

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 469 093**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2010 E 10771388 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2488347**

54 Título: **Impresora tridimensional y método para crear un modelo tridimensional**

30 Prioridad:

13.10.2009 GB 0917936

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

17.06.2014

73 Titular/es:

**BLUEPRINTER APS (100.0%)
Ravnsborggade 2, 1. sal
2200 Copenhagen N, DK**

72 Inventor/es:

**HARTMANN, ANDERS, ØRNSHOLT y
TJELLESEN, FREDERIK, WALSTED**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 469 093 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

Impresora tridimensional y método para crear un modelo tridimensional

5 Campo de la invención

La invención se refiere a una impresora tridimensional, por ejemplo, adecuada para su uso como aparato de creación rápida de prototipos, en la que se construye un modelo tridimensional por deposición sucesiva de una pluralidad de capas.

10

Antecedentes de la invención

Hay muchas tecnologías diferentes que se usan actualmente para construir modelos tridimensionales físicos usando una tecnología de fabricación aditiva, por ejemplo, la construcción de un modelo capa por capa. Normalmente, un diseño virtual del modelo tridimensional, por ejemplo, representado a través del software de diseño asistido por ordenador (CAD) o similares, se transforma en una pluralidad de (cuasi bidimensionales) capas transversales delgadas que se construyen una sobre otra en sucesión.

15

Hay varias maneras conocidas en las que pueden formarse las capas transversales. Por ejemplo, se sabe sinterizar una subregión seleccionada de una zona depositada de material verde, por ejemplo, guiando un rayo láser sobre la subregión. Tal disposición se divulga en el documento WO 2004/056512. Otro ejemplo implica el uso de una fuente de calor o de luz bidimensional dispuesta para fundir o curar la totalidad de una subregión seleccionada al mismo tiempo, ocultando las zonas que no se han fundido. Tal disposición se divulga en el documento US 2002/0149137.

20

Otras técnicas pueden implicar la extrusión o de otro modo la deposición del material verde ya en la forma correcta de la capa transversal (por ejemplo, por referencia a una tabla de x-y-z construida a partir de los datos de diseño virtuales). A continuación, el material depositado puede endurecerse de forma natural o curarse (por ejemplo, mediante una fuente de luz potente) para formar la capa transversal deseada.

25

En un ejemplo adicional más, cada capa transversal deseada puede recortarse de un material de lámina, en el que el modelo se construye pegando las capas recortadas.

30

El documento US 2005/208168 divulga una técnica en la que se forma una sección transversal deseada en la superficie de un tambor calentado y posteriormente transferida desde el tambor sobre y fusionado junto con las capas depositadas anteriormente.

35

El documento US 2004/0224173 divulga una herramienta de fabricación de forma libre sólida en la que se construye un modelo tridimensional a partir de películas sucesivas calentadas formadas de una mezcla de partículas termoplásticas y una matriz de polímeros solubles en agua que usa un cabezal térmico.

40

Sumario de la invención

En su forma más general, la presente invención propone el uso de un cabezal térmico como un medio de tratar térmicamente de manera selectiva capas sucesivas de un material verde para crear una pluralidad de capas transversales formando un modelo tridimensional.

45

En el presente documento "material verde" significa cualquier material capaz de fluir o extruirse en una capa que puede posteriormente solidificarse de manera selectiva a través de un tratamiento térmico. Por ejemplo, el material verde puede ser un medio capaz de fluir, tal como polvo o similares, o un medio extruible, tal como cerámica sinterizada, pasta o similares. La solidificación a través del tratamiento térmico está dispuesta para fijar la forma de la región tratada térmicamente, por ejemplo, a través de uno cualquiera de entre la fusión, la sinterización, el curado o el endurecimiento. En el presente documento "curar" puede referirse a uno cualquiera o más de entre el endurecimiento químico, el endurecimiento térmico y el endurecimiento por vaporización. Por lo tanto, el término "tratamiento térmico" puede referirse a uno cualquiera o más de entre la fusión, la sinterización, el curado o el endurecimiento.

50

55

En esta divulgación, el término "cabezal térmico" puede usarse en general para referirse a un dispositivo que tiene una pluralidad de elementos térmicos activables de manera selectiva que están dispuestos para emitir energía calorífica del mismo. El cabezal térmico puede tener una región de emisión de calor, por ejemplo, un borde o una superficie, dispuesta para ponerse en contacto con una zona, por ejemplo, barriendo a través de ella. Una subregión seleccionable de la zona puede calentarse activando y desactivando adecuadamente los elementos térmicos cuando se barre la región de emisión de calor a través de la zona. Se conocen algunos ejemplos de cabezales térmicos en el campo de las impresoras térmicas, en los que puede formarse una imagen impresa calentando de manera selectiva un papel termocrómico. La presente invención puede adaptar esta tecnología para su uso en una impresora tridimensional.

60

65

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una impresora para construir un modelo tridimensional por

deposición secuencial de una pluralidad de capas transversales de acuerdo con la reivindicación 1.

La impresora puede funcionar de acuerdo con un método de acuerdo con la reivindicación 11. La etapa (iv) de tratamiento térmico en la reivindicación 11 puede incluir fijar (por ejemplo, fusionando) la zona deseada de la capa sucesiva a la zona de tratamiento térmico de la capa anterior.

En el presente documento "capaz de fluir" puede incluir un material en polvo, líquidos y un material extruible, por ejemplo, pastas o similares. Puede preferirse un material en polvo.

De este modo, el cabezal térmico puede moverse con respecto al lecho de material para ponerlo en comunicación térmica con la capa depositada. El conjunto de elementos térmicos activable de manera selectiva puede comprender una disposición (por ejemplo, un patrón) de los elementos térmicos, por ejemplo, resistencias térmicas o similares, que barren sobre la capa depositada durante el funcionamiento, estando la zona barrida en una región activa en la que puede tener lugar el tratamiento térmico. La disposición puede comprender una o más filas (por ejemplo, una o más filas rectas) de elementos térmicos o un patrón de elementos térmicos en el que los elementos térmicos adyacentes están desplazados entre sí en la dirección de impresión. Cada punto de la capa depositada en la región activa puede dirigirse únicamente por la coordenada (n, t) , donde n es un identificador de un elemento térmico y t es un tiempo durante el funcionamiento de barrido. La zona seleccionable de material verde puede representarse usando tales coordenadas, por ejemplo, transformadas a partir de los datos transversales extraídos a partir de los datos de diseño virtual, que pueden estar representados por un archivo STL, IGES, STEP o similares convertido a partir de un modelo CAD. Los métodos y el software para identificar las zonas transversales sucesivas y proporcionar las instrucciones apropiadas a los elementos térmicos individuales corresponden a métodos equivalentes conocidos en la impresión tridimensional convencional y en la impresión térmica directa, respectivamente, y por lo tanto, no se discuten en detalle en el presente documento.

Cada capa puede estar colocada en una superficie plana en el lecho de material. El cabezal térmico y el lecho de material pueden ser móviles entre sí en una dirección normal al plano de cada capa depositada. En una realización, el lecho de material puede reducirse una distancia predeterminada después de cada pasada del cabezal térmico. Esto puede permitir al dispositivo dar cabida a un mayor número de capas. El cabezal térmico puede ser un tipo de "borde de esquina", "borde verdadero" o "borde cercano" convencional usado para imprimir en medios planos.

La impresora puede incluir un mecanismo de movimiento (por ejemplo, un motor de corriente continua, tal como un motor de etapa a etapa, un servomotor o similar) para mover el cabezal térmico en una trayectoria fija con respecto al lecho de material. El conjunto de elementos térmicos activable de manera selectiva puede extenderse en una línea, en el plano del lecho de material, es decir, en un ángulo con respecto a (por ejemplo, ortogonal a) la dirección de la trayectoria fija, por lo que los elementos térmicos barren una zona cuando el cabezal térmico se mueve en la trayectoria fija. Los elementos térmicos pueden estar en una línea que es ortogonal a la trayectoria fija. La trayectoria fija puede ser lineal, por ejemplo, a lo largo de una dimensión longitudinal del lecho de material paralelo al plano de la capa depositada. La línea de elementos térmicos puede extenderse a través de todo el ancho del lecho de material. El lecho de material puede ser rectangular en una vista en planta, por ejemplo, con una base rectangular que tiene paredes laterales rectas, que pueden tener una altura variable. Cada capa depositada puede ser un elemento en forma de placa rectangular.

Como se ha explicado anteriormente, la impresora está dispuesta para depositar de manera secuencial una pluralidad de capas transversales. Cada capa transversal sucesiva puede depositarse en la parte superior de la capa anterior. Además, para transformar (por ejemplo, solidificando) el material verde, el tratamiento térmico puede actuar para enlazar la zona tratada térmicamente de una capa a cualquier material tratado térmicamente que contacte en la capa inferior. De esta manera, el funcionamiento de impresión puede garantizar la integridad estructural del modelo tridimensional cuando se elimina el material verde sin tratar.

La capa depositada puede disponerse por un mecanismo que es independiente del cabezal térmico. Sin embargo, en una realización, un aparato para depositar la capa puede ser móvil con el cabezal térmico sobre el lecho de material, por lo que las etapas de la deposición y del tratamiento térmico pueden realizarse en una sola pasada sobre el lecho de material. En esta realización, el aparato puede montarse en la parte delantera del cabezal térmico en su trayectoria sobre el lecho de material.

El aparato para depositar la capa puede comprender cualquier medio conocido para disponer una capa de material capaz de fluir (por ejemplo, moldeable) que tiene un espesor sustancialmente uniforme. Por ejemplo, si el material es polvo capaz de fluir, el aparato puede incluir un elemento de extensión (por ejemplo, una hoja en ángulo) para distribuir sustancialmente de manera uniforme el material verde sobre el lecho.

Puede proporcionarse un elemento de compactación (por ejemplo, un rodillo, un miembro de estampación o un elemento en cuña que se estrecha) para comprimir el material verde. La compresión del material verde puede promover la transformación eficiente, por ejemplo, mejorando la conductividad térmica masiva de la capa transversal, y puede proporcionar una mejor estabilidad mecánica para el soporte del modelo en construcción. El elemento de compactación puede incorporarse en el aparato para depositar la capa, o puede ser un dispositivo

independiente, por ejemplo, para realizar la compactación después de que se deposite la capa, pero antes de que el cabezal térmico realice su pasada. Preferentemente, el elemento de compactación incluye un elemento de cuña que se estrecha que está dispuesto para desplazarse sobre el lecho de material. El elemento de cuña puede tener una superficie inclinada, que está dispuesta para reducir de manera gradual el espacio libre entre el lecho de material y el elemento de compactación en la dirección de desplazamiento del elemento de cuña.

El tratamiento térmico descrito en el presente documento está dispuesto para provocar una transformación (por ejemplo, una transición) de la materia verde a un estado solidificado fijo. En otras palabras, el tratamiento térmico fija la forma de la zona seleccionada de la capa depositada.

La impresora puede incluir una unidad de precalentamiento dispuesta para precalentar el material verde antes de que el cabezal térmico se mueva en su trayectoria sobre la capa depositada. La unidad de precalentamiento puede combinarse con el elemento de compactación. El precalentamiento del material verde puede actuar para acercarlo a la temperatura a la que se transforma en el estado fijo. La cantidad de calentamiento requerida entonces por el cabezal térmico para efectuar la transformación puede, de esta manera, reducirse, lo que puede acelerar el proceso global. Por otra parte, puesto que el calor de la unidad de precalentamiento puede conducirse hasta el material tratado térmicamente en las capas anteriores, puede mantenerse la temperatura del lecho de material en su conjunto, lo que puede reducir o minimizar las tensiones térmicas experimentadas por el material tratado, reduciendo de este modo la deformación del modelo en construcción. Por una razón similar, la impresora puede incluir un calentador de postratamiento, que puede actuar para regular la temperatura del lecho de material que sigue al tratamiento térmico. El concepto de controlar la temperatura del lecho de material puede representar un aspecto adicional de la invención, que se discute a continuación.

En una realización, la unidad de precalentamiento está dispuesta para llevar la capa depositada a una temperatura que es ligeramente, por ejemplo, de 5-10 °C, por debajo de la temperatura de transformación. El calentador de postratamiento puede estar dispuesto para llevar el material tratado térmicamente a, sustancialmente, la misma temperatura. La unidad de precalentamiento y/o el calentador de postratamiento pueden calentar el material por conducción, es decir, pueden comprender placas de cubierta para contactar con el material expuesto.

Durante el tratamiento térmico hay un movimiento relativo entre la capa depositada y los elementos térmicos en el cabezal térmico. Para evitar que el material tratado térmicamente se adhiera a los elementos térmicos, que podría perturbar el proceso de construcción y, finalmente, provocar un sobrecalentamiento y el fallo del cabezal térmico, la impresora puede comprender una cubierta de protección (por ejemplo, una lámina, un recubrimiento o similar) por debajo del cabezal térmico. Durante el tratamiento térmico la cubierta de protección (denominada en el presente documento como una "lámina de protección") está dispuesta, por lo tanto, entre los elementos térmicos y la capa depositada.

La lámina de protección puede moverse con el cabezal térmico o puede moverse con respecto a tanto la capa depositada como con el cabezal térmico durante el tratamiento térmico. En una realización preferida, la lámina de protección puede desacoplarse del movimiento relativo del cabezal térmico y la capa depositada de una manera en la que en la localización del cabezal térmico a medida que se mueve con respecto al lecho de material, la lámina de protección está inmóvil sustancialmente con respecto a la capa depositada. En una realización, la lámina de protección se pone en contacto con el ejemplo depositado, la lámina de protección puede alimentarse conforme al elemento de cuña descrito anteriormente. De esta manera, la unidad de precalentamiento puede ponerse en contacto con la capa depositada a través de la lámina de protección. Para evitar que se pegue al material depositado, la lámina de protección se fabrica preferentemente de un material que presente buenas propiedades antiadherentes, por ejemplo, PTFE (por ejemplo, PTFE reforzado de fibra de vidrio), silicona pura, papel impregnado de silicona, poliamida o similares. Puesto que la lámina de protección es para transferir calor desde tanto el cabezal térmico como de la unidad de precalentamiento, puede usarse una fina capa de material para facilitar la transferencia de calor por conducción. Preferentemente, la lámina de protección se fabrica de un material con buena conductividad térmica.

El uso de una cubierta de protección en una impresora para construir modelos tridimensionales por tratamiento térmico es otra idea desvelada en el presente documento. Esta idea puede expresarse como una impresora para construir un modelo tridimensional por deposición secuencial de una pluralidad de capas transversales, comprendiendo la impresora: un lecho de material; un mecanismo de deposición de capas para depositar una capa de material verde en el lecho de material; una fuente de calor dispuesta para generar energía térmica para tratar térmicamente una zona seleccionable de material verde en la capa depositada; una cubierta de protección dispuesta entre la capa depositada y la fuente de calor en contacto con la zona seleccionable durante el tratamiento térmico; un separador para separar la cubierta de protección de la zona seleccionable después del tratamiento térmico; y un elemento de regulación de la temperatura en comunicación térmica con la capa depositada para controlar la refrigeración de la capa depositada después del tratamiento térmico pero antes de la separación de la cubierta de protección de la zona seleccionable. El elemento de regulación de la temperatura permite el control de la refrigeración de la capa depositada para optimizar el proceso de separación en términos de minimizar la deformación de las capas tratadas térmicamente. El elemento de regulación de la temperatura puede incorporarse en el propio separador. Por ejemplo, se puede incorporar un disipador térmico o su temperatura puede ser

controlable de manera independiente para proporcionar un gradiente de temperatura a través de la lámina de protección que sea adecuado para refrigerar.

5 La fuente de calor para nosotros con la cubierta de protección no necesita estar limitada al cabezal térmico. Por ejemplo, pueden usarse una única fuente de calor móvil (por ejemplo, un láser) o un conjunto o múltiples fuentes de calor.

10 La lámina de protección puede fabricarse de un material térmicamente conductor que sea fácilmente separable (es decir, que sea resistente para enlazarse) del material verde y del material tratado térmicamente (transformado).

15 En una realización, la lámina de protección puede ser desechable. Por ejemplo, la lámina de protección puede suministrarse desde un rollo en un extremo del aparato. La lámina puede renovarse moviéndose con respecto al lecho de material, por ejemplo moviéndose de manera gradual una pequeña cantidad (por ejemplo, de 1-2 mm) para cada pasada del cabezal térmico, o renovándose completamente para cada pasada del cabezal térmico.

20 Para facilitar la eliminación del material tratado térmicamente de la lámina, puede disponerse del software de modelado para evaluar cada una de la pluralidad de capas transversales de las posibles zonas de debilidad y, cuando se identifiquen tales zonas de debilidad, para añadirlo a los elementos de anclaje de la capa transversal para soportar esas zonas durante la separación. Cada elemento de anclaje puede ser una región discreta de material tratado térmicamente conectado a la zona de debilidad en un punto de anclaje. En el presente documento, una región discreta puede significar que el elemento de anclaje se una solo a la zona de debilidad en el punto de anclaje, es decir, no está conectado a cualquier otra parte del modelo tridimensional. Una zona de debilidad puede identificarse como las primeras capas de un objeto pequeño, por ejemplo, en el que no hay una capa subyacente a la que pueda unirse. Preferentemente, el elemento de anclaje de una zona de debilidad se coloca antes de la zona de debilidad en la dirección de desplazamiento del cabezal térmico sobre el lecho de material. En otras palabras, el elemento de anclaje puede separarse de la lámina de protección antes que la zona de debilidad. Cada zona de debilidad puede tener dos o más elementos de anclaje conectados a ella, por ejemplo, posicionados antes y después de la zona de debilidad en la dirección de desplazamiento del cabezal térmico. Los elementos de anclaje pueden conformarse para tener bordes que estén en ángulo a la dirección de desplazamiento del cabezal térmico. De esta manera, se evita que la línea en la que se produce la separación de la lámina de protección de la capa transversal se extienda a lo largo (es decir, en paralelo a) de una línea de transición entre el material verde y el material tratado térmicamente. Esta característica facilita la separación. Los elementos de anclaje pueden separarse (por ejemplo, quebrarse o recortarse) después de que se termine el modelo de tres dimensiones y se elimine el exceso de material verde. El punto de anclaje puede estar dispuesto para tener una pequeña zona de contacto con el modelo de manera que la separación sea fácil.

40 La impresora puede comprender una parte de contacto para moverse sobre el lecho de material. La parte de contacto puede comprender uno o más o todos de entre el aparato de deposición de capas, el elemento de compactación, la unidad de precalentamiento, el cabezal térmico, el separador y el calentador de postratamiento, dispuestos en orden a lo largo de la trayectoria de desplazamiento sobre el lecho de material. La parte de contacto puede incluir la lámina de protección, por ejemplo, como un bucle que incluye una parte que se desplaza conforme a la unidad de precalentamiento, al elemento de compactación y al cabezal térmico en dirección al separador y al calentador de postratamiento (si está presente). Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la lámina de protección puede ser un componente separado. En ese caso, la parte de contacto puede estar dispuesta para moverse con respecto a la lámina de protección. La parte de contacto puede incluir una parte de recepción de láminas, por ejemplo, un rodillo o similar, para recibir la lámina y alimentarla entre la unidad de precalentamiento y la capa depositada. La parte de recepción de láminas puede incorporarse como una parte del aparato de deposición de capas.

50 Como se ha mencionado anteriormente, la parte de contacto puede incluir también el separador (también denominado en el presente documento como una parte de separación de lámina). En una realización, la lámina de protección puede instarse en tensión lejos de una posición de equilibrio, ya que se pone en contacto con la capa depositada. La parte de separación de lámina puede disponerse para facilitar un retorno brusco a la posición de equilibrio al salir de la parte de contacto. Por ejemplo, la parte de separación de lámina puede comprender un borde trasero agudo dentro de la parte de contacto y un elemento de guía (por ejemplo, un rodillo o similar) dispuesto para elevar la lámina lejos de la capa depositada en el borde agudo. Pueden usarse otras técnicas de separación, por ejemplo, forzando un borde agudo entre la lámina de protección y la capa tratada térmicamente, o aplicando una tensión adicional para estirar la lámina de protección, o aplicando una señal ultrasónica a la lámina. Como se ha mencionado anteriormente, después de la separación, la lámina de protección puede guiarse entre el material depositado y el calentador de postratamiento.

60 La parte de contacto puede incluir un elemento de refrigeración (por ejemplo, un disipador de calor o similar) localizado después del cabezal térmico a lo largo, por lo tanto puede moverse sobre la zona tratada térmicamente después del tratamiento. El fin del elemento de refrigeración es enfriar la zona tratada térmicamente de manera que se solidifique con suficiente integridad estructural para separarse de la lámina de protección mediante el separador. Para evitar la deformación no deseada, la velocidad de refrigeración no debería ser demasiado rápida, por lo que el

elemento de refrigeración puede, por el cuerpo de temperatura regulada, tener una temperatura controlable de forma independiente dispuesta para proporcionar un gradiente de temperatura a través de la lámina de protección que sea adecuado para la refrigeración a una velocidad deseada. De esta manera, por ejemplo, el elemento de refrigeración puede mantenerse a una temperatura que sea un número predeterminado de grados inferior a la temperatura de la unidad de precalentamiento y/o del calentador de postratamiento. Por ejemplo, el elemento de refrigeración puede tener una temperatura en un intervalo que está algo, por ejemplo de 10-20 °C, por debajo del punto de fusión del material verde. El elemento de refrigeración puede estar integrado con el separador.

La parte de contacto puede ser un producto independiente, por ejemplo, un conjunto adecuado para el montaje de manera móvil en un lecho de material para crear una impresora para construir un modelo tridimensional de impresión.

La impresora puede poseer más de un cabezal térmico. Por ejemplo, la parte de contacto puede comprender una pluralidad de cabezales térmicos dispuestos en serie a lo largo de la dirección de desplazamiento sobre la capa depositada o uno junto a otro en una línea para barrer una zona más grande.

En una realización, la parte de contacto puede ser reversible, es decir, capaz de realizar una deposición de material y una impresión en ambas direcciones a través del lecho de material. Esta disposición puede ser deseable porque el funcionamiento de impresión global puede ser más rápido, y porque la impresión bidireccional puede facilitar el mantenimiento de un perfil de temperatura uniforme en todo el lecho de material.

La parte de contacto reversible puede proporcionarse por intercambio de los roles de la unidad de precalentamiento y del calentador de postratamiento, teniendo un par de mecanismos de deposición de capas en lados opuestos de la parte de contacto, cada uno de los cuales es conmutable en y fuera de funcionamiento según se necesite (por ejemplo, bajando y elevando una hoja de extensión), y combinando las funciones del elemento de compactación, el separador y el elemento de refrigeración en un solo componente de doble función, uno de los cuales se proporciona a cada lado del cabezal térmico. El componente de doble función puede comprender un miembro alargado que se extienda a través del lecho de material y ser giratorio alrededor de un eje a lo largo de su longitud para producir, o una superficie de compactación o una superficie de separación/refrigeración, un contacto con la capa depositada de acuerdo con la función deseada. El miembro alargado puede tener una sección transversal en forma de L, con cada pata de la L proporcionando una de entre la superficie de compactación y la superficie de separación/refrigeración.

Como alternativa o adicionalmente, el lecho de material puede disponerse para girar con respecto a la dirección de movimiento de la parte de contacto. Esta disposición puede permitir, de manera efectiva, la impresión bidireccional (o la impresión cuádruple direccional, o incluso la impresión omnidireccional) al mismo tiempo que permite a la parte de contacto retener una configuración unidireccional.

Otros aspectos de la invención pueden incluir un método de creación de un modelo tridimensional usando la impresora desvelada anteriormente.

En el presente documento se divulga también un aparato y un método de controlar la temperatura del material depositado usando una cubierta en contacto con el material depositado, que tiene una temperatura controlable de forma independiente para regular la temperatura del material depositado por conducción. De acuerdo con este aspecto de la invención, se proporciona una impresora para construir un modelo tridimensional por deposición secuencial de una pluralidad de capas transversales, comprendiendo la impresora: un lecho de material; un mecanismo de deposición de capas para depositar una capa de material verde en el lecho de material; una fuente de calor dispuesta para generar energía térmica para el tratamiento térmico de una zona seleccionable de material verde en la capa depositada; y una cubierta en contacto con la capa depositada, en la que la cubierta tiene una temperatura controlable de forma independiente para regular la temperatura del material depositado. La cubierta puede comprender la unidad de precalentamiento y el calentador de postratamiento discutidos anteriormente. Puede poner en contacto el material depositado a través de la lámina de protección. Por ejemplo, en una realización, la cubierta puede comprender dos placas que se pueden calentar de forma independiente, que se encuentran por encima y sustancialmente cubren el material depositado en cada lado del cabezal térmico. Este aspecto de la invención permite que se minimice el gradiente de temperatura a través del lecho de material, lo que puede reducir la deformación del modelo resultante. Esta disposición puede ser más práctica que proporcionar un control de temperatura para todo el entorno en el que se encuentra la impresora.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones detalladas de la invención se discuten a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una impresora tridimensional que es una realización de la invención;

La figura 2 es una vista en sección transversal de un mecanismo de separación de láminas de protección adecuado para su uso en otra realización de la invención;

La figura 3 es una vista en sección transversal de un mecanismo de alimentación de la lámina de protección en el que una hoja en ángulo distribuye el material verde para su uso en otra realización de la invención;

La figura 4 es una vista en sección transversal de un aparato de deposición de capas que tiene un estampador alternativo para su uso en otra realización de la invención;

5 La figura 5 es una representación esquemática de una capa transversal que muestra las zonas donde se debe transformar el material verde;

La figura 6 es una vista esquemática en perspectiva de una impresora tridimensional que es otra realización de la invención; y

10 La figura 7 es una vista en sección transversal esquemática de una impresora tridimensional con un mecanismo de impresión reversible que es aún otra realización de la invención.

Descripción detallada; opciones adicionales y preferencias

15 En las realizaciones descritas a continuación, se usa un cabezal de impresión térmico convencional. Tales cabezales de impresión son conocidos de las impresoras que usan papel de impresión termosensible. Estas impresoras se usan normalmente para imprimir recibos y se conocen también por ser el tipo de impresora principal usado en la antigua máquina de fax. Por ejemplo, el cabezal de impresión térmico puede ser el modelo de borde de esquina KCE-107-12PAT2 de Kyocera o el modelo de borde cercano SH2004-DC70A de Rohm. Los principios de funcionamiento de los cabezales de impresión térmicos son los mismos: una serie de resistencias eléctricas colocadas muy juntas, que pueden conectarse y desconectarse de forma individual, se localizan en el borde del cabezal térmico más cercano a la superficie en la que se produzca la impresión. Aplicando corriente a una resistencia eléctrica se provoca su calentamiento. En la configuración normal de la impresión sobre papel, el calor de los elementos térmicos individuales se transfiere a un papel termosensible que se volverá negro en la zona específica calentada. Moviendo el papel sensible al calor con respecto al cabezal de impresión y activando de manera selectiva las resistencias eléctricas individuales puede imprimirse un patrón deseado en el papel.

20 Como se ha mencionado anteriormente, la activación selectiva de los elementos térmicos individuales se determina usando una manipulación convencional de los datos del modelo CAD. Las máquinas de creación rápida de prototipos capa por capa conocidas usan las mismas técnicas de manejo de datos para construir las secciones transversales de los datos del modelo tridimensional. Las secciones transversales construidas representan imágenes bidimensionales que se pueden imprimir por las cabezas de impresión térmicas discutidas anteriormente. En un ejemplo, los datos del modelo CAD se convierten a un formato STL, que se segmenta en un número de secciones transversales, teniendo cada sección transversal un espesor establecido que es igual al espesor de la capa depositada de la impresora. Como se conocen bien las técnicas de manejo de datos para un destinatario experto, no se discuten adicionalmente en el presente documento.

30 La figura 1 muestra una impresora 100 completa que es una realización de la invención. La impresora 100 comprende una parte de contacto 104 formada de un número de componentes (descritos a continuación) que se pueden mover con respecto a un lecho de material 102 a través de un mecanismo de movimiento lineal (no mostrado). El lecho de material 102 se representa en la figura 1 como una pluralidad de capas depositadas. En la práctica puede ser una bandeja o un baño que tengan paredes laterales rectas para contener el material depositado. El mecanismo de movimiento lineal puede ser de cualquier tipo convencional, por ejemplo, un aparato de piñón y cremallera o un accionador lineal o similares.

45 En una realización, el lecho de material puede formarse con paredes flexibles para evitar que ocurra una acumulación de material verde en los bordes del lecho de material. Las paredes flexibles pueden fabricarse de un material elástico de células cerradas tal como silicona. Como la hoja en ángulo se desplaza sobre el borde del lecho de material, las paredes pueden flexionarse para evitar el exceso de deposición y/o compactación.

50 La parte de contacto 104 comprende un cabezal térmico 1 (el cual se ha mencionado anteriormente en el cabezal de impresión térmica convencional) que tiene un conjunto (por ejemplo, una pluralidad) de elementos térmicos activables de manera selectiva dispuestos a lo largo de un borde 2 del mismo. El cabezal térmico 1 está dispuesto sobre el lecho de material 102 de manera que el borde 2 está colocado a través del lecho y por lo tanto barre una zona sobre el lecho cuando el cabezal térmico 1 se mueve en la dirección de la flecha 15 mediante el mecanismo de movimiento lineal.

60 En esta realización, los componentes en la parte de contacto 104 están dispuestos para funcionar en una dirección, pero la invención puede realizarse usando una parte de contacto reversible, por ejemplo, una que tenga un doble conjunto de los componentes descritos a continuación en cada lado del cabezal térmico. Un ejemplo de una disposición reversible se discute a continuación con respecto a la figura 7.

65 La parte de contacto 104 incluye una hoja en ángulo 4 que actúa como parte de un aparato de deposición de capas extendiendo una pila de material verde 6 (que en esta realización es un grano fino (por ejemplo, que tenga un tamaño medio de partícula de 50-150 μm) de polvo de poliamida, pero puede ser polietileno de ultra-alto peso molecular (UHMWPE) o polietileno de alta densidad (HDPE), o cualquier otro material adecuado, por ejemplo, estireno butadieno acrilonitrilo (ABS)) en una capa 7, en tanto que se empuja en la dirección de la flecha 15. En esta

realización, la pila de material verde 6 se ha amontonado en la capa depositada 5 anteriormente en la parte delantera de la parte de contacto 104.

La parte de contacto 104 comprende un tambor giratorio 14 localizado después de la hoja en ángulo 4. El tambor giratorio 14 puede realizar una doble función. En primer lugar puede actuar como parte del aparato de deposición de capas compactando (por ejemplo, comprimiendo) la capa 7 para promover la conductividad térmica y la estabilidad mecánica del material verde depositado. En segundo lugar, puede actuar como un mecanismo de alimentación de la lámina de protección, por el que una lámina de protección 3 se pone en contacto con la capa depositada 7 por debajo del borde activo 2 del cabezal térmico 1. De esta manera, se protege el cabezal térmico 1 del contacto directo con el material de construcción durante el tratamiento térmico. Otros artículos pueden realizar la función de compactación. Por ejemplo, puede disponerse una placa inclinada para ejercer una presión hacia abajo en una capa depositada de material verde. En este caso, la compactación puede realizarse antes de que se alimente la lámina de protección sobre la capa, por ejemplo, mediante un mecanismo que esté separado físicamente de la parte de contacto. Sin embargo, también puede ser posible que la placa inclinada realice tanto la compactación como las funciones de alimentación de la lámina de protección después de que se haya distribuido el material verde (por ejemplo, polvo). El ángulo de inclinación de la placa puede seleccionarse apropiadamente para lograr la compactación adecuada. La inclinación es preferentemente suave, es decir, el cambio en la altura desde el inicio de la hoja hasta el final es pequeño en comparación con la longitud de la pala. Un ejemplo de esta disposición se muestra en la figura 6.

Las figuras 3 y 4 representan ejemplos de tipos de mecanismos de alimentación de láminas de protección de depósito de capa. En la figura 3, la parte de contacto incluye un elemento de distribución 35, que se extiende de manera uniforme en una capa no compactada sustancialmente de material verde 6. Seguidamente, el elemento de distribución 35 es una placa de compactación 34, que tiene una superficie inferior inclinada para compactar el material verde 6. En esta realización, la placa de compactación 34 también actúa como un mecanismo de alimentación para la lámina de protección 3. En este caso el extremo delantero de la placa de compactación 34 es redondeado para facilitar el deslizamiento suave de la lámina de protección 3 más allá de la placa 34. La compactación provoca que el espesor de la capa se reduzca de **a** a **b**. Puede definirse una relación de compactación como **a:b**. En un ejemplo, la relación de compactación puede ser de aproximadamente 2:1, pero podría ser tanto como 5:1. El espesor **b** de la capa compactada puede ser de 0,1 mm. La placa de compactación 34 y el elemento de distribución 35 pueden actuar también como una unidad de precalentamiento, como se discute a continuación con respecto a la figura 6.

La figura 4 muestra una disposición en la que las etapas de distribución, compactación y alimentación de la lámina de protección tienen lugar en tres localizaciones distintas. En este ejemplo, el material verde se extiende de manera uniforme por el elemento de distribución 36 y, a continuación, se compacta mediante el mecanismo de estampado 38. En esta realización, el mecanismo de estampado 38 forma parte de y se mueve con la parte de contacto. Comprende una placa plana 40 que está dispuesta para corresponder acercándose y alejándose del lecho de material en las direcciones indicadas por la flecha 42. La frecuencia del movimiento alternativo se selecciona con referencia a la velocidad a la que la parte de contacto se mueve sobre el lecho de material de manera que todo el material sin compactar de la hoja se estampa al menos una vez mediante el mecanismo de estampado 38. En otras realizaciones, el mecanismo de estampación puede proporcionarse después de que se haya alimentado la lámina de protección 3. En aún otras realizaciones, las etapas de deposición y compactación de capa pueden tener lugar antes de que el cabezal térmico 1 se mueva a través del lecho de material. En este caso, puede usarse una placa grande para comprimir toda la superficie del lecho de material al mismo tiempo. Una vez más, el elemento de distribución 36 y la placa plana 40 pueden usarse como calentadores de avance.

En esta realización, la lámina de protección es una lámina conductora térmica de PTFE mejorado de fibra de vidrio que tiene un espesor de aproximadamente 0,08 mm. Este material tiene propiedades térmicas y anti-estáticas adecuadas para permitir que el tratamiento térmico tenga lugar mientras que también resiste la adhesión a o permite una fácil eliminación del material tratado térmicamente.

Volviendo a la figura 1, la parte de contacto 104 incluye una parte de separación de lámina para alejar la lámina de protección 3 de la capa tratada térmicamente 8, y específicamente del material 9 que se ha transformado por la acción del calor. En esta realización, la parte de separación de lámina incluye un rodillo 20 dispuesto para apartar la trayectoria de la lámina de protección 3 del lecho de material 102 y un borde posterior agudo en el componente trasero 13 de la parte de contacto 104, que permite un cambio abrupto de dirección. El borde posterior y el rodillo se mueven en la dirección de la flecha 15 con el cabezal térmico 1, mientras que el movimiento de la lámina de protección 3 está restringido como se describe a continuación. El movimiento relativo entre la lámina de protección 3 y el borde posterior, por lo tanto, aleja la lámina de protección 3 de la capa tratada térmicamente 8, separándose de esta manera del material transformado 9. Un elemento en forma de cuchilla (no mostrado) puede introducirse también en la dirección de desplazamiento de la parte de contacto 104 para separar el material transformado 9 (por ejemplo, curado) de la lámina de protección 3. Esto puede hacerse además en el borde trasero 13 agudo o como un dispositivo de separación independiente. El elemento en forma de cuchilla puede tener un borde agudo localizado tan cerca del punto de separación en el que se elimina a la lámina, de manera abrupta, del material curado. A medida que el borde se mueve con la parte de contacto, ayuda a la separación. El elemento en forma de cuchilla

puede aplicarse a otras realizaciones, tal como la que se discute a continuación con referencia a la figura 2, o a una disposición en la que el borde posterior del cabezal térmico sea el punto de separación.

En la figura 1, la lámina de protección 3 está montada sobre el lecho de material 102 y desviada por los rodillos 14, 16, 20 y un borde posterior agudo del componente trasero 13 lejos de una posición de equilibrio en contacto con la capa depositada 7. Un extremo de la lámina de protección está fijado a un soporte 19 que es estacionario con respecto al lecho de material 102. El extremo opuesto está unido a través de uno o más miembros elásticos 17 (por ejemplo, resortes) a un soporte 18 que también está fijado con respecto al lecho de material 102. La deflexión por los rodillos 14, 16, 20 y el componente trasero 13 lejos de la posición de equilibrio pone la lámina de protección 3 en tensión, regulada por los miembros elásticos 17. En otras realizaciones la propia lámina de protección puede exhibir suficiente elasticidad como para permitir que se omitan los miembros elásticos. Véase, por ejemplo la figura 6. La lámina de protección 3 puede montarse también como un bucle en la parte de contacto.

En funcionamiento, el cabezal térmico 1 se mueve en la dirección de la flecha 15 con respecto al lecho de material 102. El cabezal térmico 1, los tres rodillos 14, 16, 20, la hoja en ángulo 4 y el borde posterior se mueven todos juntos como una sola pieza y, por lo tanto, constituyen la parte de contacto.

Durante el movimiento sobre la capa depositada, los elementos térmicos se conectan y desconectan a intervalos deseados para transferir el calor a través de la lámina de protección 3 para el tratamiento térmico de la capa de material verde. Como se ha descrito anteriormente, el tratamiento térmico se usa en el presente documento para referirse a cualquier método de transformar el material verde de un estado conformable a un estado fijo. Por ejemplo, el tratamiento térmico puede incluir fundir el material verde en una sección 9 transversal deseada del modelo. El calentamiento puede ser suficiente para enlazar cualquier material de fusión en la capa tratada térmicamente a cualquier material fundido anteriormente en la capa inferior, de modo que las sucesivas zonas transversales se unen entre sí.

Para acelerar el proceso y para reducir la tensión térmica en el modelo construido, la parte de contacto 104 puede incluir un calentador 10 de avance, que transmite calor a través de la lámina de protección 3 por delante del cabezal térmico 1. En esta realización, la unidad de recalentamiento 10 está localizada inmediatamente antes del cabezal térmico 1. La unidad de recalentamiento 10 está dispuesta para calentar la capa depositada 7 sobre toda la anchura de la lámina de protección 3 que requiere una menor cantidad de energía del cabezal térmico 1 para fundir la zona transversal deseada. De esta manera, la unidad de recalentamiento 10 calienta la capa depositada a una temperatura por debajo del punto de fusión del material verde, por ejemplo, 5 °C o 10 °C por debajo del punto de fusión.

Para facilitar la separación de la lámina de protección 3 del material transformado 9, se proporciona un disipador térmico 11 en la parte de contacto inmediatamente después del cabezal térmico 1. El disipador térmico 11 puede actuar para enfriar el material tratado térmicamente para llevarlo a un estado solidificado adecuado de separación de la lámina de protección 3. El disipador térmico 11 es un elemento de temperatura controlada (es decir, que se puede calentar) cuya temperatura se regula para mantener un gradiente de temperatura a través de la lámina de protección 3 que promueve la refrigeración a una velocidad deseada (es decir, que se puede controlar).

Las alturas relativas de la parte de contacto 104 y del lecho de material 102 pueden ser ajustables, para permitir que las capas sucesivas se depositen en la parte superior de las capas tratadas anteriormente para repetirse el proceso descrito anteriormente capa por capa hasta que se construya un modelo tridimensional deseado. En una realización, esto puede lograrse reduciendo (por ejemplo, mediante el grosor de una capa) el lecho de material 102 con respecto a la parte de contacto 104.

La figura 2 muestra un mecanismo alternativo para separar la lámina de protección 3 del material tratado térmicamente 8. A los componentes en común con la figura 1 se les da el mismo número de referencia y no se describen de nuevo.

En la disposición mostrada en la figura 2, la lámina de protección 3 se enrolla de nuevo al entrar en contacto con el material tratado térmicamente 9 en una primera localización de separación para proporcionar soporte para el material tratado térmicamente 9. La sección de vuelta de bucle actúa para mantener apretado el material tratado térmicamente cuando tiene lugar la separación. Por lo tanto, en esta disposición, el proceso de separación de la lámina comprende dos fases, que ocurren en una localización primera y segunda de separación, respectivamente. La primera localización de separación es en un borde posterior agudo 22 de un primer bloque separador 24, que puede ser una parte integral de la parte de contacto 104 discutida anteriormente. En el presente documento, "borde agudo" puede significar un borde biselado que tiene un radio de 0,5 mm que proporciona un compromiso entre la agudeza adecuada para la separación y la suavidad para evitar daños a la lámina de protección y reducir la resistencia al estiramiento de la lámina.

La lámina de protección 3 pasa por debajo del primer bloque separador 24 y se arranca abruptamente del borde posterior 22 conforme a la acción del rodillo separador 26, que también se mueve a lo largo con la parte de contacto 104, pero es libre de girar para permitir que la lámina de protección 3 se mueva con respecto a la parte de contacto

104. Por lo tanto, la lámina de protección 3 se separa del material tratado térmicamente (es decir, se rompe cualquier enlace) en la primera localización de separación.

Para evitar que el material tratado térmicamente 9 se salga de la capa por la separación de la lámina de protección 3, la parte de contacto 104 incluye un segundo bloque separador 28 que tiene un borde delantero 30 que está en estrecha proximidad con la primera localización de separación. La lámina de protección 3 pasa desde el rodillo separador 26 por debajo del segundo bloque separador 28 a través del borde delantero 30. Por lo tanto, una parte anterior de la lámina de protección 3 puede usarse para mantener apretado el material tratado térmicamente 9 mientras que se separa una parte posterior de la lámina de protección 3. Una ventaja de esta disposición es que el material tratado térmicamente se mantiene apretado por un material que se conoce que es resistente a la adhesión al mismo.

El segundo bloque separador 28 incluye un borde posterior 32, del que se aleja la lámina de protección 3 del material tratado térmicamente por la acción del rodillo 20.

La figura 5 muestra una vista en planta esquemática de una capa transversal 44 identificada por el software. La capa 44 se corresponde con la zona tratable térmicamente del lecho de material 102. Por conveniencia, se muestra la flecha 15 que indica la dirección de movimiento del cabezal térmico 1. El software está dispuesto para procesar los datos de los modelos tridimensionales (por ejemplo, datos de CAD) para identificar las formas 46a, 46b, 46c transversales para el modelo. En este ejemplo, una de las formas 46c transversales es el comienzo de una nueva característica. Es relativamente pequeña y no hay material transformado en la capa inferior para que pueda funcionar. El software puede estar dispuesto para identificar tales características, por ejemplo, por umbrales de tamaño y/o con respecto al material transformado en la capa inferior. Para facilitar la separación de la lámina de protección de la pequeña forma 46c, el software está dispuesto para hacer que los elementos de anclaje 48 se formen con la pequeña forma 46c. Estas formas incrementan el tamaño de la zona transformada y, por lo tanto, facilitan la separación limpia. Los elementos de anclaje 48 pueden quebrarse cuando el modelo esté completo.

La figura 6 muestra una realización preferida de una impresora 106 de acuerdo con la invención. A las características en común con las realizaciones descritas anteriormente se les dan los mismos números de referencia y no se discuten de nuevo. En esta realización, la lámina de protección 3 está fija entre un par de abrazaderas 50. Un par de placas térmicas 52, 58 están provistas en cada extremo de la parte de contacto móvil 104. Las placas térmicas 52, 58 entran en contacto con el lecho de material 102 a través de la lámina de protección 3, y tienen sus temperaturas reguladas para mantener el lecho de material a una temperatura sustancialmente uniforme para evitar deformaciones del modelo en construcción. Por razones de claridad en el dibujo, se acorta la longitud total de las placas térmicas y de la lámina de protección. En la práctica las placas térmicas son tan largas como el lecho de material y la lámina de protección tiene una longitud para dar cabida al movimiento completo de la parte de contacto de un lado del lecho de material al otro. Las paredes laterales y la base del lecho de material 102 pueden incorporar también calentadores o placas de aislamiento para ayudar a minimizar el gradiente de temperatura a través del lecho.

En esta realización, tres rodillos 60, 62, 64 elevan la lámina de protección 3 lejos del lecho de material 102, sobre la hoja 4 extendida (que en este ejemplo está vertical) y el material 6 que debe distribuirse, y de nuevo hacia el lecho de material 102, donde se pone de nuevo en contacto con la capa depositada por el elemento de compactación 54. En esta realización, el elemento de compactación 54 tiene una superficie inclinada similar a la disposición mostrada en la figura 3. El elemento de compactación 54 incorpora también un calentador y realiza la misma función que la unidad de recalentamiento 10 discutido anteriormente.

Inmediatamente después del cabezal térmico 1 (es decir, preferentemente lo suficientemente cerca como para minimizar la exposición de la lámina de protección al medio ambiente circundante) la parte de contacto incluye un elemento de refrigeración 56, que es un miembro de temperatura controlada, que se mantiene relativamente más frío que el punto de fusión del material tratado térmicamente para promover la solidificación a un nivel adecuado para la separación de la lámina de protección 3. En esta realización, el elemento de refrigeración 56 incluye también el separador, teniendo un borde trasero agudo 57 y un rodillo 66 para alejar la lámina de protección 3 del lecho de material 102. Como en la disposición mostrada en la figura 2, se arrastra de nuevo la lámina de protección 3 para ponerla en contacto con la capa depositada inmediatamente después de la separación. En este caso, la lámina de protección pasa por debajo del calentador de postratamiento 58 y no se separa de nuevo. Esto facilita la regulación de la temperatura de la capa depositada y, por lo tanto, del lecho de material 102 como un todo.

La figura 7 muestra una vista en sección transversal a través de una impresora 108 que es otra realización de la invención. En esta realización, la parte de contacto es reversible, es decir, puede imprimir en las direcciones opuestas indicadas por las flechas 15, 25. En la figura 7 la parte de contacto está en una configuración para imprimir en la dirección de la flecha 15, es decir, de derecha a izquierda a través de la página. A las características en común con la figura 6 se les dan los mismos números de referencia; donde una característica tiene una doble función que depende de la dirección de impresión, se le da los dos números de referencia pertinentes.

Por lo tanto, el par de placas térmicas 52/58 proporcionadas en cada extremo de la parte de contacto móvil realizan un pre o un pos tratamiento térmico que depende de la dirección de impresión. En esta realización, se proporcionan

- un par de hojas de extensión 4 en cada lado del cabezal térmico 1, cada hoja se suministra junto con un rodillo 62/66 que actúa para alejar la lámina de protección del lecho de material 102. Cada hoja de extensión 4 es que se puede mover con respecto al lecho de material entre una configuración de funcionamiento para extender el material verde capaz de fluir y una configuración de no funcionamiento en la que no se realiza ninguna función. Cada rodillo 62/66 también puede ser móvil, por ejemplo, entre una primera posición para tomar la lámina de protección 3 alrededor de la hoja 4 cuando está en la configuración de funcionamiento y una segunda posición para alejar la lámina de protección 3 del separador. Por supuesto, pueden usarse dos o más rodillos para realizar la misma función como la de cada rodillo 62/66 representado en la figura 7.
- 5
- 10 Las funciones del elemento de compactación, la unidad de precalentamiento, el separador y el elemento de refrigeración se proporcionan mediante un par de miembros de doble función 70 conmutables, que están dispuestos uno en cada lado del cabezal térmico 1. Cada miembro de doble función 70 está abisagrado alrededor de un eje de giro 71 de tal manera que o una parte de compactación 74 o una parte de refrigeración 72 se pone en contacto con la capa 76 depositada a través de la lámina de protección 3 antes o después del tratamiento térmico,
- 15 respectivamente.
- La parte de compactación 74 tiene la superficie inclinada similar a la disposición mostrada en la figura 3 y también incorpora un calentador para realizar la misma función que la unidad de recalentamiento 10 discutido anteriormente. La parte de refrigeración 72 incluye un miembro de temperatura controlada que se mantiene relativamente más frío que el punto de fusión del material tratado térmicamente para promover la solidificación a un nivel adecuado para la separación de la lámina de protección 3, y también incluye el separador, teniendo un borde trasero agudo 75.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Una impresora (100) para construir un modelo tridimensional por deposición secuencial de una pluralidad de capas transversales, comprendiendo la impresora:
- 5 un lecho de material (102);
 un mecanismo de deposición de capas para depositar una capa en el lecho de material (102); y
 un cabezal térmico (1) que se puede mover con respecto al lecho de material (102) sobre la capa depositada (7),
 en donde el cabezal térmico (1) comprende un conjunto de elementos térmicos activables de manera selectiva
 10 dispuesto para transferir energía térmica por conducción para tratar térmicamente una zona seleccionable de material verde en la capa depositada, y
caracterizada por que:
- 15 el mecanismo de deposición de capas incluye un elemento de extensión (4, 35, 36) que se puede mover con respecto al lecho de material para extender una capa de material verde (6) capaz de fluir en el lecho de material.
2. Una impresora de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye un mecanismo de movimiento para mover el cabezal térmico (1) en una trayectoria fija con respecto al lecho de material, en la que el conjunto de elementos térmicos activables de manera selectiva se extiende en una dirección que está en ángulo con respecto a la dirección de la trayectoria fija.
- 20 3. Una impresora de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el elemento de extensión (4, 35, 36) se puede mover con el cabezal térmico (1) sobre el lecho de material (102) en la parte delantera del cabezal térmico en su trayectoria sobre el lecho de material.
- 25 4. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que incluye una unidad de precalentamiento (10) localizado antes del cabezal térmico (1) y dispuesto para moverse con el mismo en su trayectoria sobre la capa depositada (7) para precalentar el material verde (6).
- 30 5. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende una lámina de protección (3) dispuesta entre el conjunto de elementos térmicos y la capa depositada (7) durante el tratamiento térmico.
- 35 6. Una impresora de acuerdo con la reivindicación 5, que incluye un mecanismo de alimentación de la lámina de protección dispuesto para alimentar la lámina de protección (3) en contacto con la capa depositada (7) por debajo del conjunto de elementos térmicos activables de manera selectiva .
- 40 7. Una impresora de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6 que incluye un mecanismo de separación de láminas de protección (22, 24, 26) dispuesto para separar la lámina de protección (3) de la zona seleccionable tratada térmicamente después del tratamiento térmico.
- 45 8. Una impresora de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en la que el cabezal térmico (1) está dispuesto para moverse con respecto a la lámina de protección (3) durante el tratamiento térmico, manteniéndose la lámina de protección sustancialmente estacionaria con respecto al lecho de material (102).
9. Una impresora de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende:
- 50 una parte de contacto (104) dispuesta para moverse sobre el lecho de material (102), estando la parte de contacto formada por el aparato de deposición de capas, la unidad de precalentamiento (10) y el cabezal térmico (1) dispuestos en orden a lo largo de la trayectoria de desplazamiento sobre el lecho de material (102); y
 una lámina de protección (3) para colocarse entre el conjunto de elementos térmicos y la capa depositada (7) durante el tratamiento térmico,
 en la que la parte de contacto (104) incluye:
- 55 una parte de recepción de lámina para recibir la lámina de protección y alimentarla entre la unidad de precalentamiento y la capa depositada, y
 una parte de separación de láminas para separar la lámina de protección de la capa depositada después del tratamiento térmico.
- 60 10. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que incluye un elemento de refrigeración (11) localizado después del cabezal térmico (1) a lo largo de su trayectoria de desplazamiento sobre el lecho de material (102).
- 65 11. Un método de creación rápida de prototipos para crear un modelo tridimensional, comprendiendo el método:
- (i) extender una capa de material verde que puede fluir sobre un lecho de material;

- (ii) provocar un movimiento relativo entre un cabezal térmico y el lecho de material para mover el cabezal térmico sobre la capa depositada;
- 5 (iii) aplicar de manera selectiva calor por conducción a través del cabezal térmico durante el movimiento relativo para tratar térmicamente una zona predeterminada de la capa depositada para formar una capa transversal del modelo;
- (iv) extender una capa sucesiva de material verde que puede fluir en la parte superior de la capa anterior;
- (v) provocar un movimiento relativo entre el cabezal térmico y el lecho de material para mover el cabezal térmico sobre la capa sucesiva;
- 10 (vi) aplicar de manera selectiva calor por conducción a través del cabezal térmico durante el movimiento relativo para tratar térmicamente una zona predeterminada de la capa sucesiva para formar la siguiente capa transversal;
- (vii) repetir las etapas (iv) a (vi) hasta que se construya el modelo tridimensional; y
- (viii) eliminar el material verde sin tratar del lecho de material para poner al descubierto el modelo tridimensional,
- 15 en el que las etapas de extensión se realizan usando un elemento (4, 35, 36) de extensión que es que se puede mover con respecto al lecho de material para extender una capa de material (6) verde capaz de fluir en el lecho de material.

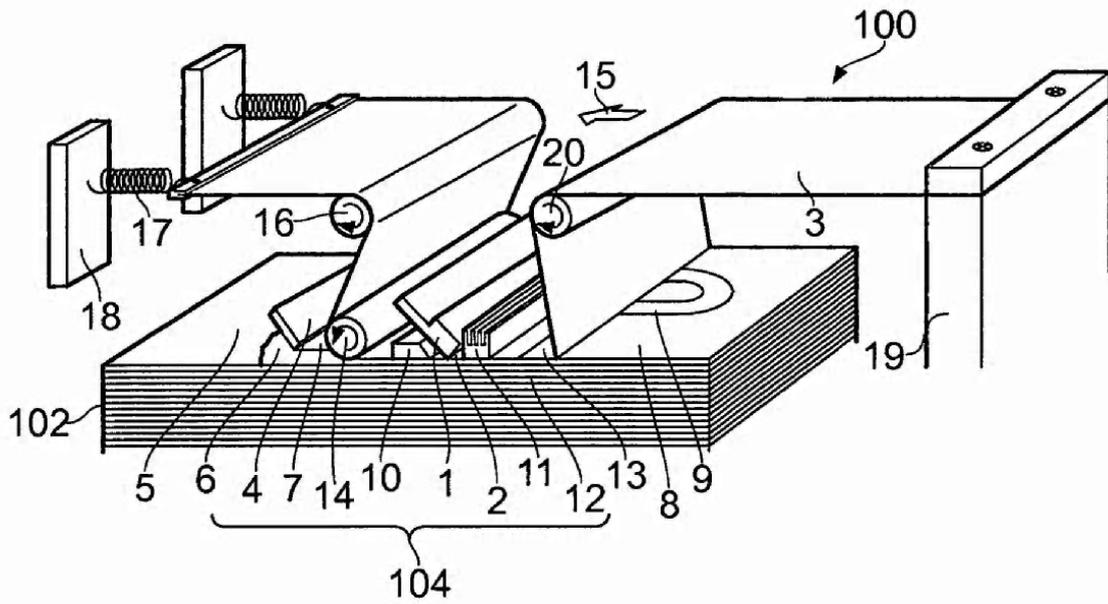


FIG. 1

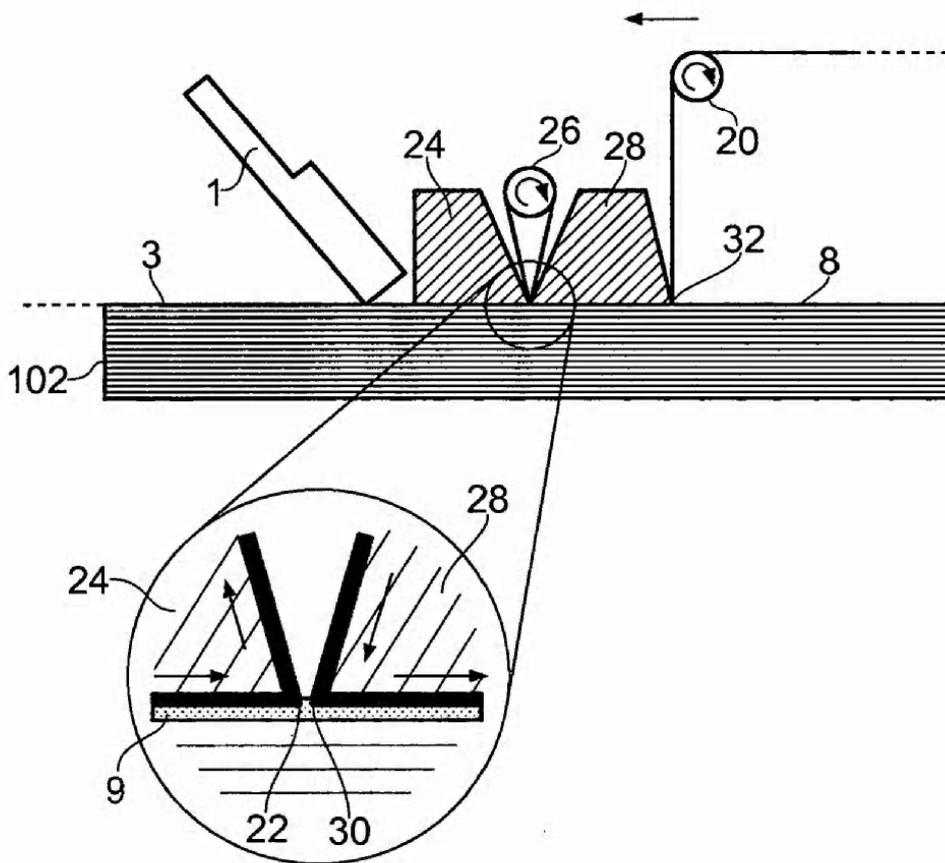


FIG. 2

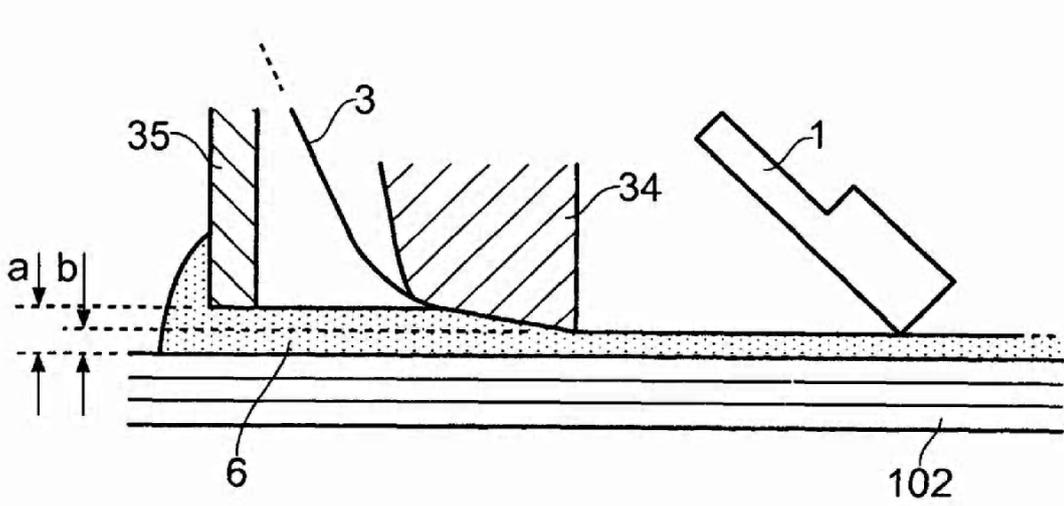


FIG. 3

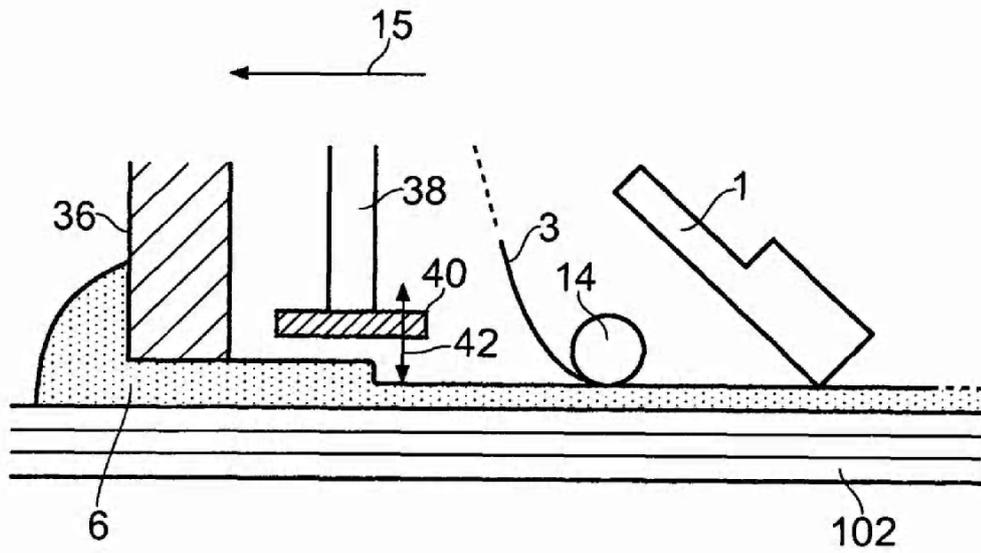


FIG. 4

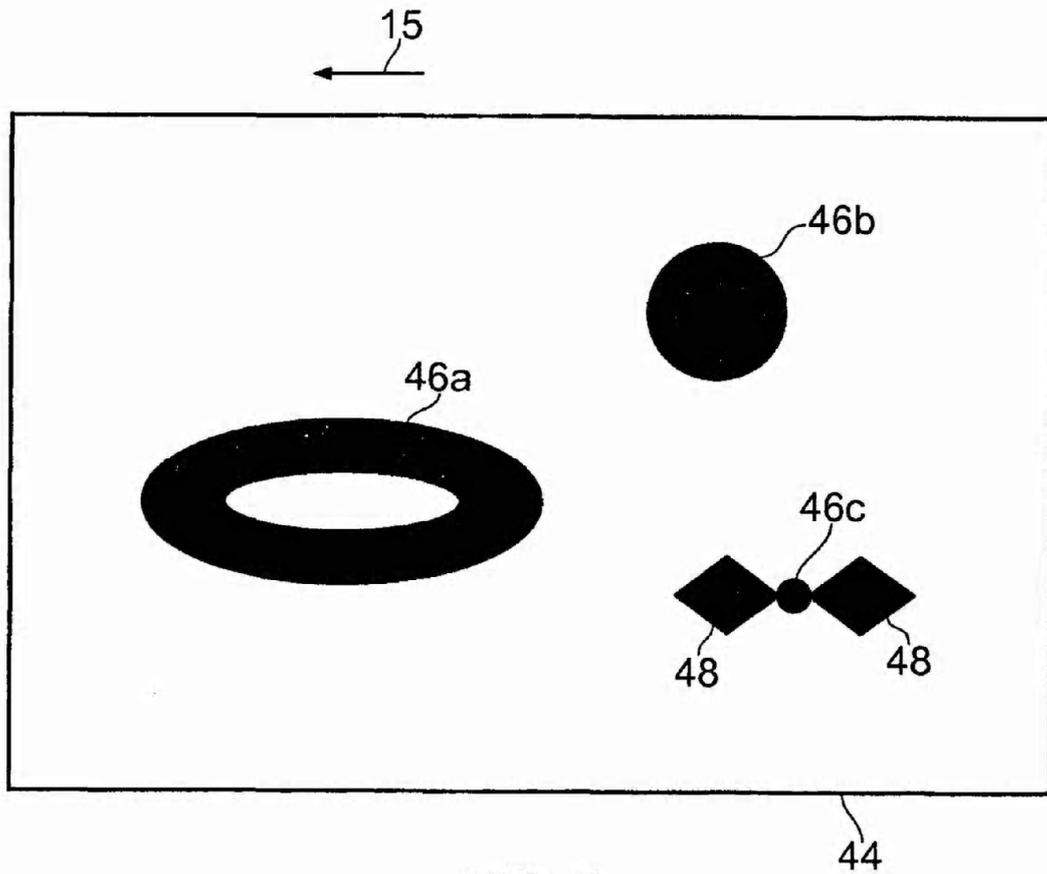


FIG. 5

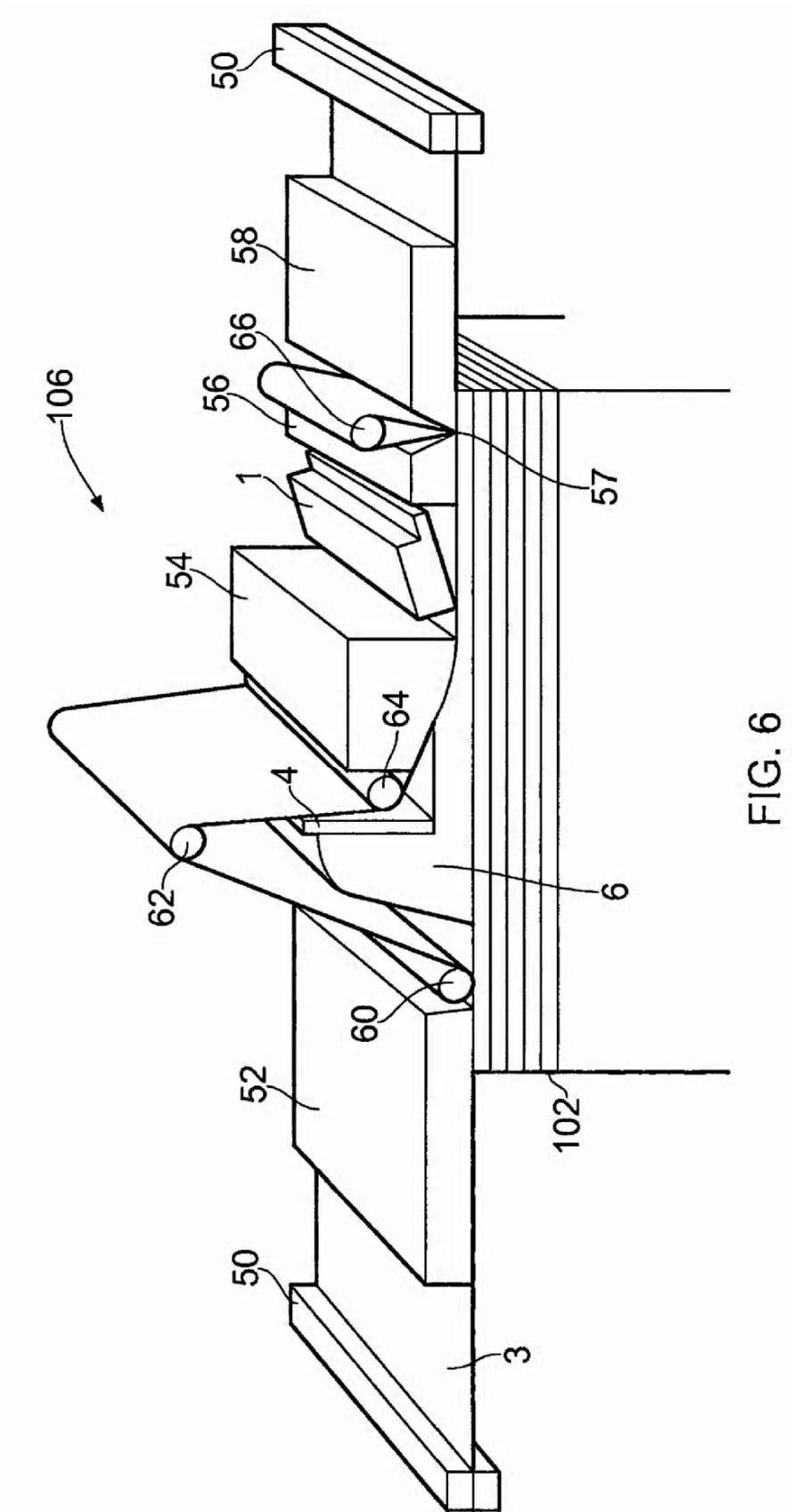


FIG. 6

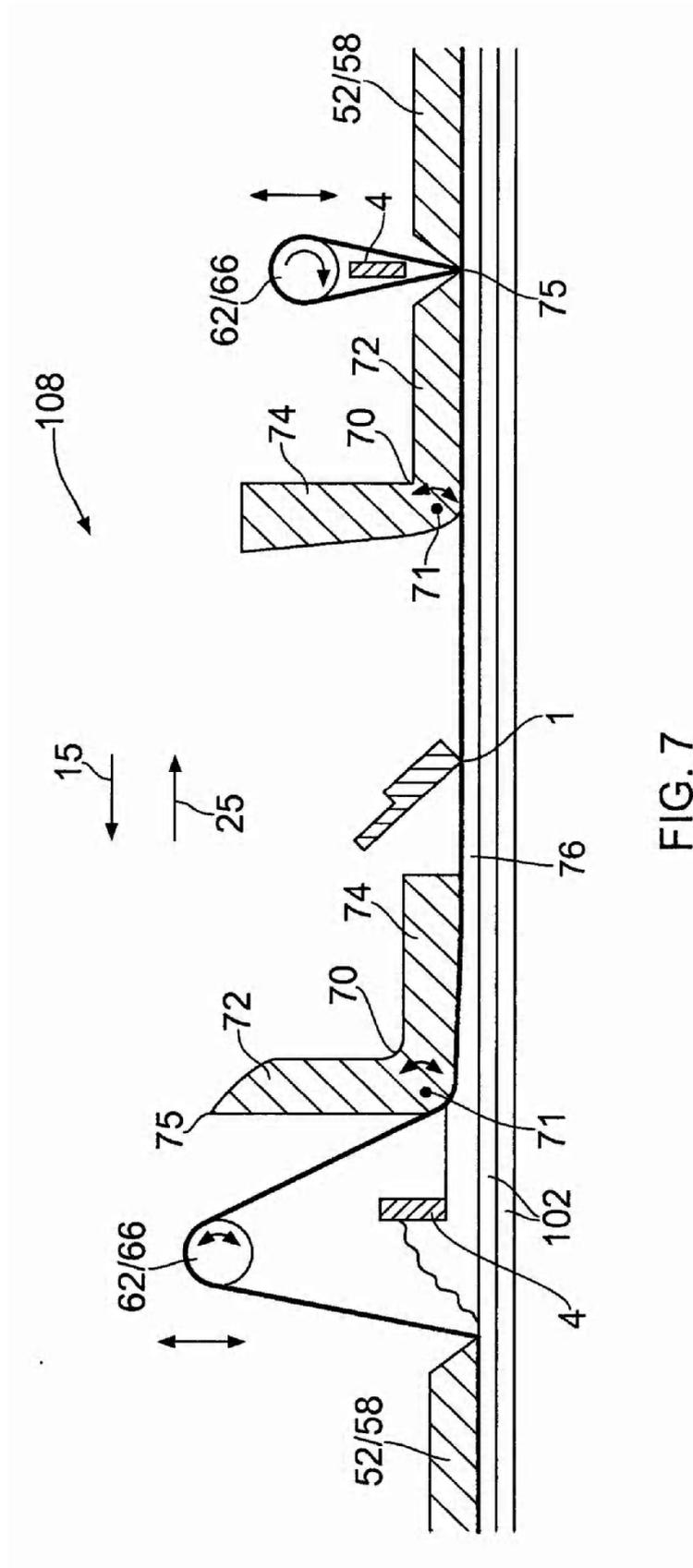


FIG. 7