

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 763**

51 Int. Cl.:

**B33Y 70/00** (2015.01)  
**B33Y 10/00** (2015.01)  
**B33Y 30/00** (2015.01)  
**B33Y 50/02** (2015.01)  
**B29C 64/165** (2007.01)  
**B29C 64/386** (2007.01)  
**B29C 64/40** (2007.01)  
**B29K 105/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2014 PCT/US2014/070743**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2015 WO15100086**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2014 E 14873697 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3086920**

54 Título: **Métodos y sistemas para la impresión en tres dimensiones utilizando múltiples fluidos aglutinantes**

30 Prioridad:

**23.12.2013 US 201361919961 P**  
**23.12.2013 US 201361919883 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.03.2020**

73 Titular/es:

**THE EXONE COMPANY (100.0%)**  
**127 Industry Boulevard**  
**North Huntingdon, PA 15642, US**

72 Inventor/es:

**KUHN, HOWARD, A.;**  
**PLYMER, JASON, W.;**  
**LUCAS, RICK;**  
**BLACKER, JESSE, M.;**  
**BRUNERMER, DANIEL, T. y**  
**LIZZI, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**LLAGOSTERA SOTO, María Del Carmen**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 745 763 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Métodos y sistemas para la impresión en tres dimensiones utilizando múltiples fluidos aglutinantes

Antecedentes

5 Campo de la invención: la invención se refiere a métodos para producir artículos mediante impresión en tres dimensiones.

10 Antecedentes de la invención: la impresión en tres dimensiones se desarrolló en la década de 1990 en el Instituto de Tecnología de Massachusetts y se describe en varias patentes de los Estados Unidos, incluidas las siguientes patentes de los Estados Unidos: 5,490,882 de Sachs et al., 5,490,962 de Cima et al., 5,518,680 de Cima et al., 5,660,621 de Bredt et al., 5,775,402 de Sachs et al., 5,807,437 de Sachs et al., 5,814,161 de Sachs et al., 5,851,465 de Bredt, 5,869,170 de Cima et al., 5,940,674 de Sachs et al., 6,036,777 de Sachs et al., 6,070,973 de Sachs et al., 6,109,332 de Sachs et al., 6,112,804 de Sachs et al., 6,139,574 de Vacanti et al., 6,146,567 de Sachs et al., 6,176,874 de Vacanti et al., 6,197,575 de Griffith et al., 6,280,771 de Monkhouse et al., 6,354,361 de Sachs et al., 6,397,722 de Sachs et al., 6,454,811 de Sherwood et al., 6,471,992 de Yoo et al., 6,508,980 de Sachs et al., 6,514,518 de Monkhouse et al., 6,530,958 de Cima et al., 6,596,224 de Sachs et al., 6,629,559 de Sachs et al., 15 6,945,638 de Teung et al., 7,077,334 de Sachs et al., 7,250,134 de Sachs et al., 7,276,252 de Payumo et al., 7,300,668 de Pryce et al., 7,815,826 de Serdy et al., 7,820,201 de Pryce et al., 7,875,290 de Payumo et al., 7,931,914 de Pryce et al., 8,088,415 de Wang et al., 8,211,226 de Bredt et al., y 8,465,777 de Wang et al. A partir de, por ejemplo, WO 93/25336 A1 se conoce un método para imprimir un artículo en tres dimensiones, que comprende las fases de: formar una capa de polvo de material de construcción, imprimir de forma selectiva por deposición de inyección sobre la capa de un fluido aglutinante y repetir dichas fases hasta que se forme el artículo final. A partir de, por ejemplo, Utela et al., A REVIEW OF PROCESS DEVELOPMENT STEPS FOR NEW MATERIAL SYSTEMS IN THREE DIMENSIONAL PRINTING (3DP) (UNA REVISIÓN DE LAS FASES DEL DESARROLLO DEL PROCESO PARA NUEVOS SISTEMAS DE MATERIALES EN LA IMPRESIÓN EN TRES DIMENSIONES (3DP)), Journal of manufacturing processes, Dearborn, MI, US, Vol. 10, nº 2, Julio de 2008, páginas 20 96-104, se conoce un método para la impresión de un artículo en tres dimensiones.

30 En esencia, la impresión en tres dimensiones implica la dispersión de una capa de material en partículas y a continuación la impresión selectiva por inyección de un fluido sobre esa capa para hacer que partes seleccionadas de la capa de partículas se unan entre sí. Esta secuencia se repite para capas adicionales hasta que se haya construido la pieza deseada. El material que forma la capa de partículas a menudo se denomina "material de construcción" o "polvo de material de construcción" y el fluido inyectado a menudo se denomina "aglutinante", o en algunos casos, un "activador". A menudo se requiere el post-procesamiento de la pieza impresa en tres dimensiones para fortalecer y / o densificar la pieza.

35 Se utilizan diversos métodos para suministrar cada nueva capa de polvo para la impresión en tres dimensiones. Por ejemplo, algunas impresoras en tres dimensiones tienen una caja de depósito de polvo que contiene polvo soportado sobre una plataforma indexable verticalmente y utilizan un rodillo contrarrotatorio para transferir una cantidad predeterminada de polvo desde la parte superior de la caja de depósito de polvo hasta la parte superior de una caja de construcción. Algunas otras impresoras en tres dimensiones utilizan un dispensador móvil para dispensar cada nueva capa de polvo.

40 A pesar de sus ventajas, los procesos de impresión en tres dimensiones convencionales tienen sus inconvenientes. Uno de estos inconvenientes es que la superficie del artículo resultante tiene una resolución de contorno que es del orden del grosor de la capa de partículas utilizada durante el proceso de impresión en tres dimensiones. Habitualmente, el espesor de la capa de partículas está en el intervalo de 50 a 500 micras.

45 Otro inconveniente es que la densidad aparente de la pieza impresa es esencialmente la misma que la densidad de empaque del lecho de polvo que se crea durante el proceso de impresión en tres dimensiones. Dichas densidades a menudo se encuentran en el intervalo de aproximadamente un 50 a un 60%, lo que requiere que se añada una cantidad significativa de material si se va a usar infiltración para densificar el artículo. En los casos en que se debe lograr la densificación mediante sinterización o procesamiento termomecánico, la baja densidad de impresión requiere que haya una gran cantidad de contracción para densificar el artículo, aumentando de esta forma las posibilidades de que se produzca una distorsión geométrica.

50 Otro inconveniente es la incapacidad de adaptar localmente las propiedades del artículo, ya que todas las áreas reciben el mismo fluido aglutinante depositado por inyección sobre el mismo polvo de material de construcción.

Resumen de la Presente Invención

55 La presente invención proporciona un método para imprimir un artículo en tres dimensiones de acuerdo con la reivindicación 1. Otras formas de realización del método se describen en las reivindicaciones dependientes. En un aspecto, la presente invención proporciona métodos para producir artículos densos impresos en tres

dimensiones de maneras que superan las desventajas antes mencionadas de la técnica anterior. Los métodos de la presente invención modifican el proceso de impresión en tres dimensiones de modo que el fluido aglutinante que se deposita selectivamente sobre las capas de polvo contiene material en partículas que es más pequeño que el tamaño medio de partícula del polvo de material de construcción. Preferentemente, esta materia particulada depositada por inyección tiene un tamaño medio de partícula que es mayor de aproximadamente 1 micra y menor o igual a 50 micras. La materia particulada depositada por inyección puede ser composicionalmente igual o diferente del material de construcción en polvo. El material depositado por inyección actúa para rellenar los intersticios interpartículas del polvo de material de construcción, aumentando de esta forma simultáneamente la densidad del artículo impreso y mejorando la rugosidad de la superficie y la resolución del contorno, lo que a su vez mejora el acabado de la superficie del artículo final.

Además, se describen sistemas de impresión en tres dimensiones que tienen la capacidad de depositar selectivamente en las capas de polvo de material de construcción un fluido aglutinante que contiene material particulado que es más pequeño que el tamaño medio de partícula del polvo de material de construcción.

Además, se describen sistemas de impresión en tres dimensiones que comprenden un primer sistema de cabezal de impresión que está adaptado para depositar de forma selectiva un primer fluido aglutinante y un segundo sistema de cabezal de impresión que está adaptado para depositar selectivamente un segundo fluido aglutinante. Cada uno de los sistemas de manipulación de fluido de impresión primero y segundo incluye un suministro de fluido aglutinante y un cabezal de impresión. Al menos uno de los sistemas de manipulación de fluido de impresión primero y segundo está adaptado para depositar por inyección un fluido aglutinante que contiene material en partículas que tiene un diámetro medio de tamaño de partícula que es menor que el tamaño medio de partícula del polvo de material de construcción.

En otro aspecto, la presente invención proporciona métodos para imprimir artículos en tres dimensiones en los que partes seleccionadas del artículo se imprimen mediante un primer sistema de manipulación de fluido de impresión y otras partes seleccionadas del artículo se imprimen mediante un segundo sistema de manipulación de fluido de impresión en el que al menos uno de los sistemas de manipulación de fluido de impresión primero y segundo está adaptado para depositar por inyección un fluido aglutinante que contiene material en partículas que tiene un diámetro de tamaño medio de partícula que es menor que el tamaño medio de partícula del polvo de material de construcción.

#### Breve Descripción de los Dibujos

La importancia crítica de las características y méritos de la presente invención se entenderá mejor con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe entenderse que los dibujos están diseñados con fines ilustrativos únicamente y no como una definición de los límites de la presente invención.

La FIG. 1 es un dibujo esquemático de una fase de depósito selectivo por inyección de un fluido aglutinante que contiene partículas sobre una capa de polvo de construcción de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 2 es un dibujo esquemático de un sistema de impresión en tres dimensiones de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 3 es un esquema de un sistema de impresión en tres dimensiones de acuerdo con una forma de realización de la presente invención que tiene un primer sistema de cabezal de impresión y un segundo sistema de cabezal de impresión.

La FIG. 4 es una representación esquemática de una capa de impresión sobre la cual se depositaron selectivamente dos fluidos aglutinantes diferentes en partes de tres artículos diferentes de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 5 es una representación esquemática de una capa de impresión sobre la cual se depositaron selectivamente dos fluidos aglutinantes diferentes en partes de dos artículos diferentes, cada uno con una característica interna de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 6 es una representación esquemática de una capa de impresión sobre la cual se depositaron selectivamente cinco fluidos aglutinantes diferentes en partes de un artículo que tiene una característica interna de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 7 es una representación esquemática de una capa de impresión sobre la cual se depositaron selectivamente dos fluidos aglutinantes diferentes en partes de un artículo, que incluye una parte en la que se depositaron ambos fluidos aglutinantes, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 8 es una representación esquemática de un sistema de manipulación de aglutinante de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

Descripción de Formas de Realización Preferentes

En esta sección, se describen algunas formas de realización preferentes de la presente invención con suficiente detalle para que un experto en la técnica ponga en práctica la presente invención sin una experimentación excesiva. Sin embargo, debe entenderse que el hecho de que en el presente documento se describa un número limitado de formas de realización preferentes no limita en modo alguno el alcance de la presente invención tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas. Debe entenderse que cada vez que se describe un intervalo de valores en este documento o en las reivindicaciones adjuntas, el intervalo incluye los puntos finales y cada punto intermedio entre ellos como si cada uno de estos puntos hubiera sido expresamente descrito. A menos que se indique lo contrario, la palabra "aproximadamente", tal como se utiliza en el presente documento y en las reivindicaciones adjuntas, debe interpretarse como el significado de las limitaciones normales de medición y / o fabricación relacionadas con el valor que modifica la palabra "aproximadamente". A menos que se indique expresamente lo contrario, el término "forma de realización" se utiliza en el presente documento para significar una forma de realización de la presente invención.

Los métodos de la presente invención comprenden la impresión en tres dimensiones de artículos depositando selectivamente por inyección un fluido aglutinante que contiene partículas sobre capas sucesivas de un polvo de material de construcción de manera que las partículas del fluido aumenten la densidad aparente del artículo impreso. Tal como reconocerán los expertos en la materia, la densidad aparente se refiere a la densidad que tiene un artículo poroso en comparación con la densidad que tendría el artículo si se eliminaran sus poros. El material particulado del fluido es más pequeño que el tamaño medio de partícula del polvo de material de construcción. Preferentemente, esta materia particulada depositada por inyección tiene un tamaño medio de partícula que está en el intervalo de tamaño de aproximadamente 1 a 50 micras. El material depositado por inyección actúa para rellenar los intersticios interpartículas del polvo de material de construcción, simultáneamente aumentando de esta forma la densidad del artículo impreso y mejorando la rugosidad de la superficie y la resolución del contorno, lo que a su vez mejora el acabado de la superficie del artículo final.

La FIG. 1 muestra una representación esquemática de una parte de un sistema de impresión en tres dimensiones 2 que realiza una fase de un método de impresión en tres dimensiones de acuerdo con la presente invención. El sistema 2 incluye una capa de polvo 4 que es la capa superior de un lecho de polvo en el que se está construyendo un artículo y una boquilla de impresión 6 que se mueve con respecto a la capa de polvo 4 en la dirección indicada por la flecha 8. La capa de polvo 4 comprende partículas del material de construcción en polvo 10, que tienen un diámetro medio de tamaño de partícula de  $D_1$ . A medida que la boquilla 6 se mueve, emite gotas, por ejemplo la gota 12, de un fluido aglutinante 14 que contiene material en partículas 16 en la dirección de la flecha 18, de modo que inciden en la capa de polvo 4. A medida que las gotas inciden en la capa de polvo 4, el fluido aglutinante 14 que contienen se extiende hacia la capa de polvo 4 (tal como lo indica el sombreado gris en el lado izquierdo de la capa de polvo 4) al igual que las partículas 16 que contienen. Debe tenerse en cuenta que la materia en partículas 16 tiene un diámetro medio de tamaño de partícula de  $D_2$  que es menor que  $D_1$ . La presencia de la materia en partículas 16 ayuda a suavizar la superficie de la capa de polvo 4 tal como resulta evidente al comparar el lado izquierdo de la capa de polvo 4 en el que se ha inyectado el fluido aglutinante que contiene partículas 14 y el lado derecho de la capa de polvo 4 que aún no ha recibido ninguna cantidad del fluido aglutinante 14 con la línea de referencia punteada L.

El polvo de material de construcción puede ser cualquier material particulado deseado que sea compatible con el proceso de impresión en tres dimensiones y el fluido aglutinante que se utilizará y el artículo que se construirá. El material de construcción en polvo puede ser un metal, aleación de metal, cerámica, forma de carbono (por ejemplo, grafito, coque, negro de carbono, etc.) o polímero, o cualquier combinación de los mismos. El polvo de material de construcción puede comprender partículas de un material que están recubiertas con otro, por ejemplo, partículas de tungsteno recubiertas con cobre o partículas de arena recubiertas con resina. El polvo de material de construcción puede tener cualquier tamaño de partícula que sea compatible con el proceso de impresión en tres dimensiones. Preferentemente, el polvo de material de construcción tiene un diámetro medio de tamaño de partícula en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 500 micras, y más preferentemente en el intervalo de aproximadamente 15 a aproximadamente 300 micras, e incluso más preferentemente en el intervalo de aproximadamente 20 a aproximadamente 200 micras. Debe entenderse que la distribución real del tamaño de partícula de un polvo de material de construcción incluirá tamaños de partícula tanto por encima como por debajo del diámetro medio del tamaño de partícula.

El material particulado inyectado puede ser cualquier material particulado deseado que sea compatible con el fluido aglutinante y esté suspendido dentro del fluido aglutinante durante tiempos de servicio. El material de partículas inyectadas se debe elegir para que obtenga las propiedades deseadas en combinación con el material en polvo del material de construcción durante el procesamiento del artículo desde la etapa de impresión en tres dimensiones a través de cualquier tratamiento térmico y operaciones de acabado. El material particulado inyectado puede elegirse para que sea igual o similar o diferente del polvo de material de construcción desde el punto de vista de la composición. Se puede elegir alear o reaccionar o de alguna otra manera interactuar (por ejemplo, creando un campo de tensión) con el material en polvo durante el procesamiento del artículo desde la etapa de impresión en tres dimensiones a través de cualquier tratamiento térmico y operaciones de acabado. La materia de partículas

inyectadas se selecciona para que tenga una distribución del tamaño de partícula que evite el bloqueo en cualquier parte de la parte del sistema de manipulación de aglutinante de la impresora en tres dimensiones, especialmente los orificios y pasajes en partes de los cabezales de impresión. Preferentemente, el diámetro medio del tamaño de partícula de la materia de partículas inyectadas es mayor de aproximadamente 1 micra y no mayor de aproximadamente 50 micras, pero puede ser mayor de 50 micras, siempre que el sistema de manipulación de fluido aglutinante esté adaptado para admitir el tamaño de partícula sin bloqueos que harían poco práctica la inyección. En algunas formas de realización, el diámetro medio del tamaño de partícula de la materia particulada inyectada puede ser inferior a 1 micra, incluso hasta 1 nanómetro. Más preferentemente, el diámetro medio del tamaño de partícula de la materia particulada inyectada está en el intervalo de aproximadamente 2 micras a aproximadamente 20 micras, e incluso más preferentemente en el intervalo de aproximadamente 2 micras a aproximadamente 10 micras. En algunas formas de realización, se prefiere que el diámetro medio del tamaño de partícula de la materia particulada inyectada sea inferior a aproximadamente 5 micras. También es deseable seleccionar el diámetro medio del tamaño de partícula de la materia de partículas inyectadas de modo que sea aproximadamente una séptima parte o menos que el del polvo de material de construcción. Debe entenderse que la distribución real del tamaño de partícula de una materia de partículas inyectadas incluirá tamaños de partícula tanto por encima como por debajo del diámetro medio del tamaño de partícula.

El fluido aglutinante puede ser cualquier fluido aglutinante que sea compatible con el sistema de impresión en tres dimensiones y el polvo de material de construcción que se está utilizando para fabricar el artículo deseado. El fluido aglutinante debe incluir un aglutinante, es decir, un componente que actúa para unir las partículas de polvo del material de construcción por otros medios que no sean la tensión superficial del líquido, por ejemplo, un polímero y fluido portador, que a veces se denomina "solvente", ya sea que realmente disuelva o no algo relevante para la operación. El fluido aglutinante también puede incluir uno o más agentes que, solos o en conjunto, ajustan una o más de la tensión superficial, la velocidad de evaporación y la viscosidad del fluido aglutinante. El fluido aglutinante también incluye preferentemente un agente que ayuda en la suspensión de la materia particulada inyectada.

Para ayudar a que la materia particulada inyectada se sedimente desde el fluido aglutinante, el sistema de manipulación de fluido aglutinante del sistema de impresión en tres dimensiones puede estar provisto de un medio para mezclar la materia particulada inyectada y el fluido aglutinante. Por ejemplo, se pueden utilizar los mezcladores en línea en uno o más de los conductos del sistema; uno o más depósitos de fluido aglutinante pueden estar provistos de palas de mezcla giratorias; pueden aplicarse vibraciones subsónicas, sónicas o ultrasónicas al fluido de mezcla; se puede incluir un sistema de recirculación para recircular el fluido aglutinante a velocidades que eviten la sedimentación de partículas; o se puede incluir cualquier combinación de lo anterior.

La carga de fluido aglutinante con el material particulado inyectado se debe seleccionar en función de varios factores. Estos incluyen, la cantidad de partículas inyectadas que se desea depositar para una velocidad de desplazamiento del cabezal de impresión y un tamaño de gota predeterminados, con cantidades depositadas más altas que requieren niveles más altos de carga de partículas. Otro factor es que la carga de partículas debe controlarse para mantenerse dentro del intervalo de viscosidades que el sistema del cabezal de impresión es capaz de manejar. Otro factor es que debe controlarse la carga de partículas (junto con el tamaño de la gota) para evitar que la transferencia de impulso que se produce en el impacto de la gota con la capa de polvo provoque interrupciones no deseadas en la capa de polvo. Otro factor es el efecto que la carga de partículas podría tener sobre la velocidad de evaporación del fluido portador del fluido aglutinante y esto debe controlarse para que la evaporación del fluido portador se produzca a una velocidad suficientemente alta para permitir que el proceso de impresión en tres dimensiones se lleve a cabo sin que la deposición de una capa de polvo sucesiva rompa su capa impresa subyacente. Otro factor es que la carga de partículas no debe ser tan alta como para provocar el bloqueo del sistema de manipulación de fluido aglutinante por medio de la acumulación o sedimentación de partes de la materia de partículas inyectadas. Es de gran importancia mantener la carga de partículas lo suficientemente baja como para permitir la formación controlada de las gotas de fluido aglutinante de inyección del tamaño deseado. Preferentemente, la carga de partículas es tal que el porcentaje en volumen de la materia de partículas inyectadas del fluido aglutinante está en el intervalo de aproximadamente un 1 a aproximadamente un 20%.

La presente invención también incluye sistemas de impresión en tres dimensiones que están adaptados para depositar selectivamente en capas de polvo de material de construcción un fluido aglutinante que contiene material en partículas que tiene un diámetro de tamaño de partícula medio que es menor que el diámetro de tamaño de partícula medio del polvo de material de construcción. Tal como se representa esquemáticamente en la FIG. 2, dicho sistema 20 incluye una plataforma de construcción 22 adaptada para recibir capas sucesivas de un polvo de material de construcción, un sistema de capas de polvo 24 adaptado para aplicar capas sucesivas del polvo de material de construcción a la plataforma de construcción 22, un sistema de manipulación de fluido aglutinante 26 adaptado para inyectar selectivamente el fluido aglutinante sobre las sucesivas capas de polvo, y un sistema de control 28 que está adaptado para proporcionar el control general del sistema 20. Las plataformas de construcción y los sistemas de deposición de capas de polvo descritos en la técnica anterior pueden incluirse en formas de realización del sistema de la invención.

Los sistemas de manipulación de aglutinantes de los sistemas de impresión en tres dimensiones de la invención deben adaptarse para utilizar los fluidos aglutinantes cargados de partículas descritos anteriormente sin bloqueos

que harían poco práctico el funcionamiento del sistema. Para lograr esto, los tamaños de orificio y los coeficientes de flujo de fluido a través de los orificios y los conductos de fluido de dichos sistemas de manipulación de aglutinante deben seleccionarse para evitar el bloqueo por acumulación o sedimentación de partículas de la materia inyectada. Preferentemente, los sistemas de manipulación de aglutinante, por ejemplo el sistema de manipulación de aglutinante 126 mostrado en la FIG. 8, incluye un depósito de aglutinante agitado mecánicamente, por ejemplo el depósito de aglutinante agitado mecánicamente 132. También se prefiere incluir uno o más elementos de mezcla en línea, por ejemplo el mezclador en línea 134, en una o más líneas de transferencia, por ejemplo la línea de transferencia 136 del sistema de manipulación de aglutinante, en que estos mezcladores están dimensionados para admitir los coeficientes de flujo y los tamaños de partículas que se utilizan. También se prefiere utilizar un sistema de recirculación, por ejemplo, el sistema de recirculación 138, que comprende una bomba, por ejemplo, la bomba 140, y líneas de transferencia hacia y desde el depósito de fluido aglutinante, por ejemplo, líneas de transferencia 142, 144, 146, para recircular el fluido aglutinante con el fin de dificultar la sedimentación de partículas.

También se prefiere que el sistema de manipulación de aglutinante incluya un cabezal de impresión 148 a través del cual el fluido aglutinante pueda recircularse al depósito de fluido aglutinante. Preferentemente, dicho cabezal de impresión utilizará un diseño que tenga un depósito local común para una pluralidad de orificios de impresión, como por ejemplo tal como se describe en la Publicación de la Solicitud de los Estados Unidos N ° US 2012/0274686 A1 publicada el 1 de noviembre de 2012.

Los sistemas de control de la técnica anterior pueden utilizarse con las formas de realización siempre que se modifiquen para operar el sistema de manipulación de aglutinante elegido.

Debe entenderse que todos los componentes del sistema de manipulación del aglutinante que entran en contacto con el fluido aglutinante deben estar hechos de materiales resistentes al desgaste. La selección del grado de resistencia al desgaste para dichos materiales se verá afectada por los tipos esperados de materia de partículas inyectadas y las velocidades de flujo del fluido aglutinante que se utilizarán durante el funcionamiento del sistema de fluido aglutinante, así como la cantidad de uso del sistema de fluido de manipulación del aglutinante que se espera. La selección de componentes con alta resistencia al desgaste será beneficiosa cuando las materias de partículas inyectadas sean abrasivas o cuando los coeficientes de flujo del fluido aglutinante sean altos o se espere que el sistema de fluidos aglutinantes sea muy utilizado.

La presente invención también incluye sistemas de impresión en tres dimensiones como los descritos anteriormente, excepto que comprenden una pluralidad de sistemas de manipulación de fluidos de impresión en los que al menos uno de los sistemas de manipulación de fluidos de impresión está adaptado para depositar por inyección un fluido aglutinante que contiene una materia particulada tal como se describe más arriba. La FIG. 3 representa esquemáticamente un sistema como el sistema de impresión en tres dimensiones 30. El sistema 30 incluye una plataforma de construcción 32, un sistema de deposición de capas de polvo 34, un primer sistema de manipulación de fluido aglutinante 36, un segundo sistema de manipulación de fluido aglutinante 38 y un controlador de sistema 40 que está adaptado para proporcionar el control general del sistema. Cada uno del primer y el segundo sistema de manipulación de fluido aglutinante 36, 38 incluye una fuente de fluido aglutinante y un cabezal de impresión adaptado para depositar de forma selectiva por inyección ese fluido aglutinante. Cada uno del primer y el segundo sistema de manipulación de fluido aglutinante 36, 38 puede tener su propio dispositivo de carro para colocar su respectivo cabezal de impresión con el fin de depositar selectivamente por inyección su primer o segundo fluido aglutinante respectivo, aunque, preferentemente, el primer y el segundo sistema de manipulación de fluido aglutinante 36, 38 comparten la totalidad o partes de un dispositivo de carro común. Por ejemplo, los respectivos cabezales de impresión del primer y segundo sistema de manipulación de fluido aglutinante 36, 38 pueden ser transportados por carros comunes o separados en una dirección, por ejemplo, la dirección x, y recorrer en carros comunes o separados en otra dirección, por ejemplo la dirección y.

Se puede configurar un sistema de impresión en tres dimensiones 30 de modo que tanto el primer como el segundo sistema de manipulación de fluido aglutinante 36, 38 puedan utilizar un fluido aglutinante que contenga material particulado tal como se ha descrito anteriormente. En dicho sistema de impresión en tres dimensiones 30, una o más características de los respectivos fluidos aglutinantes del primer y segundo sistemas de manipulación de fluidos aglutinantes 36, 38 son diferentes, por lo que es necesario utilizar dos sistemas de manipulación de aglutinantes separados. Dichas características pueden referirse al material particulado, por ejemplo, la composición del material, el diámetro medio del tamaño de partícula, la distribución del tamaño de partícula, la morfología de la partícula, etc., o de acuerdo con las características de la materia no particulada del fluido aglutinante, por ejemplo, la composición o las cantidades de uno o más del aglutinante y el fluido portador, y la composición o las cantidades de cualquiera de los diversos agentes para controlar, ya sea en solitario o en conjunto, la tensión superficial, la velocidad de evaporación, la viscosidad y la capacidad de suspensión de partículas del fluido aglutinante.

En algunas formas de realización preferentes, el fluido aglutinante utilizado por el primer sistema de manipulación de fluido aglutinante es similar al utilizado por el segundo sistema de manipulación de fluido aglutinante, excepto en que el último fluido aglutinante contiene material particulado mientras que el fluido aglutinante anterior no.

Debe entenderse que, aunque solo se describen un primer y un segundo sistema de manipulación de fluido aglutinante con relación a la FIG. 3, la presente invención incluye formas de realización que tienen más de dos sistemas de manipulación de fluidos aglutinantes, en que al menos dos de los sistemas de manipulación de aglutinantes utilizan fluidos aglutinantes que son diferentes entre sí y al menos uno de los fluidos aglutinantes incluye el material particulado tal como se ha descrito anteriormente.

La presente invención también incluye métodos de impresión en tres dimensiones de artículos que utilizan un sistema de impresión en tres dimensiones que comprende un primer sistema de manipulación de fluido de impresión y un segundo sistema de manipulación de fluido de impresión en que al menos uno del primer y el segundo sistema de manipulación de fluido de impresión está adaptado para inyectar un fluido aglutinante que contiene una materia particulada tal como se ha descrito anteriormente. Dichos métodos incluyen imprimir selectivamente un primer fluido de impresión en algunas ubicaciones e imprimir selectivamente un segundo fluido de impresión en otras ubicaciones dentro del artículo o en ubicaciones que se superponen en parte o en su totalidad a las ubicaciones en las que se imprimió el primer fluido de impresión. A continuación se describirán algunas formas de realización ilustrativas de dichos métodos. Debe tenerse en cuenta al leer estas formas de realización que la deposición selectiva de un fluido aglutinante que contiene material particulado en una superficie exterior o interior de un artículo tiene el efecto de mejorar el acabado de la superficie del artículo. También debe tenerse en cuenta que la materia particulada depositada selectivamente con un fluido aglutinante puede utilizarse para adaptar localmente las propiedades físicas del artículo, por ejemplo, aleando con el material de construcción en polvo, aumentando la densificación, actuando como un infiltrante local o como una barrera de infiltrante durante el tratamiento térmico, modulando localmente los campos de tensión locales (por ejemplo, por un desajuste de los coeficientes térmicos de expansión), etc.

Con referencia a la FIG. 4, se muestra esquemáticamente una capa 50 de un polvo de material de construcción 52 (indicado por un campo de pequeños puntos) que se ha extendido durante la construcción de tres artículos, el primer artículo 54, el segundo artículo 56 y el tercer artículo 58, por medio de una impresión en tres dimensiones de acuerdo con una forma de realización de un método. Se empleó un primer sistema de manipulación de impresión que utiliza un primer fluido aglutinante para imprimir y las áreas en las que se imprimió selectivamente este primer fluido aglutinante, las áreas 60, 62, 64, se indican mediante líneas en diagonal. Se empleó un segundo sistema de manipulación de impresión que utiliza un segundo fluido aglutinante para imprimir y las áreas en las que se imprimió selectivamente este segundo fluido aglutinante, las áreas 66, 68, 70, se indican mediante líneas horizontales. El segundo aglutinante contenía una materia particulada tal como se ha descrito anteriormente. Para la parte de la capa 50 que se utilizó para imprimir una lámina del primer artículo 54, el área periférica 60 de esta lámina se imprimió utilizando el primer aglutinante y el área interior 66 se imprimió utilizando el segundo aglutinante. Para la parte de la capa 50 que se utilizó para imprimir una lámina del segundo artículo 56, el área interior 62 de esta lámina se imprimió utilizando el primer aglutinante y el área periférica 68 se imprimió utilizando el segundo aglutinante. Para la parte de la capa 50 que se utilizó para imprimir una lámina del tercer artículo 58, el área del lado izquierdo 64 de esta lámina se imprimió utilizando el primer aglutinante y el área del lado derecho 70 se imprimió utilizando el segundo aglutinante.

Con referencia a la FIG. 5, se muestra esquemáticamente una capa 80 de un polvo de material de construcción 82 (indicado por un campo de pequeños puntos) que se ha extendido durante la construcción de dos artículos, el artículo cuarto 84 y el artículo quinto 86, mediante impresión en tres dimensiones de acuerdo con una forma de realización de método. Se empleó un primer sistema de manipulación de impresión que utiliza un primer fluido aglutinante para imprimir y las áreas en las que se imprimió selectivamente este primer fluido aglutinante, las áreas 88, 90, se indican mediante líneas en diagonal. Se empleó un segundo sistema de manipulación de impresión que utiliza un segundo fluido aglutinante para imprimir y las áreas en las que se imprimió selectivamente este segundo fluido aglutinante, las áreas 92, 94, 96, se indican mediante líneas horizontales. El segundo aglutinante contenía una materia particulada tal como se ha descrito anteriormente. Cada uno de los artículos cuarto y quinto 84, 86, tiene en sus respectivas láminas una característica interna no impresa, por ejemplo, un pasaje, o características internas 98, 100 respectivamente. Para la parte de la capa 80 que se utilizó para imprimir una lámina del cuarto artículo 84, el área 88 de esta lámina alrededor de la periferia de la característica interna 98 se imprimió utilizando el primer aglutinante y el área principal 92 se imprimió utilizando el segundo aglutinante. Para la parte de la capa 80 que se utilizó para imprimir una lámina del quinto artículo 86, el área interior 90 de esta lámina se imprimió utilizando el primer aglutinante y el área periférica 94, así como la periferia 96 de la característica interna 100 se imprimieron usando el segundo aglutinante.

Con referencia a la FIG. 6, se muestra esquemáticamente una capa 110 de un polvo de material de construcción 112 (indicado por un campo de pequeños puntos) que se ha extendido durante la construcción de un único artículo, el sexto artículo 114, mediante impresión en tres dimensiones de acuerdo con una forma de realización de método. La lámina del sexto artículo 114 que está en la capa 110 tiene una característica interna no impresa 116, que podría ser un pasaje, que tiene una superficie interna 118. En esta forma de realización, se emplearon cinco sistemas de manipulación de fluidos aglutinantes diferentes. Se depositó un primer fluido aglutinante en las áreas 120 tal como se indica mediante una línea en diagonal que se inclina hacia abajo de izquierda a derecha. Se depositó un segundo fluido aglutinante en las áreas 122 tal como se indica mediante líneas horizontales. Se

depositó un tercer fluido aglutinante en las áreas 124 tal como se indica mediante unas líneas diagonales que se inclinan hacia arriba de izquierda a derecha. Se depositó un cuarto fluido aglutinante en las áreas 126 tal como se indica mediante líneas verticales. Se depositó un quinto fluido aglutinante en las áreas 128 tal como lo indican las zonas pintadas a cuadros. Las características de estos fluidos aglutinantes se proporcionan en la Tabla 1 a continuación:

5

TABLA 1

Identificación	Tipo de aglutinante	Tipo de fluido Portador	Tipo de Material en Partículas	Diámetro de Tamaño Medio del Material en Partículas
Primer fluido aglutinante	Polímero A	Fluido A	Aleación A	20 Micras
Segundo aglutinante	Polímero A	Fluido A	Ninguno	no aplicable
Tercer aglutinante	Polímero A	Fluido A	Aleación A	10 micras de fluido
Cuarto aglutinante	Polímero B	Fluido B	Aleación A	20 micras de fluido
Quinto aglutinante	Polímero A	Fluido A	Aleación B	5 micras

Con referencia a la FIG. 7, se muestra esquemáticamente una capa 130 de un polvo de material de construcción 132 (indicado por un campo de pequeños puntos) que se ha extendido durante la construcción de un único artículo, el séptimo artículo 134, mediante impresión en tres dimensiones de acuerdo con una forma de realización de método. Esta forma de realización ilustra la utilización de la impresión de solapamiento de dos fluidos aglutinantes en el área 136 tal como se indica mediante las líneas en forma de patrón de construcción de ladrillos. Se utilizó un primer sistema de manipulación de impresión para imprimir un primer fluido aglutinante en el área de superposición 136, así como en el área 138, que se indica mediante líneas en diagonal. Se usó un segundo sistema de manipulación de impresión para imprimir un segundo fluido aglutinante en el área de superposición 136 así como en el área 140, que se indica mediante líneas horizontales.

10

15

Aunque el área de superposición 136 se muestra en la FIG. 7 como que está dentro del séptimo artículo 134 de la parte interior, en algunas formas de realización, se prefiere tener un área de superposición que incluya una superficie interna o externa del artículo que se está imprimiendo en tres dimensiones. Esto se prefiere especialmente cuando cada uno de los fluidos aglutinantes que se están depositando incluye una materia particulada, de modo que la deposición combinada de estas materias particuladas proporciona un beneficio con respecto a uno o más del acabado superficial, la densidad o la composición de la superficie.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para imprimir en tres dimensiones un artículo (114) que comprende las fases de:

(a) formar una capa (4) de un polvo de material de construcción (10), en que el polvo de material de construcción (10) tiene un diámetro medio de tamaño de partícula;

(b) imprimir de forma selectiva por deposición por inyección en la capa (4) al menos uno de un primer fluido aglutinante y un segundo fluido aglutinante, en que el primer fluido aglutinante contiene una primera materia particulada (16) que tiene un primer diámetro medio de tamaño de partícula que es menor que el diámetro medio del tamaño de partícula del polvo de material de construcción (10), y es mayor de 1 micra, y el primer fluido aglutinante tiene características que son distintas de las del segundo fluido aglutinante; y

(c) repetir las fases (a) y (b) hasta que el artículo esté formado;

en que el primer fluido aglutinante se deposita en la capa presente en dicho momento en al menos una de las instancias de la realización del paso (b), y en que el segundo fluido aglutinante se deposita sobre la capa presente en dicho momento en alguna de las instancias de la realización del paso (b).

2. El método de la reivindicación 1, en que el primer fluido aglutinante tiene una carga de aglutinante de la primera materia particulada (16) en el intervalo de entre un 1 y un 20 por ciento en volumen.

3. El método de la reivindicación 1, en que el artículo (114) tiene una superficie y una primera región (120) que incluye la superficie, en que el método incluye el paso de realizar las fases (b) y (c) con el fin de imprimir de forma selectiva el primer fluido aglutinante en la primera región (120).

4. El método de la reivindicación 3, en que la superficie es la de una característica interior (116) del artículo (114).

5. El método de la reivindicación 3, en que el artículo tiene una segunda región (122) adyacente a la primera región (120), en que la segunda región (122) es distinta de la primera región (120), en que el método incluye el paso de realizar las fases (b) y (c) para imprimir selectivamente el segundo fluido aglutinante en la segunda región (122).

6. El método de la reivindicación 1, en que el segundo fluido aglutinante contiene una segunda materia particulada, en que la segunda materia particulada es composicionalmente la misma o distinta de la primera materia particulada, y que tiene un segundo diámetro medio del tamaño de partícula que es el mismo o distinto del primer diámetro medio de tamaño de partícula.

7. El método de la reivindicación 6, en que el primer diámetro medio del tamaño de partícula es mayor que el segundo diámetro medio de tamaño de partícula.

8. El método de la reivindicación 1, en que el primer diámetro medio de tamaño de partícula no es mayor de 50 micras.

9. El método de la reivindicación 1, en que el primer diámetro medio de tamaño de partícula no es mayor de 20 micras.

10. El método de la reivindicación 1, en que el método incluye el paso de realizar las fases (b) y (c) para imprimir de forma selectiva el primer y el segundo fluido aglutinante en una región común (136) del artículo (134).

11. El método de la reivindicación 10, en que el artículo (134) tiene una superficie, y la región común (136) está cerca de o incluye una superficie interna o externa del artículo (134).

12. El método de la reivindicación 1, que comprende además la fase de tratar con calor el artículo (134) para realizar una aleación de la primera materia particulada con el polvo de material de construcción (10).

13. El método de la reivindicación 1, que comprende además la fase de tratar con calor el artículo (134) para provocar que la primera materia particulada actúe como un infiltrante local.

14. El método de la reivindicación 1, que comprende además la fase de tratar con calor el artículo (134) para provocar que la primera materia particulada actúe como una barrera de infiltrante.

15. El método de la reivindicación 1, que comprende además las fases de:

- 5           seleccionar la primera materia particulada para que tenga un coeficiente de expansión térmica diferente del del polvo de material de construcción (10) y  
          tratar con calor el artículo (134) para provocar que la primera materia particulada module un campo de tensión local del artículo (134).

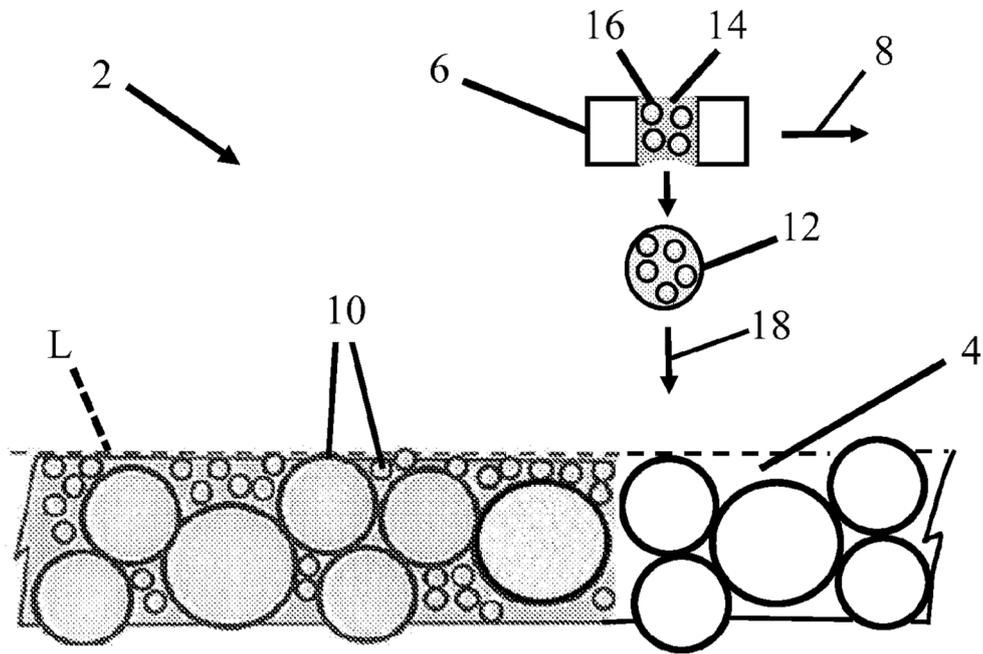


FIG. 1

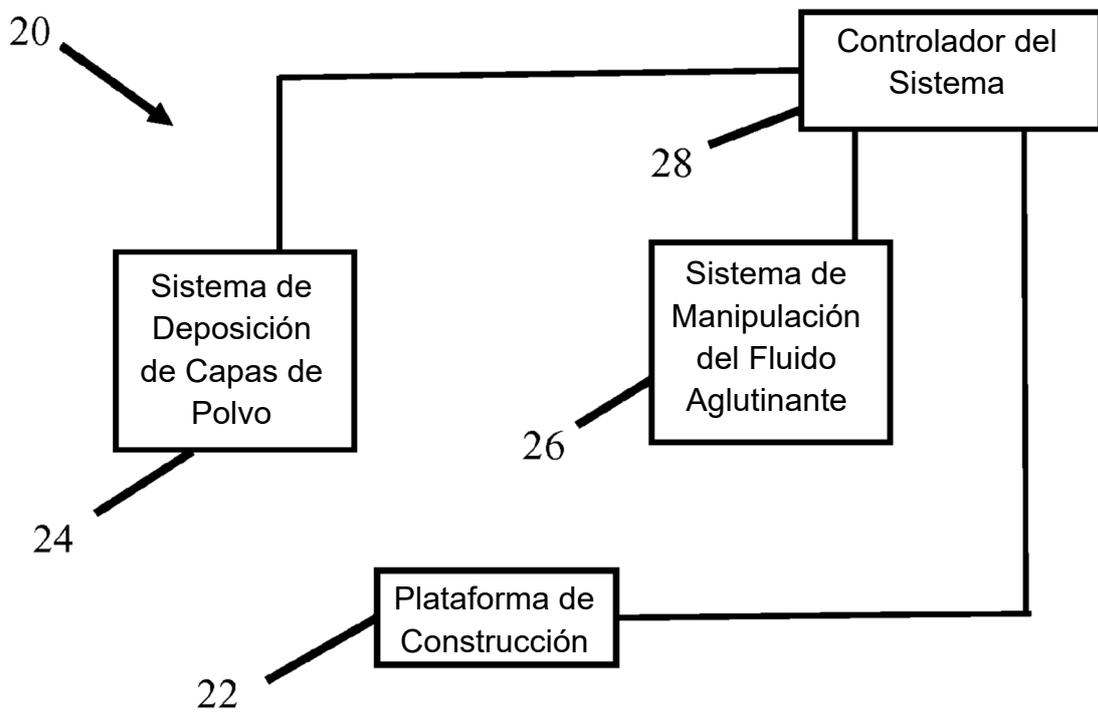


FIG. 2

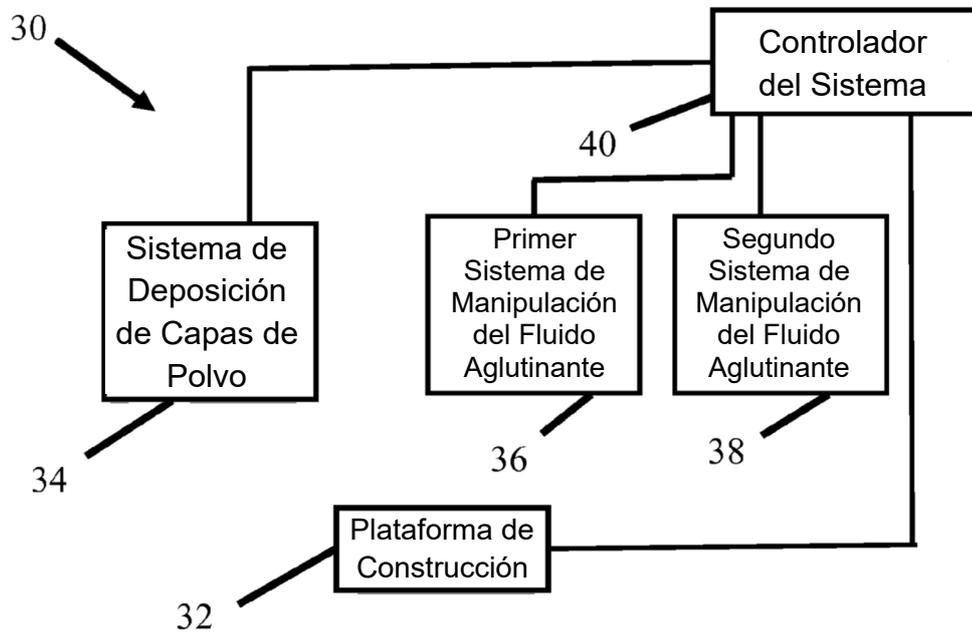


FIG. 3

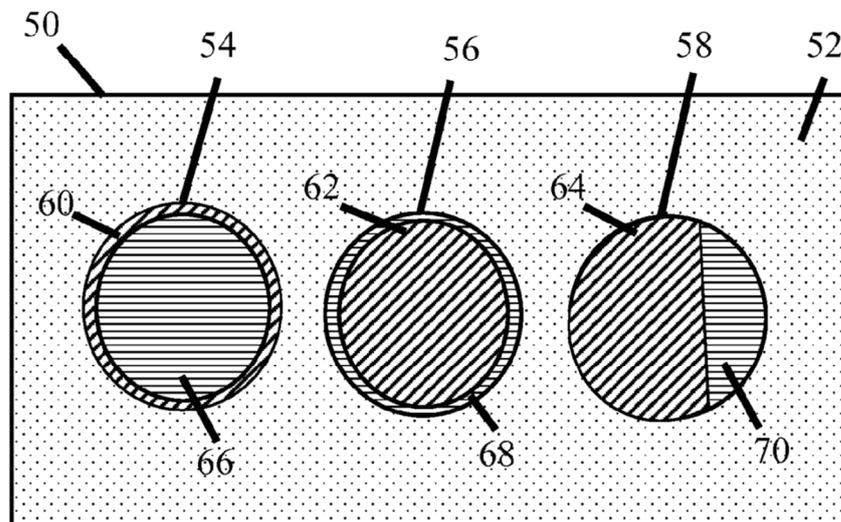


FIG. 4

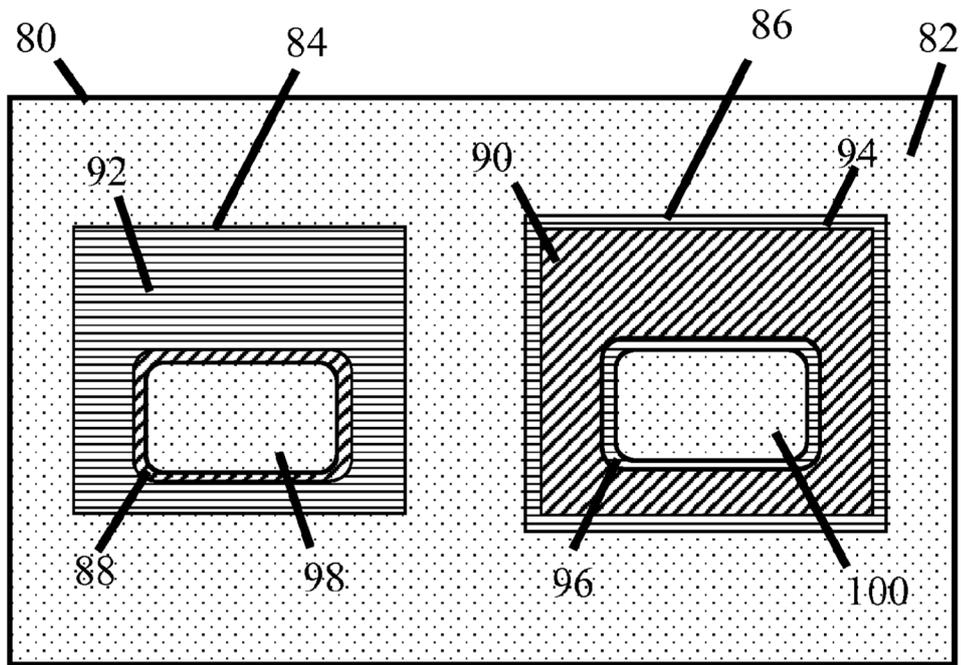


FIG. 5

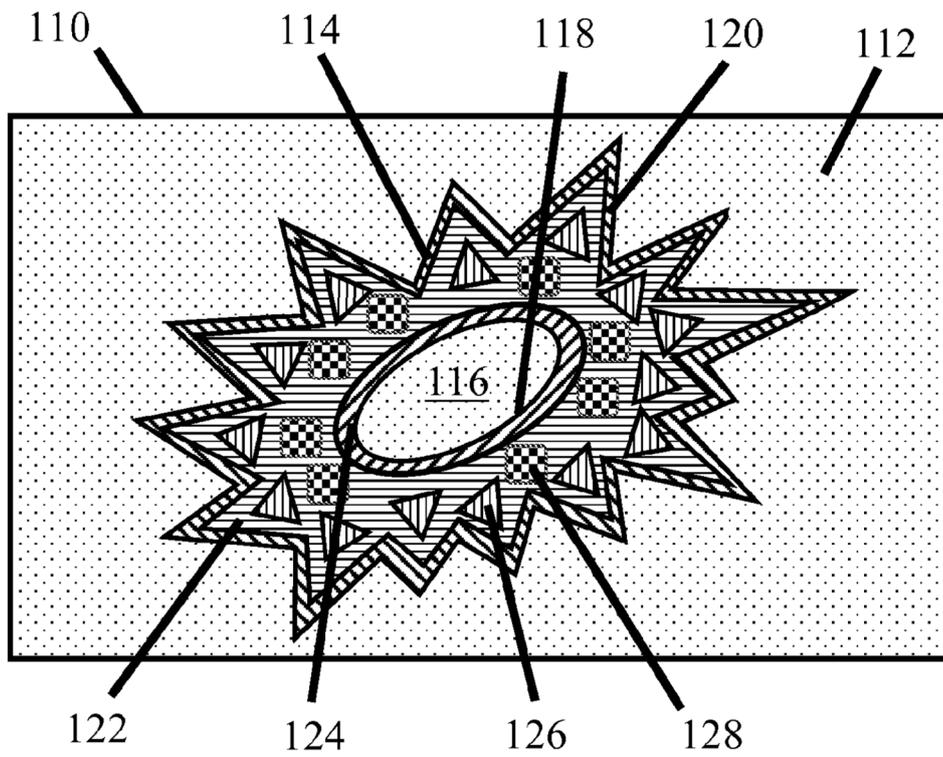


FIG. 6

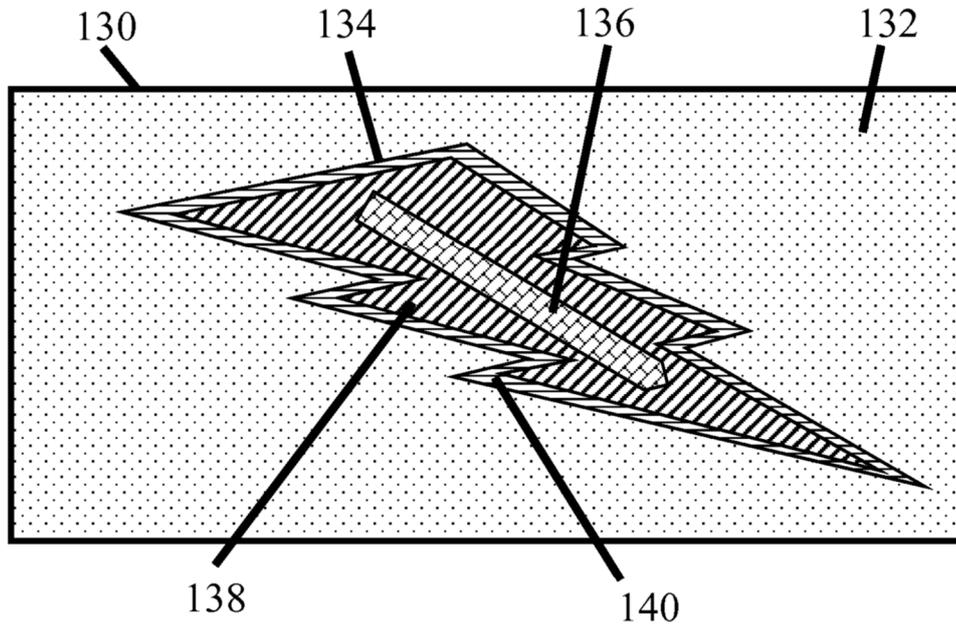


FIG. 7

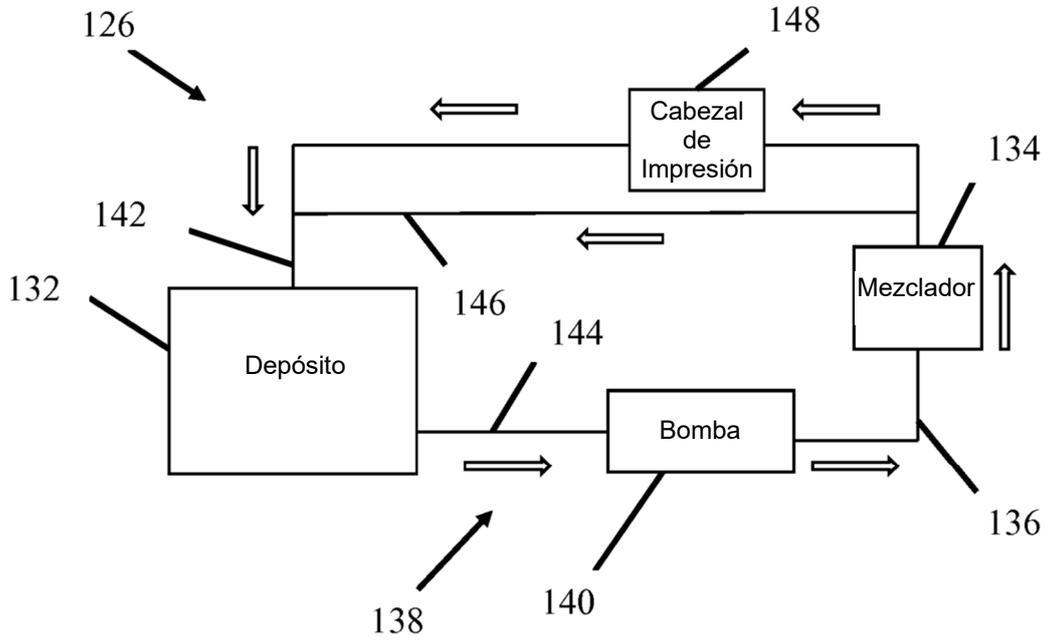


FIG. 8