

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 128**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2007.01)

B22F 3/105 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.12.2014 PCT/DE2014/000624**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15090265**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2014 E 14833113 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3083207**

54 Título: **Procedimiento de impresión 3D con etapa de secado rápido**

30 Prioridad:

18.12.2013 DE 102013021091

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

29.01.2020

73 Titular/es:

**VOXELJET AG (100.0%)
Paul-Lenz-Strasse 1
86316 Friedberg, DE**

72 Inventor/es:

**GÜNTHER, DANIEL y
GÜNTHER, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 739 128 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

Procedimiento de impresión 3D con etapa de secado rápido

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de moldes tridimensionales utilizando una corriente de aire controlada, así como moldes fabricados con ella.

10 En el documento de patente europea EP 0 431 924 B1 se describe un procedimiento para la fabricación de objetos tridimensionales (moldes, elementos componentes, piezas moldeadas en 3D) a partir de datos informáticos. En este caso, un material de partículas se aplica en una capa delgada sobre una plataforma y éste se imprime de forma selectiva con material aglutinante por medio de un cabezal de impresión. El área de partículas impresa con el aglutinante se pega y se solidifica bajo la influencia del aglutinante y, en su caso, de un agente endurecedor adicional. A continuación, la plataforma se baja en un espesor de capa en un cilindro de construcción y se provee con una nueva capa de material de partículas que, tal como se describe más arriba, también se imprime. Estos pasos se repiten hasta alcanzarse una cierta altura deseada del objeto. De las áreas impresas y solidificadas surge, de esta manera, un objeto tridimensional. Este objeto fabricado a partir de material de partículas solidificado se integra, después de su finalización, en material de partículas suelto y, a continuación, se libera de éste. Esto se realiza, por ejemplo, por medio de un aspirador. Posteriormente quedan los objetos deseados, que después se liberan de las adherencias de polvo, p. ej., mediante cepillado manual.

20 La impresión 3D a base de materiales en polvo y la aplicación de aglutinante líquido es, entre las técnicas de construcción por capas, el procedimiento más rápido.

25 Con este procedimiento se pueden trabajar diferentes materiales de partículas; entre ellos se incluyen (con carácter no exhaustivo) las materias primas biológicas naturales, plásticos poliméricos, metales, cerámicas y arenas.

30 Como sistema de aglutinamiento o agente aglutinante puede servir, p. ej., un material sólido en el material de partículas (material de construcción) o en un líquido de aglutinamiento (disolvente). Éste se pone en una solución por medio de un disolvente expulsado fuera del cabezal de impresión por chorro de tinta (en lo sucesivo, también denominado como líquido aglutinante), o bien el líquido aglutinante que incluye un material sólido se aplica de forma selectiva. Tras la evaporización del disolvente (líquido aglutinante), las partículas se adhieren a los puntos deseados y forman de esta manera un elemento componente en el material de construcción. El elemento componente se puede extraer del material de partículas suelto restante tras un cierto tiempo de espera.

35 Por lo general, este tiempo de espera es largo, ya que el disolvente sólo se vuelve a liberar lentamente del material disuelto. Además, la presión del vapor del disolvente debe ser relativamente baja, ya que, de lo contrario, la imprimibilidad con un cabezal de impresión por chorro de tinta no es apropiada.

40 Los tiempos de espera respectivos dependen enormemente del recorrido del vapor del líquido en el material de construcción aplicado desde el elemento componente hasta la superficie del material de construcción (superficie de la torta de polvo). A este respecto, las dimensiones de la máquina son determinantes. El tiempo de secado, es decir, el tiempo en el que el disolvente se escapa del material de construcción, no se desarrolla en este caso de manera lineal con la eliminación. En el caso de espacios constructivos muy grandes, las piezas no se secan, en determinadas circunstancias, en el último momento.

45 De esto se desprende la desventaja de que, a pesar de los largos tiempos de espera, los elementos componentes son a menudo inestables tras el desempaqueado y, en cierta medida, plásticos. La evaporación del disolvente genera además ciertas adherencias en el elemento componente que se deben eliminar a mano tras el desempaqueado.

50 El disolvente para el proceso de impresión mencionado tiene que presentar, por lo general, una presión del vapor relativamente baja. Presiones del vapor más altas, pero deseables para el proceso de secado, alteran el cabezal de impresión por chorro de tinta en el caso de la producción de gotas.

55 Durante el proceso de secado, los aditivos para el disolvente también son perjudiciales, ya que influyen en la tasa de evaporación de forma determinante. Con ello, un ajuste de la viscosidad del disolvente para el proceso de impresión por chorro de tinta no es a menudo posible.

60 Una posibilidad para reducir los largos tiempos de espera hasta el desempaqueado de las piezas es la utilización de sistemas de aglutinamiento que, a pesar de un secado incompleto, ofrecen una estabilidad suficiente. Sin embargo, este procedimiento representa una clara limitación con respecto a los sistemas de materiales. Sólo un pequeño grupo de materiales cumple este criterio.

65 Otra posibilidad es el uso de un sistema que conduce químicamente a una solidificación del líquido impreso y, a causa de esto, realiza el enlace de las partículas. En este caso, los componentes del sistema se conservan, en la medida de lo posible, por separado en el sistema. La reacción de solidificación deseada no se produce hasta el

proceso de impresión. Un proceso para un sistema tal puede ser un procedimiento conocido como proceso de resina en frío. En este caso, una arena recubierta con ácido se pone en contacto con alcohol furfúrico. A causa de esto, se produce una reacción química que permite que los componentes anteriormente líquidos se transformen en un plástico reticulado.

5 Estos sistemas reducen considerablemente el tiempo de espera hasta el desempaqueado de las piezas. No obstante, los monómeros que se utilizan representan un peligro para el cabezal de impresión. A menudo, los monómeros para este tipo de procesos se pueden semejar, en la agresividad, a los disolventes. Los plásticos reticulados presentes de forma casi latente representan permanentemente un riesgo para el cabezal de impresión, ya que estos se solidifican siempre debido a contaminantes o reacciones catalíticas indeseadas y, con ello, pueden dañar el cabezal de impresión.

Los aditivos descritos para reducir el tiempo de espera en el proceso de procedimiento presentan por lo tanto distintas desventajas y problemas.

15 Por consiguiente, desde hace tiempo existe la necesidad de proporcionar un procedimiento de impresión 3D en el que los tiempos de espera para la extracción, o bien el secado, se pueden reducir y, con ello, se logra un procedimiento de fabricación más rápido.

20 También existe la necesidad de simplificar el proceso de desempaqueado y, por lo tanto, acelerar la fabricación de moldes al evitarse fases de trabajo adicionales como la eliminación manual de adherencias en el elemento componente.

25 Además, el molde fabricado debe ser tan estable que sea fácil de desempacar y el desempaqueado no se impida o ralentice por medio de un molde (elemento componente) plástico o que hay que hacer plástico o que incluso surjan desventajas de calidad. El documento EP2261009 hace público un dispositivo para la fabricación de moldes tridimensionales mediante la técnica de construcción por capas con medios para generar una corriente de aire.

30 Así, una misión de la presente invención es resolver la contradicción entre el tiempo de secado corto de los elementos componentes tras el proceso de construcción total y la imprimibilidad del líquido aglutinante con un cabezal de impresión por chorro de tinta.

35 Además, una misión de la presente invención es proporcionar un procedimiento de impresión 3D con el que los tiempos de secado del líquido aglutinante se puedan reducir y, por lo tanto, se pueda alcanzar una mayor velocidad de procedimiento.

Otra misión más de la presente invención es evitar, por lo menos parcial o totalmente, las desventajas del estado de la técnica.

40 Descripción detallada de la invención
A continuación, se describen en más detalle algunos términos de la invención.

45 En el sentido de la invención, los "procedimientos de impresión 3D" son todos los procedimientos conocidos a partir del estado de la técnica que posibilitan la construcción de elementos componentes con formas tridimensionales y que son compatibles con los componentes de procedimiento y los dispositivos descritos. En particular, estos son procedimientos a base de polvo, en donde son preferidos los procedimientos descritos a continuación.

50 La "capa de aglutinante selectiva" o "capa de sistema aglutinante selectiva" o "capa de líquido aglutinante" o "aplicación del líquido aglutinante" se puede realizar en el sentido de la invención según cada capa de material de partículas o también se puede realizar de forma irregular según los requisitos del cuerpo moldeado y para la optimización de la fabricación del cuerpo moldeado, es decir, no de forma lineal y paralela según cada capa de material de partículas. La "capa de aglutinante selectiva" o la "capa de sistema aglutinante selectiva" se puede ajustar por lo tanto de forma individual y en el transcurso de la fabricación del cuerpo moldeado.

55 Con "sistema aglutinante" se debe entender un sistema de materiales que es capaz de aglutinar el material de partículas. El sistema aglutinante está formado al menos por un "líquido aglutinante" que se desea imprimir y, eventualmente, otros componentes líquidos o con forma de material sólido que se pueden encontrar tanto en el líquido aglutinante como también en el material de partículas. El sistema aglutinante se puede endurecer química o físicamente o por medio de una combinación de un proceso químico y físico. El endurecimiento se puede poner en marcha o acelerar por medio de la adición de energía, p. ej., en forma de calor o luz. Por lo general, como sistema aglutinante entran en consideración todos los sistemas de materiales conocidos por el experto en la técnica en el contexto. A modo de ejemplo, un sistema aglutinante puede incluir un "líquido aglutinante" y un "aglutinante" con forma de material sólido el cual está contenido en el material de partículas (material de construcción) y el cual se puede disolver en el líquido aglutinante. En este caso, el material sólido se pone en solución por medio del disolvente expulsado fuera del cabezal de impresión por chorro de tinta y aplicado sobre el material de partículas. Tras la evaporación fundamental o el secado del líquido aglutinante, las áreas del material de construcción impresas

de forma selectiva se unen la una con la otra. De la misma manera, con los sistemas químicos conocidos por el experto en la técnica se puede conseguir, en el líquido aglutinante o/y el material de partículas, una solidificación selectiva.

5 “Cuerpo moldeado”, “molde”, “pieza moldeada en 3D” o “elemento componente” son, en el sentido de la invención, todos los objetos tridimensionales que presentan una estabilidad de forma fabricados por medio del procedimiento de conformidad con la invención o/y del dispositivo de conformidad con la invención.

10 Como “dispositivo” para realizar el procedimiento de conformidad con la invención se puede utilizar todo dispositivo de impresión 3D conocido que contenga los elementos componentes requeridos. Los componentes habituales incluyen recubrimiento, campo de construcción, medios para el procedimiento del campo de construcción u otros elementos componentes, dispositivo de dosificación, cabezal de impresión, medios de calentamiento, medios de procedimiento para el procedimiento de lotes o procedimientos continuos y otros elementos componentes conocidos para el experto en la técnica que, por este motivo, no se explican aquí en más detalle.

15 Como “materiales de partículas” o también como “materiales de construcción” se pueden usar todos los materiales conocidos para la impresión 3D a base de polvo, en particular, arenas, polvo de cerámica, polvo de metal, plásticos, partículas de madera, materiales fibrosos, celulosas o/y polvo de lactosa. El material de partículas es preferiblemente un polvo seco que fluye libremente, pero también se puede utilizar un polvo resistente a los cortes cohesivo.

20 El “espacio de construcción” en el sentido de la invención es el lugar geométrico en el que aumenta el apilamiento del material de partículas durante el proceso de construcción mediante el recubrimiento repetido con material de partículas. Por lo general, el espacio de construcción se limita por medio de un suelo, la plataforma de construcción, por medio de paredes y una superficie de cubierta abierta, el plano de construcción. El plano de construcción puede ser horizontal, pero, por ejemplo, en un procedimiento continuo, también puede formar un ángulo, de manera que la aplicación de la capa se realiza de forma inclinada en un ángulo.

25 Un “contenedor de construcción” en el sentido de la invención realiza un espacio de construcción. Éste presenta, por consiguiente, un suelo, paredes y una superficie de acceso abierta, el plano de construcción. El contenedor de construcción presenta siempre piezas que no se mueven en relación con el bastidor del dispositivo de impresión 3D. Los contenedores de construcción que se pueden intercambiar, denominados contenedores intercambiables, posibilitan el operar la máquina de forma casi constante, ya que los contenedores intercambiables se pueden introducir y sacar de la máquina. Las piezas de un primer proceso de construcción se pueden desempaquetar de tal manera por fuera del dispositivo de impresión 3D, mientras que por dentro de la máquina, en un segundo contenedor de construcción, se pueden imprimir y nuevas piezas.

30 De conformidad con la invención, el “plano de recubrimiento e impresión” es la abstracción del lugar del proceso de construcción actualmente en curso. Puesto que, en términos constructivos, la unidad de dosificación y el recubrimiento se mueven en una unidad de avance con componentes comunes hasta casi una altura en el dispositivo, en esta descripción, se considera que el “plano de recubrimiento e impresión” está situado en el canto superior de una capa recién aplicada. Ésta puede formar un plano horizontal o estar dispuesta en un ángulo.

35 De conformidad con la invención, una “plataforma de construcción” se mueve en relación al plano de recubrimiento e impresión. Este movimiento relativo tiene lugar durante el proceso de construcción en movimientos interrumpidos en el espesor de capa. Éste define el espesor de capa.

40 “Pared del contenedor” o “pared” denomina una barrera para el material de partículas. El material de partículas no puede llegar desde un lado al otro lado de la pared.

45 En este documento, una “junta” denomina respectivamente elementos constructivos que evitan un calado del material de partículas a través de los puntos de contacto entre las paredes movidas la una en relación hacia la otra o las paredes y la plataforma de construcción.

50 Con “canal de vapor” se denomina el concepto abstracto de un tubo de corriente en el material de construcción. Este término se utiliza en relación con longitudes. En la realidad, el espacio de aire en un apilamiento de polvo del material de construcción representa un espacio geoméricamente unido y complejo.

55 El “límite geométrico del elemento componente” denomina una abstracción de un elemento componente en el material de construcción. Como consecuencia del discreto carácter de las partículas del material de construcción, la pieza resultante en el proceso de construcción difiere del límite geométrico del elemento componente.

60 “Ventilación forzada” denomina un rasgo característico de la invención que se logra por medio de una corriente de aire controlada. La convención libre en el material de construcción es, por decirlo así, lo contrario a la ventilación forzada. Aquí, los vapores sólo se pueden evacuar mediante difusión debido a los gradientes de concentración. En el caso de la ventilación forzada, los vapores, es decir, los vapores del disolvente o vapores del líquido del agente

aglutinante se controlan con una corriente de aire y se mueven de forma específica, o bien se extraen del material de construcción.

5 El "sistema de retención" se puede encontrar respectivamente en el punto de unión entre el sistema de ventilación y el apilamiento del material de partículas. Su tarea es atrapar las partículas presentes en la corriente de aire. Se puede realizar como gasa metálica o como cuerpo poroso. Los cuerpos impresos en 3D también pueden servir como sistema de retención. A este respecto, es irrelevante si estos ya están secos por completo. Tales cuerpos también se pueden producir con el proceso de construcción.

10 En el sentido de la invención, una "corriente de aire controlada" es una corriente de aire que se conduce de forma definida a través del material de construcción o, en todo caso, que se vierte, de forma específica desde afuera, dentro del material de construcción aplicado y, para el transporte más rápido de los vapores del disolvente (vapores del líquido aglutinante), atraviesa el material de construcción aplicado. De esta manera, en el material de construcción aplicado, el líquido aglutinante se reduce o se seca fundamentalmente. La "corriente de aire controlada" puede ser simple aire del ambiente que, preferiblemente, se atempera, preferiblemente, se calienta, o también una mezcla de gases definida.

20 "Reducido o seco fundamentalmente" en relación al líquido aglutinante significa que, en comparación con la aplicación de líquido aglutinante directa, la cantidad de líquido aglutinante se reduce durante la aplicación selectiva. Preferiblemente, el líquido aglutinante se reduce tanto que el elemento componente fabricado presenta una estabilidad que lo hace tan estable que un desempaquetado se puede realizar fácilmente y sin problemas. "Seco fundamentalmente" significa que el elemento componente no contiene ningún o solamente restos de líquido aglutinante. El proceso de "reducción" o "secado" del líquido aglutinante se acelera mediante una "corriente de aire dirigida" según la invención de manera ventajosa y se controla de forma específica en cuanto al tiempo y la cantidad de la reducción del líquido aglutinante.

30 En el sentido de la invención, "proceder por capas" denomina, en un contenedor intercambiable o en otro plano de construcción horizontal, el proceso de bajar el campo de construcción un espesor de capa o que las piezas del dispositivo que se encuentran situadas sobre el campo de construcción se suben un espesor de capa. En un procedimiento continuo, "proceder por capas" denomina el desplazar el material de construcción (del bloque de material de construcción en la máquina de impresión) un espesor de capa, de modo que se pueda aplicar una nueva capa de material de partículas y, así, se pueda realizar de manera continua una aplicación de capa y aplicación del líquido aglutinante selectiva.

35 En el sentido de la invención, "atravesar de manera controlada en el tiempo" significa que la corriente de aire controlada se dirige, durante el procedimiento, hasta un momento definido y más allá de un momento definido y la corriente de aire controlada se puede realizar regular o irregularmente durante el procedimiento.

40 A continuación, se describen la invención y sus formas de realización preferidas.

45 En particular, la invención se refiere a un procedimiento según la reivindicación 1 para fabricar moldes tridimensionales, preferiblemente moldes porosos, mediante la técnica de construcción por capas, en donde material de construcción en forma de partículas se aplica en una capa sobre un campo de construcción y, a continuación, se aplica un líquido aglutinante de forma selectiva sobre el material de construcción, se procede por capas y se repiten estos pasos hasta que se genere el molde deseado, en donde una corriente de aire controlada se conduce a través del material de construcción aplicado. En este caso, el molde construido y/u obtenido es preferiblemente poroso.

50 De manera ventajosa, con el procedimiento de conformidad con la invención, es posible reducir considerablemente la duración del proceso y, por consiguiente, aumentar de forma significativa la productividad del proceso de impresión.

55 Esto se consigue al poderse transportar rápidamente el líquido aglutinante mediante una corriente de aire controlada y, por consiguiente, al reducirse rápidamente el disolvente en el elemento componente y al éste estar preferible y fundamentalmente seco. De manera ventajosa, de esta manera no sólo se reduce el tiempo de secado, sino que también se hace posible el fabricar ahora elementos componentes grandes que prácticamente no se podían secar con procedimientos convencionales y que, por lo tanto, sólo se podían fabricar muy difícilmente o en absoluto con procedimientos 3D.

60 En este caso, fue sorprendente que una corriente de aire se pudiera conducir a través del material de construcción aplicado sin llevar a turbulencias o inestabilidad en el material en polvo e influenciar de manera desventajosa la precisión de imagen del proceso de impresión. De manera sorprendente, se ha demostrado que, con el procedimiento de conformidad con la invención, no sólo se puede reducir considerablemente la duración del procedimiento, sino también que los elementos componentes en buena calidad no se influyen negativamente y se pueden fabricar elementos componentes en 3D cualitativamente de alta calidad.

65 En el procedimiento se pueden utilizar todos los líquidos aglutinantes apropiados para el procedimiento y el punto de

ES 2 739 128 T3

ebullición del líquido aglutinante se selecciona de tal manera que éste está ventajosamente en interacción con los otros componentes del material. Preferiblemente, el punto de ebullición del líquido aglutinante se sitúa por debajo o por encima del punto de ebullición del agua destilada.

5 En este caso, la corriente de aire controlada se aplica y se conduce a través del material de construcción aplicado de tal manera que el líquido aglutinante se evacúa de manera ventajosa del elemento componente. En este caso, la corriente de aire se ajusta de manera apropiada en su espesor a las otras condiciones del procedimiento y al material utilizado. Tras la aplicación de las capas, la corriente de aire controlada atraviesa el material de construcción aplicado sobre el campo de construcción. Es preferible que la corriente de aire controlada atraviese
10 discontinua o continuamente el material de construcción aplicado sobre el campo de construcción, preferiblemente, que atraviese el material de construcción aplicado sobre el campo de construcción de manera controlada en el tiempo.

15 Dependiendo de los requisitos y demás condiciones del procedimiento y de los materiales utilizados, la corriente de aire controlada atravesará el material de construcción aplicado sobre el campo de construcción fundamentalmente por todo su volumen, preferiblemente, atravesará el material de construcción en las áreas seleccionadas y, más preferiblemente, atravesará el material de construcción por el área de las capas de material de construcción superiores.

20 La corriente de aire controlada se calienta preferiblemente antes de la entrada en el material de construcción.

La corriente de aire controlada se genera preferiblemente por sobrepresión o por depresión.

25 Preferiblemente, en el material de construcción se colocan entradas de aire.

La corriente de aire controlada se conduce de manera apropiada a través del material de construcción aplicado con el fin de provocar preferiblemente una evacuación ventajosa de los vapores del líquido aglutinante y reducir el disolvente en el elemento componente o secarlo fundamentalmente. Preferiblemente, la corriente de aire controlada atravesará el material de construcción en la dirección de la fuerza de gravedad, en dirección opuesta a la dirección
30 de la fuerza de gravedad o/y en un ángulo determinado con respecto a la dirección de la fuerza de gravedad.

Son posibles todas las combinaciones posibles de la dirección y el control de la corriente de aire controlada, en donde la dirección de la corriente de aire controlada se cambia durante el procedimiento.

35 El dispositivo para llevar a cabo el procedimiento de conformidad con la invención incluye todos los medios del dispositivo fundamentales necesarios como, p. ej., la plataforma de construcción, el recubrimiento, la instalación de impresión, la instalación de procedimiento, etc. Preferiblemente, el dispositivo de conformidad con la invención presenta, para fabricar moldes tridimensionales mediante la tecnología de construcción por capas, uno o varios medios para generar una corriente de aire controlada en el material de construcción. En este caso, la corriente de
40 aire se genera en el dispositivo preferiblemente con uno o varios medios a través de una sobrepresión o depresión.

Además, el dispositivo está construido de tal manera que, por medio de la corriente de aire controlada, no se coge material de construcción del espacio de construcción. Preferiblemente, el dispositivo presenta un sistema de retención con, preferiblemente, poros efectivos más pequeños o más grandes que el diámetro de grano promedio
45 del material de construcción en forma de partículas. Se pueden utilizar todos los medios apropiados para este fin; preferiblemente, el material del sistema de retención es una gasa metálica, una estructura de filtro, un material sinterizado de poros abiertos o/y un material poroso.

La corriente de aire controlada se introduce de forma constructivamente adecuada en el contenedor de construcción o el espacio de construcción y se conduce de tal manera que esta corriente de aire se puede volver a escapar y, en este caso, evacúa vapores del líquido aglutinante. Preferiblemente, dentro o en el dispositivo hay colocados medios para la corriente de aire controlada por encima, por abajo o en el lado del contenedor de construcción. Preferiblemente, el dispositivo tiene al menos dos paredes permeables al aire por lo menos parcialmente colocadas en el contenedor de construcción o/y un suelo permeable al aire por lo menos parcialmente y, preferiblemente, al
50 menos un sistema de canalización de corriente de aire, o bien, por el lado del espacio de construcción.

El suelo permeable al agua por lo menos parcialmente o/y al menos una de las paredes permeables al agua por lo menos parcialmente puede estar en contacto con el medio para generar la corriente de aire controlada por medio de una corriente de aire, preferiblemente, un tubo.
60

El material de construcción puede estar en contacto por medio de una placa provista de un medio de corriente de aire colocada sobre el material de construcción.

La corriente de aire controlada se genera con las instalaciones conocidas para el experto en la técnica. El dispositivo presenta uno o varios medios para generar una corriente de aire controlada.
65

Además, las instalaciones de corriente y, preferiblemente, la intensidad de la corriente de los medios para generar una corriente de aire controlada, se pueden regular.

5 Con ello, una solución de la tarea de la invención radica en acelerar físicamente el secado, o bien el evaporado, por medio de la evacuación de vapor del disolvente (vapor del líquido aglutinante) fuera de la torta de polvo del material de construcción. Esto posibilita entonces el ajuste del agente aglutinante líquido a la tarea de impresión.

10 Ventajosamente, con ello se puede aumentar tanto el rendimiento del proceso de impresión como también se puede aumentar la calidad de los elementos componentes.

Además, se representan otras formas de realización preferidas de la invención.

15 Esquemáticamente, se utiliza un sistema para la construcción por capas de moldes con tecnología por impresión de chorro de tinta. En este caso, el proceso se divide, según el estado de la técnica, de la siguiente manera: sobre una plataforma de construcción, se aplica y se nivela una capa de polvo. A continuación, la capa se imprime, según los datos de capa del molde en 3D, con un fluido, es decir, un líquido aglutinante. En este caso, los puntos impresos varían una o más propiedades (estabilidad, solubilidad en agua, etc.). A menudo, el material se solidifica por medio de un componente de unión en el aglutinante líquido (p. ej., un pegamento). Los aglutinantes como elementos en polvo también son habituales. Tras el proceso de impresión, la plataforma de construcción se baja y el proceso comienza desde cero.

Estos pasos se repiten tantas veces hasta que el elemento componente está presente por completo en la torta de polvo construida del material de construcción.

25 Tal como se describe arriba, un líquido se aplica de forma selectiva sobre el campo de construcción. Los piezocabezales de impresión utilizados para ello ponen requisitos especiales al líquido de impresión. Por un lado, la viscosidad del líquido es un parámetro importante. Debido a una alta fricción en la tobera, las viscosidades demasiado altas causan un alto consumo de energía durante la producción de gotas individuales. A partir de una viscosidad límite de aprox. 20 mPas no se puede formar ninguna gota más. Una viscosidad demasiado baja conduce a una vaporización insuficiente del sistema. La formación de gotas también se ve alterada y no es posible una impresión segura.

30 Otro parámetro importante es la presión del vapor del líquido. Si la presión del vapor es demasiado alta, durante el proceso de formación de gotas, durante el cual aparece una fase de efecto de depresión en el líquido de impresión, se pueden generar burbujas de vapor que impiden la formación de gotas.

Un tercer parámetro es la tensión de superficie. Ésta establece un parámetro que actúa directamente sobre la energía de formación de gotas necesaria. Si ésta es muy alta, no se puede formar ninguna gota.

40 En general, el líquido de impresión se optimiza para dos parámetros: para la formación de gotas y para el elemento componente que se desea generar. Por lo general, tal como ya se describió arriba, en este caso se producen conflictos de intereses.

45 Para el proceso de construcción del elemento componente que se desea generar son característicos varios parámetros: la velocidad del efecto aglutinante incide sobre la trabajabilidad. Si el líquido es demasiado rápido, las capas ya impresas se enrollan debido a momentos de flexión. Puesto que, en este caso, las piezas del elemento componente están situadas por arriba del plano de recubrimiento actual, los elementos componentes se desplazan o se arrastran.

50 La viscosidad del líquido en sí sólo es entonces importante para el proceso de construcción cuando, en el aglutinante líquido, está contenido un porcentaje considerable del agente aglutinante y el líquido no aumenta su viscosidad al disolverse una parte integrante en polvo. En el caso de tales sistemas, una difusión del aglutinante en las áreas que no han de experimentar ninguna solidificación sólo se puede ralentizar por medio de una viscosidad aumentada. La detención de esta difusión sólo es posible mediante secado.

55 Sin embargo, en el caso de la mayoría de procesos, la presión del vapor tiene una importancia determinante. Durante el proceso de impresión sólo se puede escapar una parte del disolvente. En parte, esto es deseable para que el efecto del disolvente se pueda retrasar con el fin de evitar las alteraciones de proceso arriba mencionadas. Como consecuencia, tras el proceso, una parte considerable del disolvente se debe secar del elemento componente.

60 Debido a la presión del vapor del disolvente, por medio de este proceso de vaporización durante la creación del elemento componente por capas, surge rápidamente una atmósfera saturada. Esta atmósfera se debe escapar por medio de los canales largos y delgados en el polvo.

65 Una parte de la masa del disolvente se condensa también en el polvo que rodea al elemento componente. Como consecuencia, en el elemento componente hay adherencias de polvo débilmente unido que se deben eliminar tras el

proceso de construcción.

La solución de conformidad con la invención sobre la que se basa la solicitud es la idea de mover más rápidamente esta atmósfera saturada por medio de una corriente de aire controlada a través del polvo del material de construcción, tal como esto es posible por medio de la convección natural.

Como primer rendimiento se puede considerar la aceleración del sistema existente. En este caso, el momento en el que el elemento componente producido se puede desempaquetar de forma segura se puede alcanzar fundamentalmente antes. Esto representa una ventaja rentable, ya que los tiempos de entrega de los elementos componentes generados de forma aditiva son determinantes para la aceptación en el mercado y el precio.

El uso de un procedimiento de conformidad con la invención posibilita además variaciones de la química del proceso. De esta manera, se pueden utilizar, por ejemplo, sistemas con tasas de evaporación bajas. La aceleración por medio del procedimiento de conformidad con la invención posibilita entonces de nuevo tiempos de proceso aceptables. Las ventajas radican además en una protección del cabezal de impresión, en elementos componentes cualitativamente de alta calidad y en una variedad de materiales más amplia.

La aplicación de una depresión para generar la corriente de aire controlada es preferida. El polvo permanece ventajosamente estable en su disposición. Se puede realizar una corriente de aire baja, pero estable, a través del polvo.

En principio, también se puede aplicar, sin embargo, una sobrepresión en el polvo. Aquí se puede alcanzar, sin embargo, de manera más difícil, una gestión del proceso segura. Debido a la naturaleza del material de partículas, por medio de la aplicación de sobrepresión, surgen canales en el polvo que llevan toda la corriente de aire. Debido a las grandes velocidades de la corriente, el polvo se arrastra hasta los canales. Los ajustes sensibles en la sobrepresión no aportan ninguna ventana de proceso estable.

La corriente de aire controlada, preferiblemente la sobrepresión, se introduce en el polvo por medio de un elemento de filtrado. El polvo se acumula en éste. Si, por ejemplo, la placa de base del contenedor de construcción está formada por una estructura de filtrado, el polvo no se deforma al aplicar una depresión moderada.

De manera sorprendente, en el caso de amplios experimentos se determinó que las adherencias en el elemento componente surgen por medio del dispositivo en función de la dirección. Por el contrario, en el caso de dispositivos convencionales, éstas pueden verse de manera más bien esférica alrededor del elemento componente.

Por lo tanto, ha demostrado ser ventajoso el controlar la corriente de aire en su dirección. De esta manera, por ejemplo, la dirección de la corriente se puede configurar en sentido opuesto a la dirección de la fuerza de gravedad.

Además, la dirección de la corriente se cambia durante el proceso de secado. Debido a esto, los tiempos de acción del disolvente son bajos y las adherencias, como consecuencia, bajas.

Descripción breve de las figuras:

Figura 1: representación esquemática de los componentes de una impresora 3D a base de polvo como plano diagonal seccionado.

Figura 2: esquema del proceso de un proceso de impresión 3D convencional.

Figura 3: ilustración del proceso de secado.

Figura 4: secado con convección forzada.

Figura 5: elementos de contacto.

Figura 6: emplazamientos de montaje para los elementos de guía de aire.

Figura 7: elementos de guía de aire colocados en la torta de polvo.

Figura 8: contacto de los elementos de guía de aire a través del polvo.

Figura 9: plano diagonal de un contenedor de construcción.

Figura 10: cambio de la dirección de la corriente.

Ejemplo de realización.

Un dispositivo apropiado presenta un recubrimiento de polvo (101). Con éste, se aplica y se alisa material de partículas sobre una plataforma de construcción (102) (figura 2(a)). El material de partículas aplicado puede estar formado por los materiales más diversos. Por ejemplo, se pueden utilizar arenas, polvo de cerámica, polvo de metal, plástico, partículas de madera, material fibroso, celulosas, polvo de lactosa, etc. Las propiedades de flujo de estos materiales pueden resultar enormemente diferentes. Las distintas técnicas de recubrimiento permiten la formación de capas de polvos que fluyen libremente secos hasta dispersiones de base líquida pasando por polvos cohesivos resistentes a los cortes. La altura de las capas de polvo (107) se determina por medio de la plataforma de construcción (102). Ésta se baja tras la aplicación de una capa. Durante el próximo proceso de recubrimiento, se rellena el volumen generado y se alisa el sobrancelo. El resultado es una capa lisa y paralela casi perfectamente de una altura definida.

Tras el proceso de recubrimiento, la capa se imprime con un líquido mediante un cabezal de impresión por chorro de tinta (100) (figura 2(b)). La imagen impresa corresponde al corte del elemento componente en la altura de construcción actual del dispositivo. El líquido llega al material de partículas y se difunde lentamente hacia adentro.

5 Opcionalmente, la capa se puede calentar después de la impresión del aglutinante (figura 2(c)). Para ello, sobre el campo de construcción se puede conducir, por ejemplo, un foco IR (200). Éste se puede acoplar con el eje del sistema de recubrimiento. Durante el calentamiento, se evapora una parte del agente aglutinante líquido. En el caso de los líquidos inflamables, el material evaporado se aspira de inmediato.

10 Con posterioridad a este proceso de calentamiento opcional, la plataforma de construcción (102) se baja un espesor de capa. Los pasos de la formación de capas, la impresión, el calentamiento y la bajada de nivel se repiten ahora hasta que se ha creado por completo el elemento componente (103) deseado.

15 El elemento componente (103) está ahora presente por completo en la torta de polvo (602). Dependiendo de en qué proceso físico o químico se base la unión de las partículas (303), el elemento componente es ahora más o menos sólido. La mayoría de las veces, el elemento componente está presente en estado blando directamente después de la impresión.

20 Siempre y cuando el elemento componente (103) esté en el polvo, este estado no es ningún problema. Sin embargo, en cuanto el elemento componente se desempaca del polvo, es inevitable una deformación geométrica debido a la fuerza de gravedad y otros efectos dinámicos.

25 Por este motivo, normalmente el elemento componente se deja en el polvo. El agente aglutinante (301) sobrante que no deja que el elemento componente (103) se solidifique, se evapora ahora a través de distintos canales de vapor (302) en el material de partículas (303) no fijado. Las fijaciones del material de partículas (304) fijado en el límite del elemento componente (305) geométrico se solidifican cada vez más en este caso. Tras un tiempo de espera determinado, el cuerpo (103) es lo suficientemente sólido para desempaquetarlo.

30 La longitud del canal de vapor (302) determina, junto con la presión del vapor del material (301), la velocidad de secado. En este caso, las piezas situadas profundamente en el material de partículas (303) se secan a menudo al principio en intervalos de tiempo no viables económicamente.

35 Si se generan elementos componentes porosos, los tiempos de secado se pueden reducir de conformidad con la invención mediante una convección forzada. Para ello, en el material de partículas se aplica una diferencia de presión. En este caso, se forman corrientes de aire que se pueden volver a denominar como canales. Estos transcurren a través del elemento componente (400) geométrico y por afuera del elemento componente (401) geométrico. El aglutinante (402) líquido se evapora al espacio que lo rodea. Las corrientes (400, 401) toman en este caso el aglutinante y lo dirigen, de conformidad con la invención, hacia fuera del apilamiento (602).

40 Este efecto de secado se puede aumentar más si se conduce aire calentado a través del apilamiento (602).

45 Los ensayos con sobrepresión para impulsar la corriente muestran que este procedimiento es menos adecuado para una ventilación forzada del apilamiento. Precisamente en el caso de ajustes sensibles de la presión, se forman canales (similares a 302) que, debido a la sobrepresión, conducen a que, en el extremo libre, salga volando el material de partículas. De esta manera, se reduce la resistencia de la corriente y el efecto aumenta por sí solo. Para el procedimiento de conformidad con la invención, se prefiere la depresión.

50 Puesto que, también utilizando la depresión, en la corriente de aire (400, 401) también se pueden arrastrar partículas del apilamiento (602), un sistema de retención (501) debe separar la corriente por afuera y por adentro del apilamiento (602). El sistema de retención también se puede realizar, de conformidad con la invención, como tela metálica. El ancho de malla se debe ajustar a los diámetros de las partículas en el polvo (303).

55 Este sistema de retención también se puede emplear para el uso de sobrepresión. En este caso, el sistema de retención (501) debe estar diseñado de tal manera que la formación de canales arriba descrita se evite de forma segura.

60 Normalmente, las partículas más pequeñas se pueden escapar a través del sistema de retención (501). Sin embargo, el material de partículas (500) forma, frente al sistema de retención (501), un sistema de filtrado que captura partículas más pequeñas. Los materiales porosos en general son igualmente apropiados como sistema de retención (501). Estos pueden ser, p. ej., tejidos textiles. Las fibras afieltradas también son apropiadas. En el test de prueba, los cuerpos sinterizados o estructuras similares que están formados por partículas también muestran buenas propiedades.

65 También se pueden utilizar cuerpos moldeados fabricados con el procedimiento de impresión en 3D u otro procedimiento de manufactura por adición a base de partículas. En este caso, es sorprendentemente apropiado el material de partículas en sí como material de construcción que después se ha de retener.

La ventilación forzada, es decir, corriente de aire controlada, se puede realizar desde distintos lugares. Por un lado, esto es posible desde afuera. Por otro lado, también puede tener lugar, sin embargo, una ventilación interna.

5 Una vía de conformidad con la invención es llevar a cabo la ventilación por encima del suelo del contenedor de construcción, esto es, la plataforma de construcción (103). Para ello, se coloca en el suelo un sistema de retención (501). En el lado inferior de la plataforma de construcción (103) se proporciona una tubuladura. Puesto que por lo general la plataforma de construcción se puede mover, la tubuladura se une con un tubo flexible con una fuente de depresión.

10 La fuente de depresión puede ser, por ejemplo, un aspirador. En este caso, en el tubo flexible se debe colocar un sistema de aire falso. Para ello, la diferencia de presión se puede regular de manera precisa por medio del apilamiento (602). Parámetros determinantes en este caso son el material de partículas y la altura del apilamiento.

15 También es posible seleccionar otro sistema de aspiración. En este caso, se puede utilizar todo ventilador eléctrico o sistema de aspiración neumática. Sólo se requieren presiones moderadas.

Además, el apilamiento (602) se puede ventilar de manera forzada a través de las paredes (601) del contenedor de construcción. En este caso, el sistema de retención debe estar diseñado tan liso que la plataforma de construcción (103) se deslice por lo general a través de esta superficie con su junta. Para esto se pueden usar, por ejemplo, placas de metal sinterizado pulidas.

20 Con el fin de ventilar el apilamiento a través de la superficie de cubierta, tras el proceso de construcción se debe poner un "dispositivo de contacto" sobre el apilamiento (602). Éste contiene de nuevo un sistema de retención (501) y una tubuladura de conexión. Para la entrada de aire, la plataforma de construcción (102) se debe realizar de manera que sea permeable al aire.

25 La ventilación se puede realizar, además, a través de cuerpos de ventilación (700) generados en el proceso de construcción. Aquí son particularmente preferidos los cuerpos cilíndricos con orificios. Estos se dejan en el contenedor de construcción tras el proceso de construcción. El orificio se succiona con un aspirador. A continuación, se coloca un tubo por medio de una tubuladura definida anteriormente que está unido con el sistema de aspiración, por ejemplo, con un tubo flexible. En este caso, en el interior del apilamiento (602) se genera una corriente (701) radial. Preferiblemente, de conformidad con la invención, los canales de entrada de aire también se podrían crear durante el proceso de construcción. Esta variante del procedimiento es particularmente apropiada para evacuar y secar áreas de manera específica.

30 Este procedimiento es asimismo apropiado para usarse en sistemas existentes. Como ampliación, solamente son necesarios el contacto y la instalación de depresión. No se requiere una modificación de la estructura.

40 El planteamiento de base también se puede transferir a otra realización de la invención.

De conformidad con la invención, la ventilación forzada del apilamiento (602) se puede realizar a través del suelo del contenedor de construcción. Sin embargo, en el caso de la variante descrita arriba, la conexión al sistema de depresión se realiza a través de la plataforma de construcción. En el caso de las máquinas existentes, esto significa un cierto coste de reconstrucción.

45 Sin embargo, la plataforma de construcción (102) con sistema de retención (803) se puede unir con el sistema de depresión, tal como se describió arriba, a través del polvo. Para ello, con un tubo de succión, se aspira un canal a través del apilamiento existente tras el proceso de construcción (la órbita del polvo (801) representa un estado intermedio). Una guía exacta de este tubo posibilita un contacto seguro de la zona de contacto (802) con el tubo de succión. Ahora, el polvo se puede aspirar de manera forzada por medio del tubo de succión.

50 En el interior de la plataforma de construcción, se garantiza una depresión uniforme en el polvo por medio de una geometría de distribución de aire (900). La construcción técnica se puede realizar en construcción sándwich. Los sistemas de retención (501) están insertados en la capa inclinada hacia el apilamiento.

55 Otra característica de la invención se refiere al control. Los ensayos muestran que, como consecuencia de la ventilación forzada, se producen adherencias incrementadas en un lado de los elementos componentes (103). Éstas están en la dirección de la corriente. Esta propiedad no es deseable y molesta en términos técnicos, por eso la ventilación forzada se cambia en su dirección. Para ello, se succiona, por ejemplo, de manera ininterrumpida respectivamente desde arriba (1000) o desde abajo (1001) a través del apilamiento. Por ejemplo, los ciclos de succión podrían durar respectivamente 5 minutos.

60 Listado de símbolos de referencia
65 100 cabezal de impresión
101 recubrimiento

ES 2 739 128 T3

| | | |
|----|------|--|
| | 102 | plataforma de construcción |
| | 103 | elemento componente |
| | 104 | contenedor de construcción |
| | 105 | recorrido del cabezal de impresión |
| 5 | 106 | recorrido del recubrimiento |
| | 107 | capas de polvo |
| | 108 | dirección del movimiento de la plataforma de construcción |
| | 109 | gotas dosificadas |
| | 110 | rodillo del polvo |
| 10 | 111 | límite de campo de construcción |
| | 112 | hendidura del recubrimiento |
| | 113 | reserva del recubrimiento |
| | 200 | foco IR |
| | 300 | material que se desea evaporar con capa abierta |
| 15 | 301 | material que se desea evaporar en el polvo |
| | 302 | posible canal del vapor |
| | 303 | partícula no fijada |
| | 304 | partícula fijada |
| | 305 | límite geométrico del elemento componente |
| 20 | 400 | dirección de la corriente de la ventilación forzada a través del elemento componente geométrico |
| | 401 | dirección de la corriente de la ventilación forzada por afuera del elemento componente geométrico |
| | 402 | aglutinante líquido |
| | 500 | acumulación de partículas |
| | 501 | sistema de retención (malla, cuerpo poroso) |
| 25 | 600 | corriente de aire controlada (ventilación forzada) a través de la superficie de cubierta del apilamiento |
| | 601 | ventilación forzada por una pared lateral |
| | 602 | apilamiento |
| | 603 | ventilación forzada por la plataforma de construcción |
| 30 | 700 | cuerpo de ventilación succionado e impreso |
| | 701 | corriente en el polvo |
| | 800 | tubo de succión |
| | 801 | órbita del polvo |
| | 802 | punto de contacto con respecto a la plataforma de construcción |
| 35 | 803 | sistema de retención en la plataforma de construcción |
| | 900 | geometría de distribución de aire |
| | 901 | guía de tubo |
| | 902 | conexión del contenedor de construcción |
| | 1000 | corriente de aire controlada (corriente) desde arriba a través de la torta de polvo |
| 40 | 1001 | corriente de aire controlada (corriente) desde abajo a través de la torta de polvo |

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para fabricar moldes tridimensionales mediante la tecnología de construcción por capas, en donde material de construcción en forma de partículas se aplica en una capa sobre un campo de construcción y, a continuación, un líquido aglutinante se aplica de manera selectiva sobre el material de construcción, se procede por capas y se repiten estos pasos hasta que se haya creado el molde deseado, en donde, tras la aplicación de las capas, una corriente de aire controlada se dirige a través del material de construcción aplicado y se cambia la dirección de la corriente de aire controlada durante el procedimiento.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1 **caracterizado por que** la corriente de aire controlada atraviesa discontinua o continuamente el material de construcción aplicado sobre el campo de construcción, preferiblemente, atraviesa el material de construcción aplicado sobre el campo de construcción de manera controlada en el tiempo, preferiblemente **caracterizado por que** la corriente de aire controlada atraviesa el material de construcción aplicado sobre el campo de construcción fundamentalmente en todo su volumen, preferiblemente, atraviesa el material de construcción en áreas seleccionadas y, más preferiblemente, atraviesa el material de construcción por el área de las capas de material de construcción superiores, preferiblemente **caracterizado por que** la corriente de aire controlada se calienta antes de entrar en el material de construcción, preferiblemente **caracterizado por que** la corriente de aire controlada se crea mediante sobrepresión o mediante depresión.
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** en el material de construcción se proporcionan entradas de aire.
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** la corriente de aire controlada atraviesa el material de construcción en la dirección de la fuerza de gravedad, en el sentido opuesto a la dirección de la fuerza de gravedad o/y en un ángulo determinado con respecto a la dirección de la fuerza de gravedad.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el punto de ebullición del líquido aglutinante se sitúa por debajo o por arriba del punto de ebullición del agua destilada.

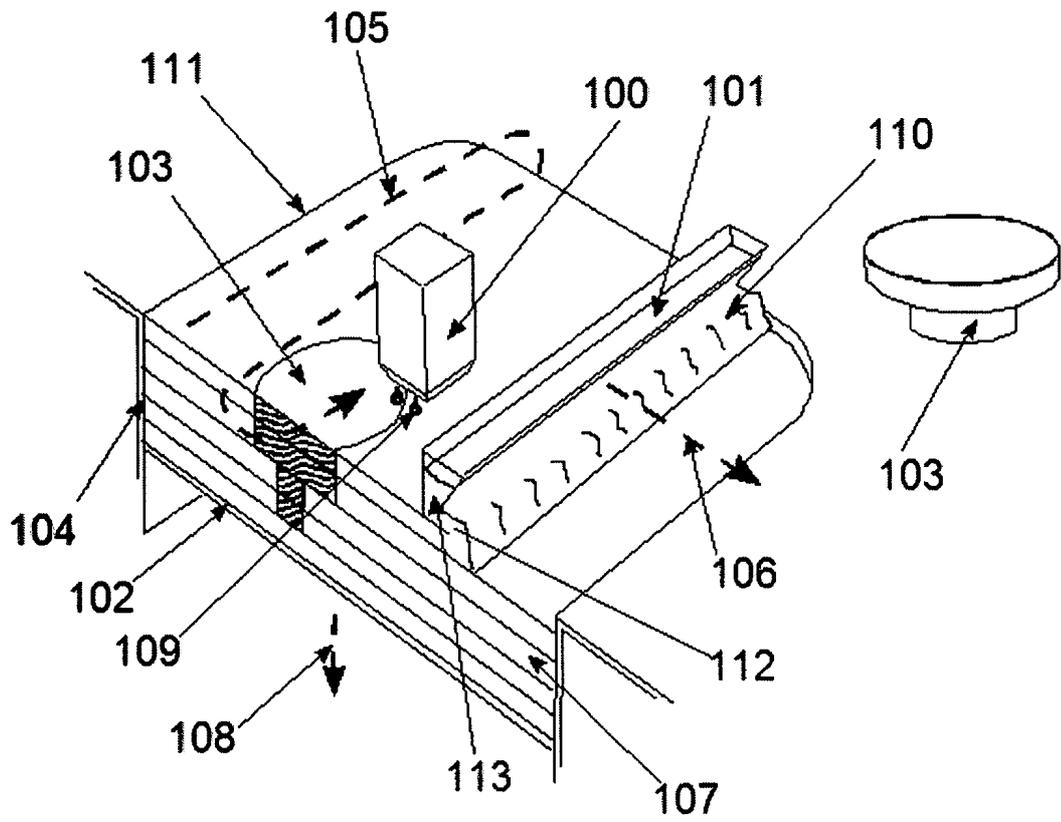


Figura 1

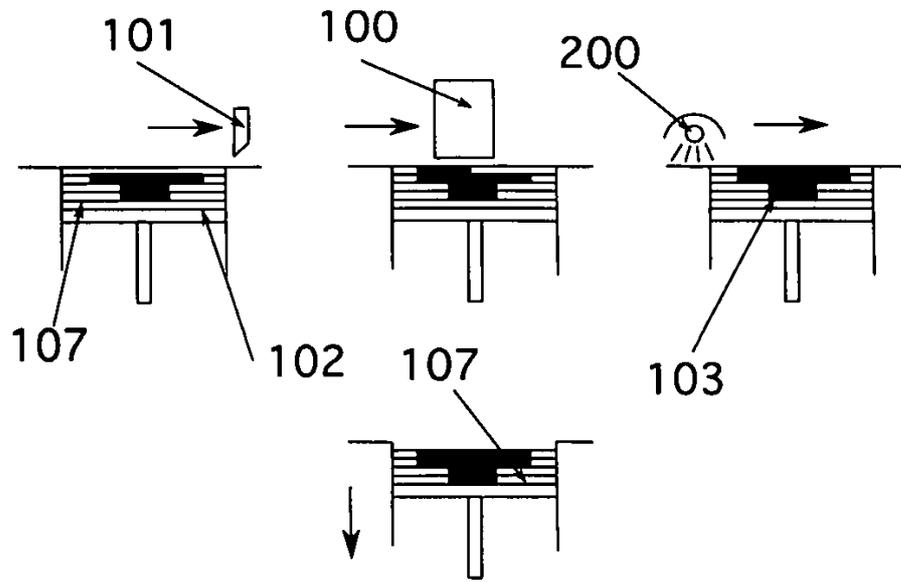


Figura 2

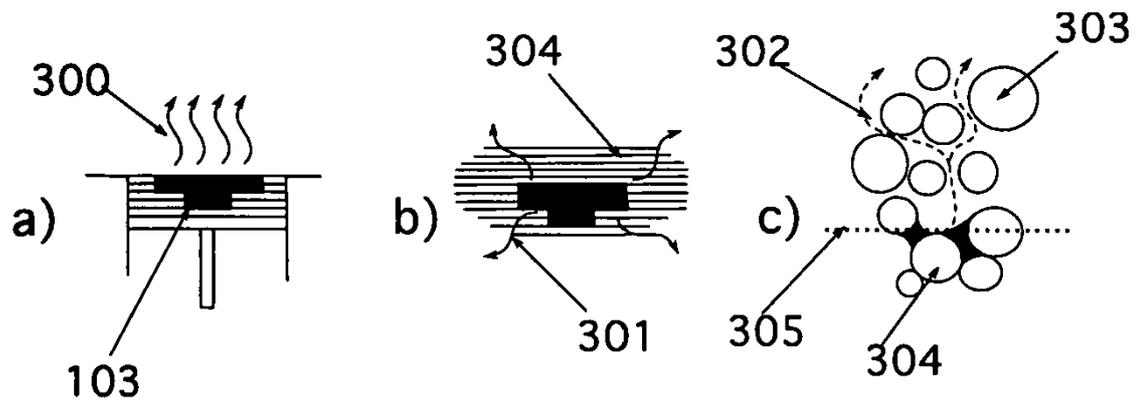


Figura 3

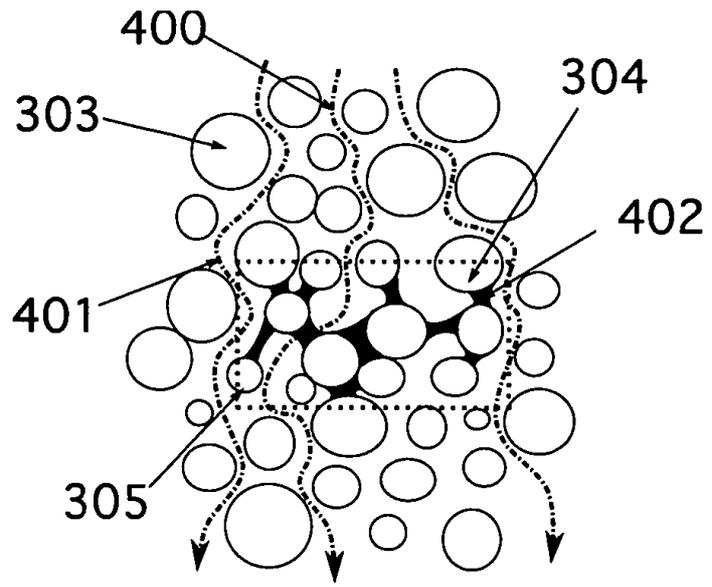


Figura 4

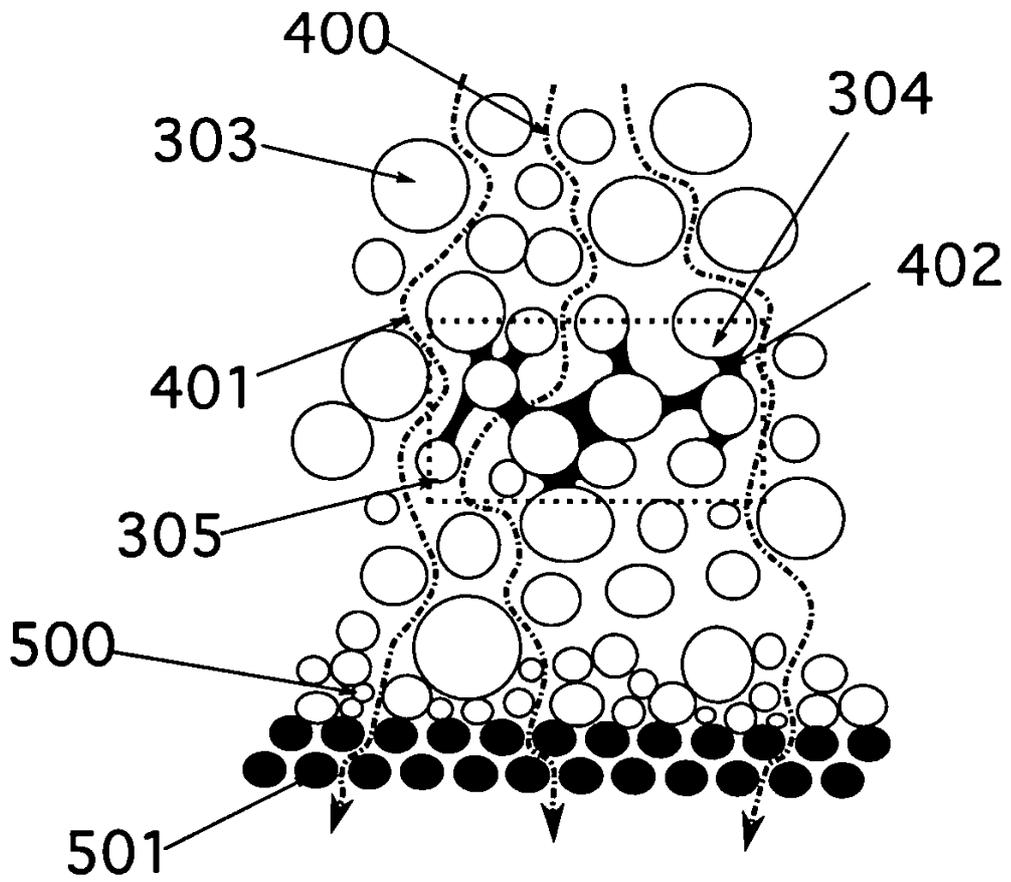


Figura 5

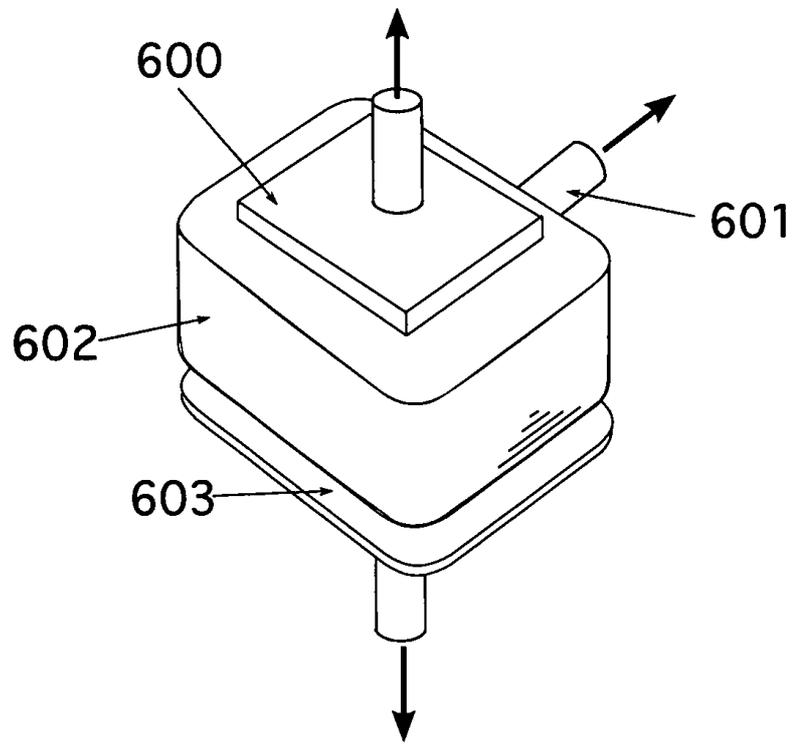


Figura 6

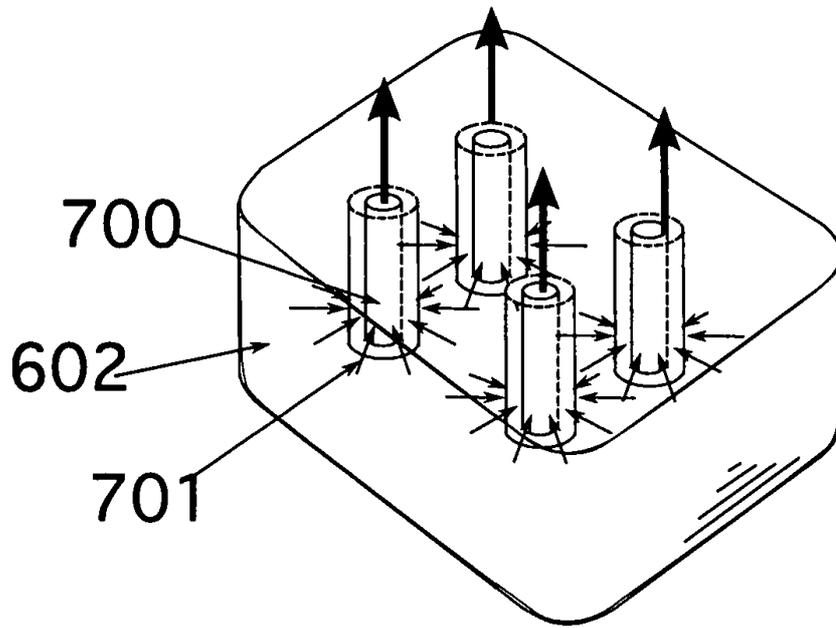


Figura 7

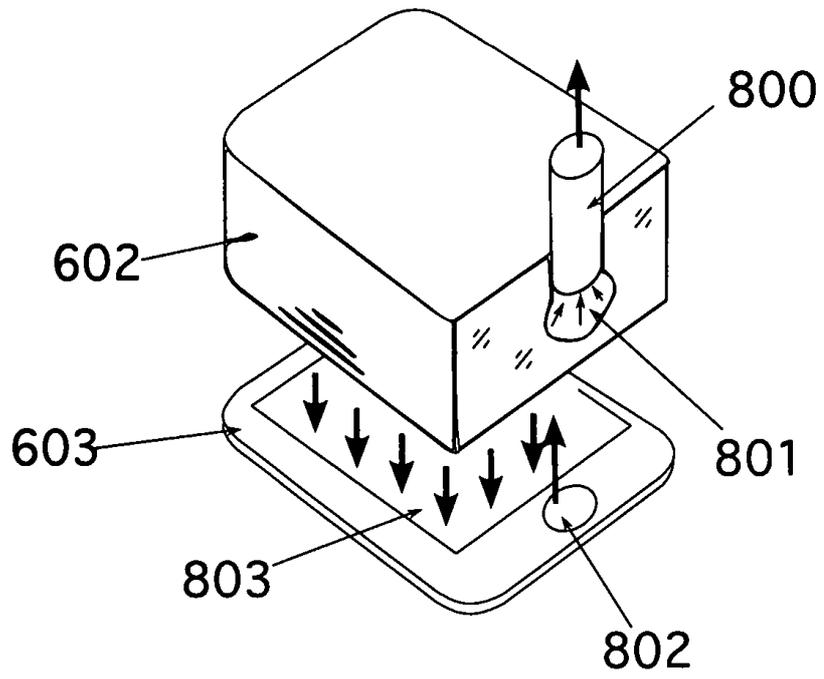


Figura 8

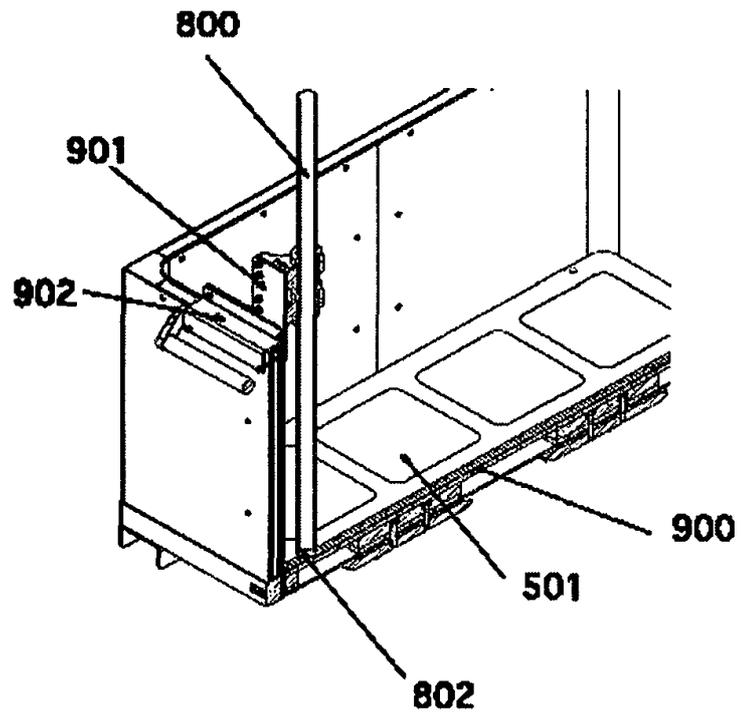


Figura 9

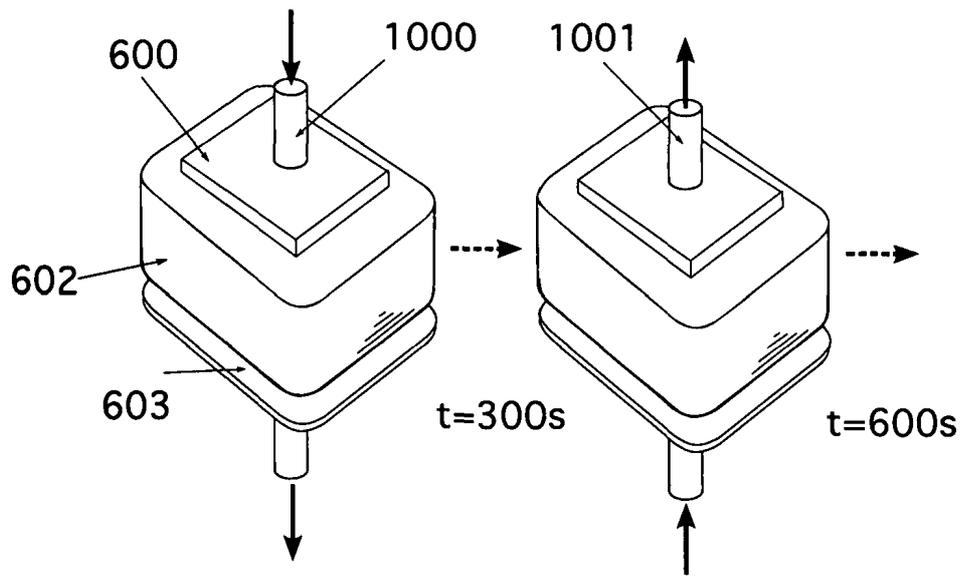


Figura 10