato dispensador puede ser el aparato descrito en el documento WO2010/007396.

Un módulo de laser 105 genera un laser para fundir el polvo 104, el laser dirigido como requerido por el explorador óptico 106 bajo el control de un ordenador 130. El laser entra en la cámara 101 a través de una ventana 107.

35 El explorador óptico 106 comprende una óptica de dirección, en esta realización, dos espejos móviles 106a para dirigir el haz de laser al lugar deseado en el lecho 104 de polvo y una óptica de enfoque, en esta realización un par de lentes móviles 106c, 106d, para ajustar una longitud focal del haz de laser. Los motores (no mostrados) impulsan el movimiento de los espejos 106a y las lentes 106c, 106d, estando los motores controlados por el ordenador 130.

40 El ordenador 130 comprende una unidad de procesador 131, una memoria 132, una conexión 134 de datos a los módulos de la unidad de fusión de laser, tal como un módulo óptico 106 y un módulo de laser 105, y una conexión 135 de datos externa. Almacenado en la memoria 132 está un programa de ordenador que instruye la unidad de procesamiento para formar una parte de acuerdo con las instrucciones de exploración también almacenadas en la memoria 132. Las instrucciones de exploración pueden ser determinadas por el ordenador 130 o en un ordenador separado y recibidas por medio de una conexión externa 135. Las instrucciones de exploración describen las rutas de exploración para que el haz de laser tome en las áreas de polvo que se solidifican en cada capa de polvo. Para formar una parte el ordenador 130 controla el explorador 106 para dirigir el haz de laser de acuerdo con las rutas de exploración definidas en las instrucciones de exploración.

45 Con referencia a la Figura 2, se muestran las rutas de exploración 202 en una formación para las áreas de solidificación 200a a 200e de tres capas consecutivas 201a a 201c. Las capas 201a y 201b comprenden las islas separadas 200a, 200b y 200c, 200d, respectivamente de un material para ser solidificado mientras la capa 201c (una denominada "capa puente") comprende un área 200e para ser solidificada que une el material solidificado como islas separadas 200c, 200d en la capa inmediatamente precedente 201b.

En la realización de la técnica anterior mostrada, las rutas de exploración 202 para que el haz de laser siga en la solidificación de las áreas 200a a 200e es una estrategia de exploración de meandros (exploración de trama). No obstante, se entenderá que se pueden usar otras estrategias de exploración tales como unas estrategias de exploración de tablero de damas o de rayas. La exploración es avanzada desde un lado de las áreas 200a a 200e al

otro lado.

Se ha encontrado entonces que la formación del área 200e que las islas de unión 200c, 200d en la capa inmediatamente precedente 201b resulta en una deformación de las áreas subyacentes 200a a 3300d y a la formación de una línea de testigo en el área 200e.

5 A continuación, con referencia a las Figuras 3a y 3b, se describirá un método de formación de un área 300e que une el material solidificado como islas separadas 300c, 300d en la cámara inmediatamente precedente 301b. Los mismos números de referencia, pero en la serie 300 se usan para referirse a las características de esta realización que son las mismas o similares a las características descritas con referencia a la Figura 2. En esta realización de la invención el área 300e es dividida en las porciones separadas 303a, 303b, una para cada isla 303c, 303d presente en la capa inmediatamente precedente 301b. Las porciones separadas 303a, 303b están separadas por una zona de unión 304 situada encima del polvo de la capa precedente 301b.

15 En un primer paso, como se muestra en la Figura 3a, las porciones separadas 303a, 303b están formadas usando una estrategia de exploración de meandros. No obstante, se entenderá que se pueden usar otras estrategias, tal como unas estrategias de exploración de rayas y de tablero de damas. Las porciones separadas 303a, 303b están separadas por un espacio 306 de polvo, el cual se formará más adelante en la zona de unión 304. El polvo en el espacio 306 permanece no solidificado mientras que las porciones separadas 303a, 303b pueden retraerse a medida que se enfrían. Una anchura del espacio 306 es típicamente de 1 a 10 diámetros de punto de láser.

20 Después de una longitud de tiempo predeterminada, el polvo en el espacio 306 se solidifica para formar una zona de unión 304 que une las porciones separadas 303a, 303b conjuntamente. Las rutas de exploración 305 para formar la zona de unión 304 pueden solaparse con las rutas de exploración 302 para solidificar las porciones separadas 303a, 303b para tener en cuenta la retracción de las porciones separadas 303a, 303b y/o para tejer adecuadamente las zonas contiguas 303a, 303b, 304 conjuntamente. La longitud de tiempo predeterminada (tiempo de retardo) se calcula a partir del área de la sección transversal de la porción separada mayor 303a, 303b y de un valor para el tiempo de retardo por área de la sección transversal para el material que se está solidificando. El tiempo de retardo puede ser incluido en las instrucciones de exploración o puede ser determinado por un ordenador 130 a partir de los valores de retardo por área de la sección transversal para los diferentes materiales almacenados en la memoria 132.

Las rutas de exploración usadas para solidificar la zona de unión 304 pueden simplemente ser una extensión del patrón de exploración usado para solidificar las porciones separadas 303a, 303b o, como se muestra en la Figura 3b, un modelo de exploración diferente.

30 En esta realización las áreas para ser solidificadas en capas consecutivas (que en sí mismas no son capas puente) después de que la capa puente 303e sea explorada como habría sido explorada en la técnica anterior. Sin embargo, en otra realización, los modelos de exploración para un número fijo de capas consecutivas encima de la capa puente 303e son también modificados para tener en cuenta el hecho de que se las secciones que se extienden, tal como la zona de unión 304, de la capa puente 303e son fundidas de nuevo durante la solidificación de áreas en estas capas consecutivas. El número fijo de capas puede estar basado en la profundidad esperada de la piscina de fusión generada por el haz de láser.

Se cree que permitiendo que las porciones separadas 303a, 303b se retraigan antes de unir las porciones separadas 303a, 303b conjuntamente para realizar la solidificación del área 300e se evitan deformaciones en el área 300e que ocurren en el método de la técnica anterior.

40 Las rutas de exploración para aplicar este método son típicamente, pero no esencialmente, determinadas por adelantado, por ejemplo, por un soporte lógico de formación aditiva. El soporte lógico de formación aditiva recibe unos datos geométricos que definen la geometría de la superficie de una pieza de trabajo, por ejemplo, en la forma de un archivo STL. A partir de los datos geométricos, el soporte lógico de formación aditiva determina las rebanadas de la pieza de trabajo para ser formada en el proceso de manufacturación aditivo. Las rutas de exploración son a continuación determinadas para cada rebanada.

45 De acuerdo con la invención el soporte lógico de formación identifica las capas puente que comprenden al menos un área que une las islas de una capa inmediatamente precedente. El soporte lógico de formación divide el área de la capa puente 303e en unas porciones separadas 303a, 303b y una o más zonas de unión 304. La situación de la zona de unión 304 (y por lo tanto, la forma de las porciones separadas 303a, 303b) se determina asegurando que una línea media 305 de la zona de unión 304 sea equidistante de las islas 303c, 303d de la capa precedente 301b, teniendo la zona de unión 304 una anchura prefijada, tal como la anchura de unos pocos diámetros de puntos de láser.

50 Con referencia a la Figura 4, las áreas de unión para ser formadas usando el método antes descrito son identificadas determinando un eje medio 407a a 407h del área de unión 400d e identificar cada rama (borde) 407c, 407d, 407f y 407h del eje medio que no está soportado a lo largo de al menos una parte de su longitud por las islas 400a, 400b, 400c de la capa precedente. Primero, las ramas 407d que terminan en un nodo abierto (un vértice con un único borde) 408d no soportado por las islas 400a, 400b, 400c de la capa precedente se eliminan de la consideración. Para cada rama que queda 407c, 407f, 407h, se determina una distancia entre los nodos de la rama 407c, 407f, 407h. Si la distancia, d, es menor que una distancia predeterminada, tal como para las ramas 407f y

407h entonces la rama 407f y 407h es eliminada de una consideración posterior.

Si la distancia es superior a la distancia predeterminada, tal como para la rama 407c, entonces una zona de unión 404 es identificada en una posición a lo largo de la rama que está situada encima del polvo no solidificado de la capa precedente. Una línea media de la zona de unión 404 es equidistante de las islas 400a, 400b que soportan los nodos de la rama 407c. En una realización alternativa las áreas de la sección transversal de las porciones separadas 403a, 403b son tenidas en cuenta cuando se determina un lugar de la zona de unión 404. Por ejemplo, la zona de unión 404 puede ser movida acercándose a una de las islas con el fin de coincidir más estrechamente con las áreas de la sección transversal de las dos porciones separadas 403a, 403b para minimizar los retrasos en la solidificación de la zona de unión 404. Una longitud del eje medio que está dentro de las áreas separadas 303a, 303b puede ser usada como una representación del área de la sección transversal de las porciones separadas 303a, 303b de modo que una posición de la zona de unión 404 esté basada en una longitud total de la porción del eje medio en cada porción separada. Otros factores que pueden ser tenidos en cuenta son un volumen de material de las islas 400a, 400b y/o una conductividad térmica del material.

Unas rutas de exploración son a continuación generadas para cada porción separada 303a, 303b, 403a, 403b y la zona de unión 304, 404. Las rutas de exploración de la zona de unión 304, 404 son generadas para parcialmente solaparse con las rutas de exploración de las porciones separadas 303a, 303b, 403a, 403b para tener en cuenta la retracción de las porciones separadas 303a, 303b, 403a, 403b que se produce entre la solidificación de las porciones separadas 303a, 303b, 403a, 403b y la zona de unión 304, 404.

En una realización alternativa las rutas de exploración están generadas antes del área 300e, 400d de la capa puente y las rutas de exploración están divididas basándose en las áreas separadas determinadas 303a, 303b, 403a, 403b y la zona de unión 304, 404.

En otra realización más, la forma de la zona de unión 304, 404 es determinada basándose en un modelo de ruta de exploración determinada para el área y/o las porciones separadas 303a, 303b, 403a, 403b. Por ejemplo, la zona de unión 304, 404 puede ser determinada de modo que los bordes de las porciones separadas 303a, 303b, 403a, 403b contiguas a la porción de unión 304, 404 se conformen con las líneas de trama de los modelos de exploración usados para formar las porciones separadas 303a, 303b, 403a, 403b. Por ejemplo, una forma de la zona de unión 304, 404 puede ser determinada de manera que los cuadrados completos de un modelo de exploración de un modelo de patrón de exploración de un tablero de damas o líneas de trama completas de una raya de un modelo de exploración de rayas pueda ser formado con el ángulo requerido en el perímetro de la porción separada 303a, 303b, 403a, 403b y la zona de unión 304, 404 (es decir la zona de unión 304, 404 no bisecciona una línea de trama de un cuadrado o raya del modelo).

Los parámetros de exploración para explorar la zona de unión 304, 404 pueden ser diferentes a los parámetros usados para explorar las porciones separadas 303a, 303b, 403a, 403b (o al menos a los parámetros de exploración usados para explorar partes de las porciones separadas que están situadas encima del polvo no solidificado de la capa precedente). Con referencia a la Figura 5, los parámetros de exploración pueden comprender uno o más parámetros seleccionados de potencia laser, tamaño de punto, velocidad de exploración, distancia de puntos 23 (una distancia entre cada punto de una línea de trama 24) y el tiempo de exposición (un tiempo en el que cada punto está expuesto al haz de laser) (requerido en una metodología de exploración de puntos discreta, por ejemplo, como usado en el documento Renishaw's AM250), distancia de trama 25, separación 26 dispuesta entre un extremo de las líneas de trama 24 y el borde 22 y la separación 27 entre las exploraciones de borde 21, 22. En particular, como el material solidificado en cualquier lado de la zona de unión 304, 404 se habrá enfriado significativamente con respecto a una cantidad comparable de material solidificado contiguo que se ha enfriado durante la formación de las áreas separadas 303a, 303b, 403a, 403b, los parámetros de exploración usados para la solidificación de la zona de unión pueden proporcionar una densidad de energía mayor que la usada para solidificar áreas comparables de las zonas separadas.

Una exploración de borde puede ser realizada después de que las porciones separadas 303a, 303b, 403a, 403b hayan sido unidas.

Las instrucciones de exploración determinadas por el soporte lógico de formación son enviadas a y/o usadas por el ordenador 130 para controlar el aparato de fusión del lecho de polvo cuando se construye la pieza de trabajo.

Se entenderá que se pueden hacer alteraciones y modificaciones en la realización antes descrita sin apartarse del alcance de la invención definida en las reivindicaciones. Por ejemplo, la invención puede ser usada en otros aparatos de manufacturación de aditivos, tales como un aparato estereolitográfico.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de una pieza de trabajo en un proceso de manufacturación de aditivos en los que la pieza de trabajo es construida mediante la solidificación capa por capa del material, comprendiendo el método, para una capa puente (301c) en la que un área (300e, 400d) para ser un material de puentes solidificado como islas separadas (300c, 300d; 400a, 400b) en una capa inmediatamente precedente (301b), primero, solidificando porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) del área (300e, 400d), estando cada porción separada (303a, 303b, 403a, 403b) conectada con una diferente de las islas (300c, 300d; 400a, 400b) de la capa precedente (301b) y después solidificando el material entre las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) para unir conjuntamente las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b).
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material entre las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) que es solidificado para unir conjuntamente las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) es situado encima del material no solidificado de la capa inmediatamente precedente (301b).
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende retrasar la unión de las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) para conseguir un tiempo para que las porciones separadas solidificadas (303a, 303b, 403a, 403b) se retraigan.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el retraso es durante un tiempo predeterminado.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el tiempo predeterminado se determina basándose en la geometría del área (300e, 400d) para ser solidificada, en donde el tiempo predeterminado puede ser determinado basándose en un área de la sección transversal de una o de cada una de las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) para ser unidas, en donde el tiempo predeterminado puede estar basado en el área de la sección transversal de la porción separada (303a, 303b, 403a, 403b) que tiene el área mayor de la sección transversal.
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en donde el tiempo predeterminado está basado en un tipo de material que es solidificado; y/o en donde el método comprende determinar un tiempo por unidad de área para un tipo de material que es solidificado, y determinar el tiempo predeterminado a partir del tiempo identificado por unidad de área y la sección transversal de la o las correspondientes porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b).
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde una zona de unión (304, 404) formada solidificando el material entre las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) para unir las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) tiene una línea media que es equidistante de las islas (300c, 300d, 400a, 400b) de la capa inmediatamente precedente (301b), en donde una anchura de la zona de unión (304, 404) de uno u otro lado de la línea media puede ser constante.
8. Un método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde una zona de unión (304, 404) formada solidificando el material entre las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) para unir las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) tiene una anchura del orden de unidades o decenas de anchuras de punto ($1/e^2$) del haz de energía, en donde la anchura de la zona de unión (304, 404) puede ser menor que 10 anchuras de punto.
9. Un método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) son sustancialmente mayores en el área de la sección transversal que una zona de unión (304, 404) formada por la solidificación del material entre las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) para unir las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b).
10. Un método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) están unidas solamente después de la terminación sustancial de una isla de la capa puente (301c) que incluye las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b).
11. Un método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde el área para ser solidificada comprende tres o más porciones separadas contiguas, comprendiendo el método la unión de las porciones separadas contiguas que tienen las secciones transversales menores primero antes de unir la o las porciones separadas que tienen unas áreas mayores que la sección transversal.
12. Un método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde una estrategia de exploración usada para solidificar el material entre las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) es la misma o diferente de una estrategia de exploración usada para solidificar las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b).
13. Un método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde los lugares explorados por el haz de energía para solidificar el material de la zona de unión (304, 404) se solapan con los lugares explorados por el haz de energía para solidificar las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) para ser unidas.
14. Un método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, que comprende solidificar una o más

capas consecutivas que inmediatamente siguen la capa puente (301c) solidificando un área que une el material solidificado como islas separadas (300c, 300a, 400a, 400b) en la capa (301b) que inmediatamente precede a la capa puente (301c) primero solidificando las porciones separadas del área, estando cada porción separada formada encima de una diferente de las islas (300c, 300d; 400a, 400b) de la capa precedente (301b), y después solidificando el material entre las porciones separadas para unir conjuntamente las porciones separadas.

5

15. Un aparato de manufacturación de aditivos para construir una pieza de trabajo por medio de la solidificación capa por capa del material, comprendiendo el aparato una fuente de radiación (105, 106) para generar un haz de energía (118) para solidificar unas áreas seleccionadas de las capas del material, y un controlador (130) para controlar la fuente de radiación (105, 106) de modo que, para una capa puente (301c) en la que un área (300e, 400d) para ser un material puente solidificado como islas separadas (300c, 300d; 400a, 400b) en una capa inmediatamente precedente (301c), la fuente de radiación (105, 106), primero, solidifica las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) del área (300e, 400d), estando cada porción separada (303a, 303b, 403a, 403b) conectada con una diferente de las islas (300c, 300d; 400a, 400b) de la capa precedente (301c), y a continuación se solidifica el material entre las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b) para unir conjuntamente las porciones separadas (303a, 303b, 403a, 403b).

10

15

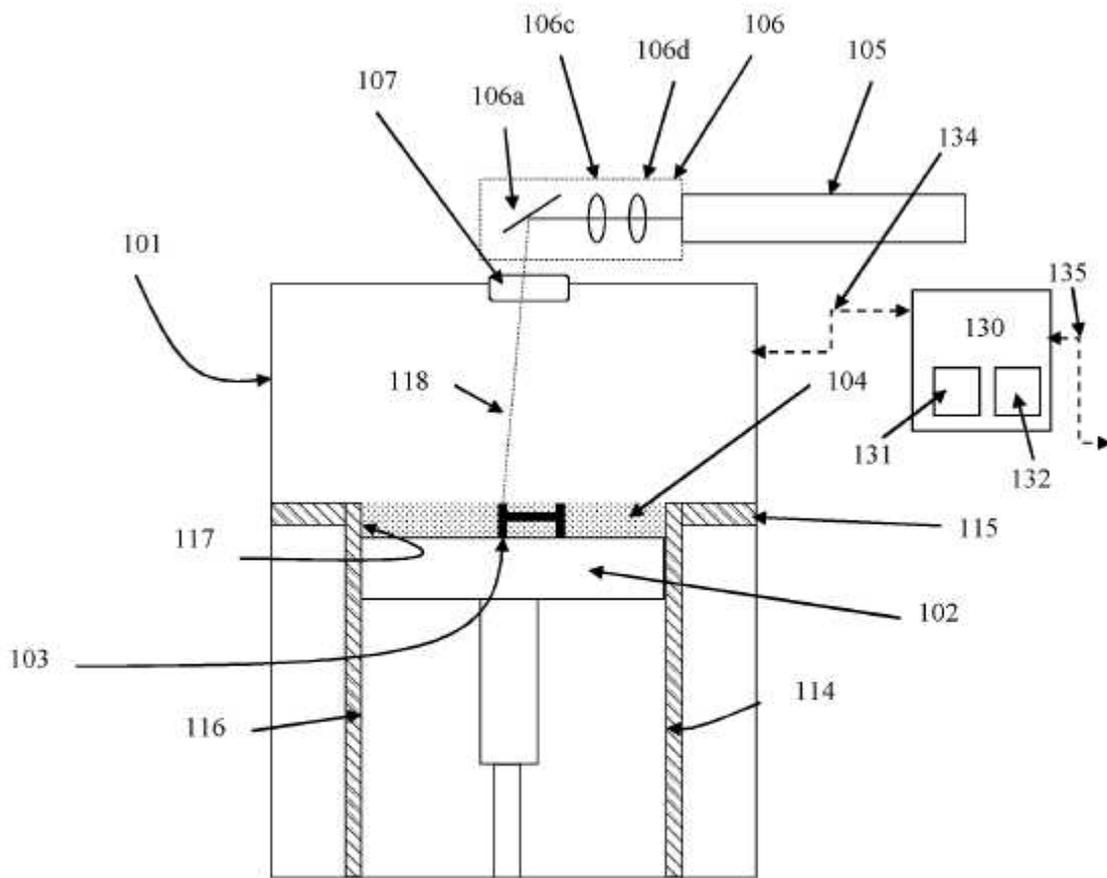


Fig. 1

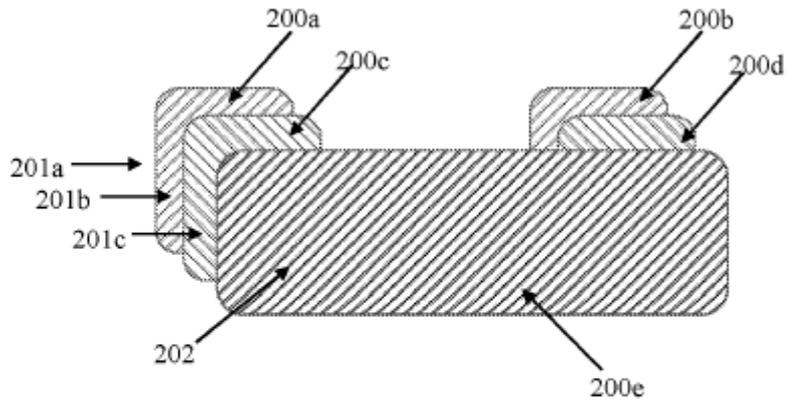


Fig. 2

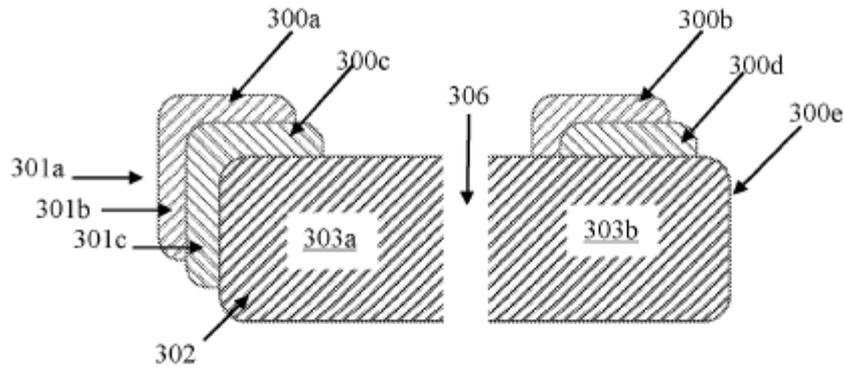


Fig. 3a

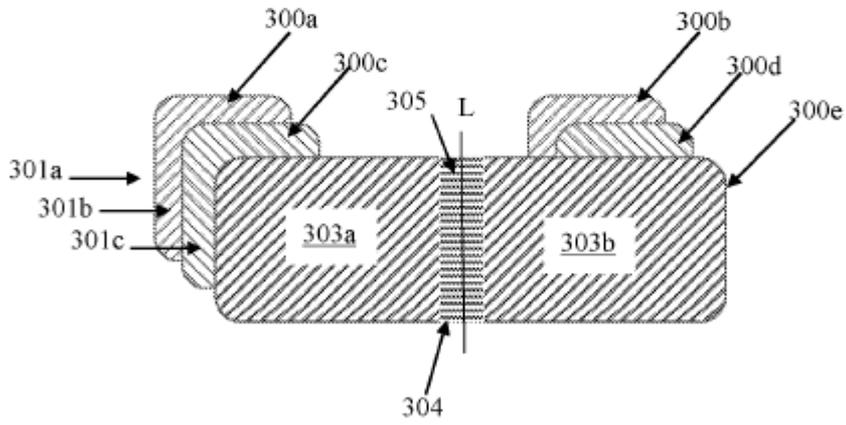


Fig. 3b

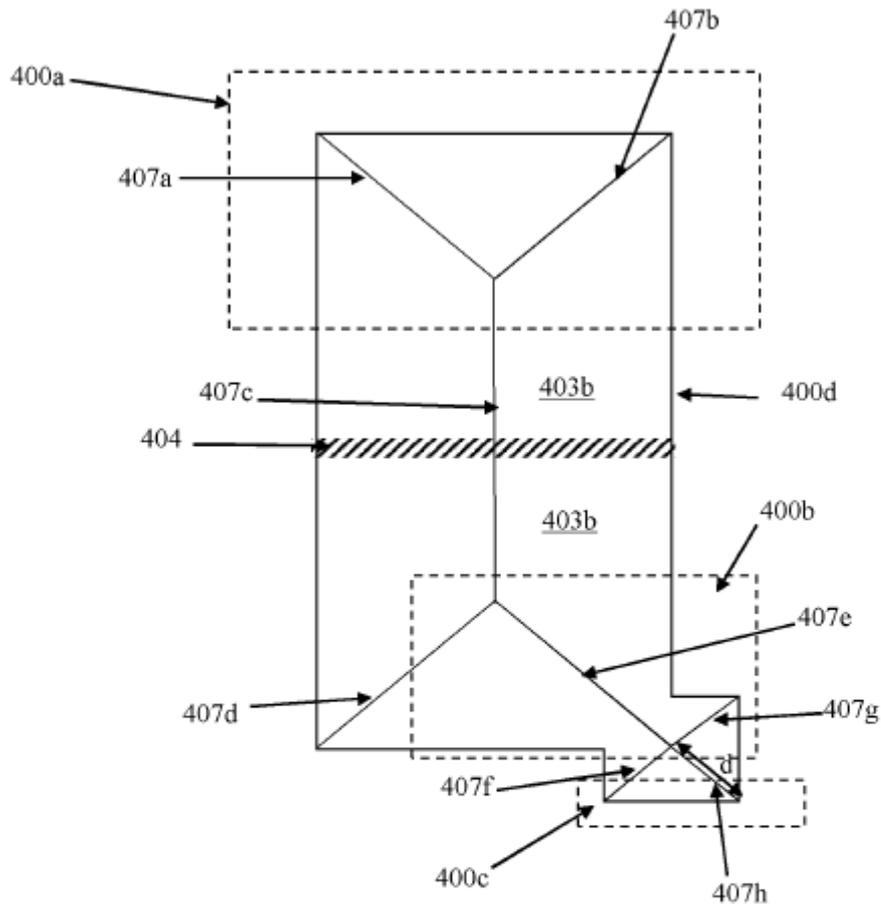


Fig. 4

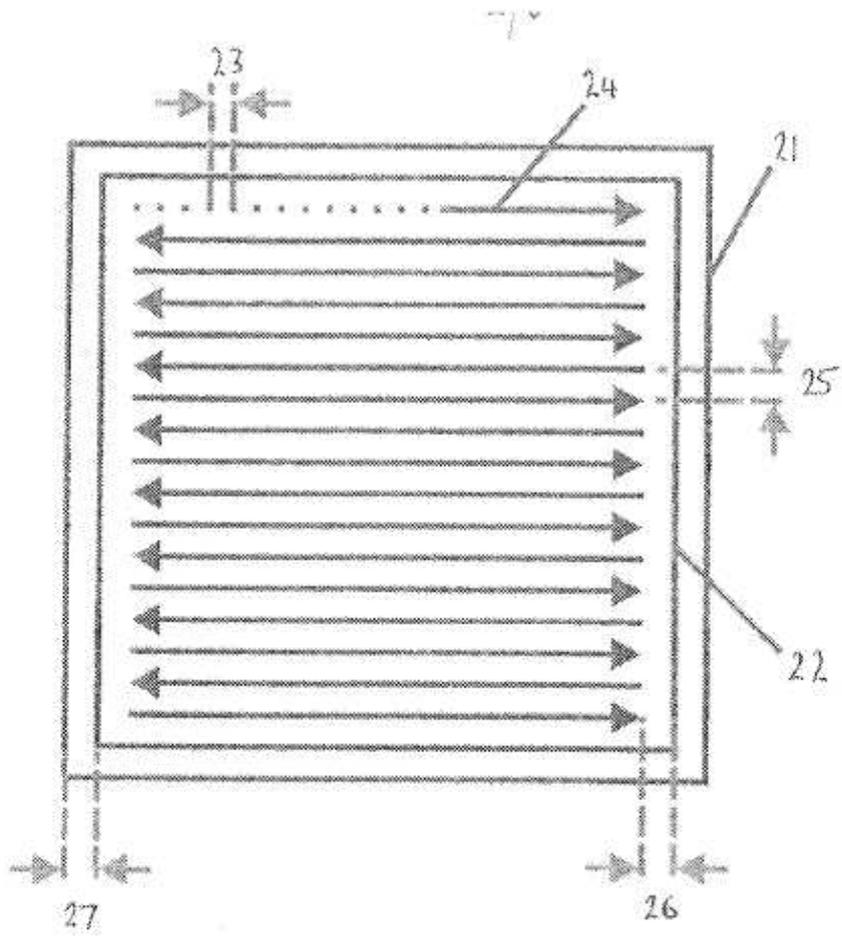


Fig. 5