

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 657**

51 Int. Cl.:

B29C 64/218 (2007.01)

B29C 64/153 (2007.01)

B29C 64/357 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2015 PCT/NL2015/050292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15167335**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2015 E 15728199 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3137284**

54 Título: **Línea de producción para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas**

30 Prioridad:

30.04.2014 EP 14166552

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

14.07.2020

73 Titular/es:

**NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR
TOEGEPAST- NATUURWETENSCHAPPELIJK
ONDERZOEK TNO (100.0%)
Anna van Buerenplein 1
2595 DA 's-Gravenhage, NL**

72 Inventor/es:

**HOUBEN, RENÉ JOS;
RIJFERS, ANDRIES y
BROUWERS, LEONARDUS ANTONIUS MARIA**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 773 657 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

Línea de producción para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas

5 La descripción se refiere a un método para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas. Más en particular, la presente invención se refiere a dicho método que comprende la etapa de crear una capa de material de construcción con un grosor uniforme alternativamente en una primera plataforma de construcción y una segunda plataforma de construcción en donde dicha capa se crea depositando material de construcción y retirando un exceso de dicho material para obtener el grosor uniforme y la etapa de solidificar al menos una parte de la capa de material de construcción.

10 La invención se refiere además a una línea de producción para la fabricación en capas de productos tangibles, de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta.

15 Estado de la técnica

La fabricación en capas es un método de fabricación en donde los productos tangibles tridimensionales se fabrican mediante la adición sucesiva de capas una encima de la otra, cuyas capas corresponden a las secciones transversales en diferentes niveles del producto tangible. Pueden fabricarse productos en capas proporcionando una capa uniforme de líquido o polvo, cuyo líquido o polvo se solidifica en un patrón bidimensional predefinido que corresponde a la sección transversal del producto a fabricar. Se retira después el material restante, no solidificado. Las capas también pueden depositarse directamente en el patrón bidimensional requerido, por ejemplo mediante impresión. En tal método, el patrón ya está determinado durante la deposición del material, no por la solidificación. El material puede ser una tinta o polvo, cuya tinta o polvo se cura, se sinteriza, o de cualquier otra manera se solidifica para obtener un producto coherente.

20 En un método conocido para la fabricación en capas de un producto tangible tridimensional, se usa un polvo como un material de partida, cuyo polvo se solidifica por ejemplo mediante sinterización. Tal método se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos US2009/0291308. De acuerdo con este método conocido, se proporciona una capa delgada de polvo a un área que se delimita por una pared vertical y, en el lado inferior, por una plataforma de construcción. La capa se solidifica mediante sinterización en una capa sólida coherente con una forma predefinida, que es una sección transversal del producto. Subsecuentemente, la plataforma que soporta la capa solidificada se mueve hacia abajo y se aplica una nueva capa de polvo. Las etapas se repiten hasta que se termina el producto. Subsecuentemente, la parte del polvo que no se solidifica y el producto terminado se retiran antes de fabricar otro producto.

25 En un método conocido para la fabricación en capas de un producto tangible tridimensional, se usa un polvo como un material de partida, cuyo polvo se solidifica por ejemplo mediante sinterización. Tal método se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos US2009/0291308. De acuerdo con este método conocido, se proporciona una capa delgada de polvo a un área que se delimita por una pared vertical y, en el lado inferior, por una plataforma de construcción. La capa se solidifica mediante sinterización en una capa sólida coherente con una forma predefinida, que es una sección transversal del producto. Subsecuentemente, la plataforma que soporta la capa solidificada se mueve hacia abajo y se aplica una nueva capa de polvo. Las etapas se repiten hasta que se termina el producto. Subsecuentemente, la parte del polvo que no se solidifica y el producto terminado se retiran antes de fabricar otro producto.

30 El sistema mencionado anteriormente tiene una plataforma que es móvil en la dirección vertical. Tal sistema es particularmente adecuado para fabricar productos a partir de un tipo de material. Es posible fabricar varios productos que tienen diferentes formas en tal plataforma, simultáneamente. Un ejemplo de tal método se describe en la solicitud de patente internacional WO2004/014637. Este método conocido se limita a los productos fabricados a partir de un tipo de material. También los sistemas a base de polvo pueden ser adecuados para fabricar productos en los que las capas individuales se fabrican a partir de diferentes materiales. Tal sistema se describe por ejemplo en la solicitud de patente de Estados Unidos US2002/0145213.

35 La solicitud de patente europea EP 2289652 describe un aparato que permite fabricar diferentes productos casi simultáneamente. Este aparato conocido comprende diferentes plataformas de construcción, que proporcionan más flexibilidad que los sistemas con solamente una plataforma de construcción. El polvo que se usa para crear una capa de los productos en diferentes plataformas de construcción es depositado por un cabezal de deposición en un lote sobre una superficie cerca de las plataformas de construcción. Después de ser depositado, el material se desplaza hacia las plataformas de construcción que están posicionadas de tal manera que el exceso de polvo de una plataforma de construcción se desplaza hacia una plataforma vecina hasta que al final de la serie de plataformas el exceso se deposita en un contenedor. Las plataformas, más en particular los canales que comprenden las plataformas, se colocan directamente uno contra el otro para evitar que el polvo se caiga cuando el exceso de material de construcción de una primera plataforma se desplaza hacia una segunda plataforma vecina. Una desventaja de este método y aparato es que el polvo que se necesita para crear una capa en las diferentes plataformas debe depositarse una vez. En particular, cuando el número de plataformas es alto, o cuando las plataformas son grandes, esto requiere que se deba desplazar una gran cantidad de polvo. Otra desventaja es que todas las plataformas reciben el mismo polvo. Los documentos US 2014/065194 A1 y US 2009/020919 A1, ambos también describen conjuntos de equipos de impresión tridimensional.

Resumen de la invención

60 Es un objetivo de la presente invención superar los problemas mencionados anteriormente y otros problemas de la técnica anterior y proporcionar una línea de producción para la fabricación rápida y flexible de productos tangibles.

Una ventaja si el material de construcción se deposita en la primera plataforma de construcción y la segunda plataforma de construcción individualmente es que la cantidad de material de construcción que se deposita en cada plataforma de construcción puede adaptarse mejor a la cantidad de material necesario para crear una capa con un grosor uniforme en cada plataforma. Un efecto es que no es necesario depositar en la primera plataforma de construcción tanto el material

que se necesita para crear la capa en esta plataforma como el material que se necesita para crear una capa en la segunda plataforma. Además, el exceso de material depositado en la primera plataforma será menor que en una línea de producción donde la cantidad total de material necesaria para ambas plataformas se deposita primero en la primera plataforma y luego se desplaza parcialmente hacia la segunda plataforma. En consecuencia, el proceso de producción será más rápido. Mediante la deposición individual de material en las plataformas, a cada una de estas plataformas se le proporciona el material directamente desde un cabezal de deposición, es decir, un dispositivo que proporciona el material, y no a través de otra plataforma. Cuando se hace referencia al depósito de material en una plataforma de construcción, esto incluye depositar material sobre el material o producto depositado anteriormente de modo que la plataforma esté soportando el material depositado.

En una modalidad del método, la capa depositada de material de construcción se nivela retirando el exceso del material. Una ventaja de combinar la eliminación del exceso de material y nivelar la capa en una etapa del proceso es que la capa de material de construcción con el grosor uniforme adecuado se forma durante la etapa de retirar el exceso de material. Un efecto es que una capa de material a solidificar que tiene el grosor adecuado se crea de manera rápida sin etapas adicionales y sin equipo adicional. Otro efecto es que los procesos de eliminación y nivelación pueden adaptarse mejor entre sí. Estos efectos dan como resultado una fabricación más rápida y flexible de los productos.

Se pueden usar varios materiales para fabricar productos tangibles por deposición en capas. El material depositado puede ser, por ejemplo, un material altamente viscoso, por ejemplo, una suspensión. En una modalidad del método, el material de construcción es un polvo. Una ventaja de usar un polvo es que un polvo puede depositarse de manera controlada en una plataforma de construcción. Existen muchos métodos y aparatos conocidos por los cuales se puede depositar y distribuir una cantidad predefinida de polvo en una plataforma. Otra ventaja de usar un polvo es que un polvo puede tener una larga vida útil que permite almacenar el material durante un largo período de tiempo, ya sea en un almacén o en el equipo de deposición. Otra ventaja de los polvos es que se puede evitar el uso de disolventes peligrosos, que de lo contrario dichos disolventes deberían agotarse.

En una modalidad adicional del método, la eliminación del exceso de material en una plataforma de construcción comienza mientras el material se deposita en la misma plataforma de construcción. Una ventaja de iniciar la eliminación incluso antes de que todo el material de construcción se deposite en una plataforma es que la cantidad de material en la plataforma de construcción se puede minimizar. Un efecto es que solo se necesita transportar una cantidad mínima de material y que se minimiza la pérdida no deseada de material debido al movimiento de la plataforma de construcción, incluyendo las posibles vibraciones y se minimiza la posible turbulencia del aire circundante.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una línea de producción para la fabricación aditiva de productos tangibles, cuya línea de producción supera los problemas mencionados anteriormente y otros problemas de la técnica anterior y dicha línea de producción permite la fabricación rápida y flexible de productos, incluyendo los productos mutuamente diferentes.

Este objetivo de la invención se obtiene mediante una línea de producción de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta.

Una ventaja de una línea de producción que comprende un cabezal de deposición que es adecuado para depositar material de construcción en la primera plataforma de construcción y la segunda plataforma de construcción individualmente es que la cantidad de material puede adaptarse a la cantidad necesaria para la capa uniforme en la plataforma específica como se describió anteriormente. Una ventaja de un transportador para transportar las plataformas de construcción hacia y desde el cabezal de deposición repetidamente es que las capas posteriores se pueden depositar de manera eficiente y que, en principio, solo se necesita un cabezal de deposición para fabricar los productos en las diferentes plataformas mientras todavía cada producto puede conformarse individualmente. Esto da como resultado una línea de producción eficiente y flexible. Más en particular, esto permite la fabricación de productos que tengan una forma diferente simultáneamente.

En una modalidad preferida de la línea de producción, cada una de las plataformas de construcción está encerrada en un canal para guardar el material de construcción. Una ventaja de una etapa para mantener el material de construcción es que el material puede mantenerse en las plataformas sin caerse, en particular durante el movimiento de las plataformas. Una ventaja adicional es que la superficie del material depositado se puede nivelar fácilmente para obtener un grosor uniforme en toda el área de la plataforma de construcción. Estas ventajas de esta modalidad permiten el movimiento rápido de las plataformas de construcción y un uso eficiente de toda el área de las plataformas de construcción para la fabricación de productos.

Otra modalidad de la línea de producción comprende medios de ajuste de altura para mover las plataformas de construcción en relación con las paredes laterales del canal en una dirección paralela a la dirección de construcción. Una ventaja de mover una plataforma de construcción en relación con sus paredes laterales es que la altura de la plataforma de construcción se puede adaptar a la altura del producto, es decir, la altura de la parte solidificada del material de construcción. Esto permite que la distancia entre la superficie de una capa solidificada más reciente y el borde de las paredes laterales corresponda al grosor de la siguiente capa de material que se solidifica. Dicha geometría permite una fácil eliminación del exceso de material depositado y una nivelación fácil para obtener una capa con un grosor uniforme y predefinido.

5 El removedor de material comprende un rodillo giratorio para retirar material de la plataforma de construcción. Una ventaja de un rodillo para la eliminación de material es que la cantidad de material que se acumula delante del removedor de material durante el uso se reducirá en comparación con la situación en la que se usa un limpiador rígido porque al menos una parte del exceso del material se retirará de la parte delantera del rodillo a un lugar más remoto. Un efecto es que las fuerzas laterales sobre el material depositado, el material ya solidificado y la plataforma de construcción pueden minimizarse. En consecuencia, la eliminación del material conduce a una alteración mecánica mínima o nula del proceso.

10 El transportador de plataformas de la línea de producción puede ser un transportador sin fin. Una ventaja de un transportador sin fin es que las plataformas pueden moverse o pueden moverse a lo largo del cabezal de deposición y otros posibles equipos de procesamiento repetidamente sin invertir la dirección del movimiento de las plataformas. Un efecto es que las plataformas pueden acercarse al cabezal de deposición y a otros equipos desde la misma dirección para cada capa posterior que se deposita y solidifica. Esto es particularmente ventajoso en el caso de que ciertos parámetros del proceso, tales como la dirección de rotación de un rodillo, necesiten adaptarse a la dirección del movimiento de la plataforma de construcción en relación con dicho equipo.

15 En una modalidad adicional de la línea de producción, las plataformas de construcción son móviles a lo largo del transportador de plataformas individualmente. Una ventaja de las plataformas de construcción que pueden moverse a lo largo del transportador individualmente es que la velocidad de las plataformas de la línea de producción no necesita ser la misma en cada momento para todas las plataformas. Un efecto es que la velocidad de, por ejemplo, la primera plataforma de construcción puede adaptarse a un proceso específico sin la necesidad de que también la velocidad de la segunda plataforma de construcción deba adaptarse a la velocidad de la primera plataforma. En consecuencia, todo el proceso de fabricación es más flexible y puede ser más rápido que en una línea de producción donde todas las plataformas se mueven con la misma velocidad.

20 Se apreciará que uno o más elementos de una modalidad pueden combinarse o reemplazarse por un elemento de otra modalidad.

Breve descripción de las Figuras

30 La Figura 1 es una ilustración esquemática del método para fabricar productos tangibles;

La Figura 2 muestra esquemáticamente una línea de producción para fabricar productos tangibles;

35 La Figura 3 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal del portador que comprende una plataforma de construcción que está encerrada por un canal;

La Figura 4 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de un removedor de material que comprende un rodillo giratorio;

40 La Figura 5 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de un removedor de material que comprende una cinta transportadora para transportar material desde la plataforma de construcción;

La Figura 6 muestra esquemáticamente una vista superior de un removedor de material que comprende un rodillo cónico;

45 La Figura 7 muestra esquemáticamente una línea de producción que comprende un transportador sin fin de la plataforma;

La Figura 8 muestra una modalidad en la vista superior (A) y la vista lateral (B) en donde un contenedor está en una posición fija con respecto a los removedores;

50 La Figura 9 muestra una modalidad alternativa.

Descripción detallada de la invención

55 El método para fabricar productos tangibles mediante la fabricación de capas se describirá con referencia a la figura 1. En una primera etapa del método, se crea una capa de grosor uniforme. Este grosor de esta capa uniforme puede definirse de diferentes maneras. Por ejemplo, el grosor de la capa se puede definir depositando (4) y retirando (5) una cantidad bien definida de material de construcción en una plataforma que tiene un área bien conocida. Sin embargo, definir el grosor mediante dicho método es difícil y sensible a los efectos perturbadores. Por lo general, el grosor de la capa estará definido por un movimiento de la plataforma de construcción controlado por computadora o controlado de otra manera, como se describirá más adelante. En una segunda etapa (7) al menos una parte de la capa se solidificará. La palabra solidificación se usa aquí en el sentido de fabricar una estructura coherente que comprende el material de construcción depositado. Entonces, dicha solidificación puede estar transfiriendo un líquido a un sólido, pero también puede estar formando una estructura coherente a partir de pequeñas partículas sólidas, es decir, un polvo. La energía que puede necesitarse para la solidificación, ya sea por evaporación de un solvente, curado de una resina curable o fusión de partículas sólidas o la cubierta de partículas sólidas, puede proporcionarse de varias maneras, dependiendo del material que se solidifica. La fuente de energía puede proporcionar radiación electromagnética, tal como infrarroja y ultravioleta.

El equipo para proporcionar energía puede comprender, por ejemplo, una lámpara, un láser, o uno o más diodos emisores de luz. La fuente de energía puede ser incluso un horno u otro equipo de calentamiento convencional, por ejemplo, cables calefactores. Sin embargo, se prefiere usar una fuente de energía que permita la solidificación selectiva, ya sea usando una máscara o escaneando un haz de radiación electromagnética. La solidificación también se puede obtener depositando un aglutinante en la capa de polvo. El aglutinante puede ser un fluido que es parcialmente absorbido por el polvo y dicho aglutinante se cura o se seca posteriormente para obtener una estructura coherente de material de construcción y aglutinante. Para obtener un patrón que corresponde a una sección transversal del producto, el aglutinante se deposita en un patrón, por ejemplo mediante impresión por chorro de tinta, o el aglutinante se cura en el patrón, por ejemplo, utilizando una fuente de energía como se mencionó anteriormente. El aglutinante y el material de construcción también pueden depositarse como un polvo mixto. Después de la deposición de este polvo mezclado en una plataforma de construcción, el polvo aglutinante primero se funde en un patrón mediante calentamiento local, por ejemplo, con láser. Posteriormente, la capa se enfría para formar una estructura coherente. El enfriamiento puede lograrse mediante un aparato de enfriamiento o la capa puede enfriarse transfiriendo calor al aire circundante.

En la primera etapa del método, se deposita una cantidad de material de construcción en una plataforma de construcción. Un material de construcción es un material que puede solidificarse para realizar un producto tangible. La cantidad de material que se deposita en general será mayor que la cantidad necesaria para crear una capa uniforme que tiene un grosor predefinido, por ejemplo, para evitar que en algún lugar haya un déficit en una capa del producto debido a una distribución desigual del material depositado o debido a un defecto en una capa depositada anteriormente. El exceso de material se retira preferiblemente antes de la solidificación. Eliminar el exceso antes de la solidificación puede ser más fácil que retirar el material solidificado. Además, no retirar el exceso antes de la solidificación puede dar como resultado una calidad variable y desigual de las diferentes capas de un producto, por ejemplo, provocada por una solidificación que no fue perfecta.

Después que el material de construcción se ha depositado (4) en la primera plataforma de construcción para crear una capa para un primer producto, el material se deposita (5) en la segunda plataforma de construcción para hacer un segundo producto tangible. Para hacer un producto tangible, generalmente se requieren múltiples capas y la deposición alternativa de solo una capa en la primera plataforma de construcción y una capa en la segunda plataforma de construcción no será suficiente. En la práctica, se depositarán varias capas alternativamente en la primera y la segunda plataforma. La deposición del material en la segunda plataforma puede tener lugar simultáneamente en el tiempo con la eliminación (6) de un exceso de material de la primera plataforma de construcción, o simultáneamente en el tiempo con la solidificación (8) del material en la primera plataforma. Esto significa que en la Figura 1, donde el eje de tiempo (10) está en dirección descendente, los dos cuadrados punteados que representan la fabricación de un primer (2) y un segundo (3) producto pueden desplazarse entre sí a lo largo del eje de tiempo.

En una modalidad preferida del método, la capa se nivela antes de la solidificación. En caso de que el material de construcción se deposite de manera desigual, por ejemplo, porque el material se depositó solo en una posición de una plataforma de construcción, se puede obtener un cierto grado de nivelación haciendo vibrar la plataforma de construcción. Sin embargo, es difícil depositar la cantidad adecuada de material y, además, dicho método daría como resultado una acumulación de posibles imperfecciones en las capas y, en consecuencia, puede ser necesario retirar el exceso de material después de la solidificación. Eliminar el exceso antes de la solidificación es ventajoso para una adecuada solidificación de la capa porque el dispositivo de solidificación puede estar configurado para solidificar una cantidad bien definida de material de construcción. Si el dispositivo es una fuente de energía, esta fuente puede configurarse para proporcionar una cantidad de energía que se ajusta al grosor de la capa a solidificar para una solidificación y adhesión eficientes a una capa depositada anteriormente. Si el dispositivo de solidificación es un dispositivo para proporcionar un aglutinante, entonces la cantidad de aglutinante puede adaptarse al grosor de la capa que tiene que solidificarse. Aunque es posible retirar (6,7) una cantidad bien definida de material a solidificar antes de la nivelación, se prefiere nivelar la capa retirando el exceso de material. Esto significa que la retirada y la nivelación tienen lugar en el mismo proceso que se analizará con más detalle a continuación con referencia a la línea de producción.

El método puede aplicarse para diferentes tipos de materiales, siempre que una cierta cantidad de material pueda depositarse en una plataforma y solidificarse como se describió anteriormente. El método y la línea de producción son particularmente adecuados para fabricar productos tangibles a partir del material de construcción que se proporciona en forma de polvo.

Ciertas etapas en la fabricación de los productos se pueden realizar simultáneamente para lograr una mayor velocidad de fabricación. El material de construcción puede, por ejemplo, depositarse (5) en la segunda plataforma o solidificarse (9) mientras que al mismo tiempo se retira un exceso de material de construcción (6) de la primera plataforma. También la solidificación (8) de una capa en la primera plataforma puede tener lugar al mismo tiempo que se retira un exceso de material (7) de la segunda plataforma o al mismo tiempo que el material se deposita (5) en la segunda plataforma. En caso de que se aplique una línea de producción que comprenda más de dos plataformas de construcción, incluso los tres procesos de depósito, eliminación y solidificación pueden tener lugar al mismo tiempo en diferentes plataformas. En lugar de realizar una sola etapa de procesamiento en una sola plataforma, también es posible realizar dos o más etapas en una plataforma simultáneamente al menos una parte del tiempo. Por ejemplo, es posible depositar material de construcción en una parte del área de una plataforma de construcción, mientras que en otra parte de la misma plataforma de

construcción se retira un exceso de material depositado anteriormente. De manera análoga, por ejemplo, es posible solidificar una parte de la capa nivelada mientras que al mismo tiempo se nivela otra parte de la capa depositada.

5 En caso de que el equipo utilizado para depositar el material de construcción y el equipo utilizado para retirar el exceso de material se coloquen cerca uno del otro en comparación con el tamaño de una plataforma de construcción, más en particular en la dirección de movimiento de la plataforma, la eliminación del exceso de material puede comenzar mientras el material se deposita en otra posición en la misma plataforma de construcción.

10 El método para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas se puede ampliar con etapas adicionales. Dichas etapas pueden incluir herramientas mecánicas, por ejemplo fresado o pulido, y revestimiento de los productos. Una etapa adicional también puede comprender la fabricación en capas de una parte del producto mediante el uso de otro tipo de cabezal de deposición. El primer cabezal de deposición puede, por ejemplo, depositar material de construcción en forma de polvo, mientras que un segundo cabezal de deposición deposita capas por medio de chorro de tinta. También se puede depositar un material aglutinante.

15 El método puede ponerse en práctica ventajosamente por una línea de producción que se analizará aquí con más detalle con referencia a la modalidad mostrada esquemáticamente en la Figura 2. La línea de producción (10) comprende al menos dos portadores (21, 22), cada uno de los portadores comprende una plataforma (11, 12) para soportar un producto tangible. Más en particular, la plataforma también es adecuada para soportar material de construcción, por ejemplo, un polvo. Los portadores pueden transportar las plataformas de construcción a lo largo de un cabezal de deposición (13) repetidamente, dicho cabezal de deposición puede depositar material de construcción en cada una de las plataformas. El tipo de cabezal de deposición dependerá del tipo de material que deba depositarse. El principio de funcionamiento, más en particular la manera en que el material se libera del cabezal de deposición en las plataformas de construcción puede basarse, por ejemplo, en la presión, la gravedad, el campo eléctrico, la fuerza electrostática o la vibración mecánica.

20 La línea de producción puede comprender múltiples cabezales de deposición para depositar diferentes materiales, por ejemplo, diferentes materiales de construcción. Un cabezal de deposición puede comprender diferentes boquillas para depositar diferentes materiales o para depositar el mismo material de manera más uniforme sobre una superficie, más en particular una plataforma de construcción. Un cabezal de deposición puede depositar el material en un solo lugar, por ejemplo, en el medio de una plataforma de construcción. Sin embargo, se prefiere distribuir el material a lo largo de la plataforma de manera uniforme durante la deposición. Para este propósito, el cabezal de deposición puede comprender una ranura correspondiente al ancho de las plataformas de construcción o múltiples salidas de material, por ejemplo, boquillas o canales. El cabezal de deposición también puede realizar movimientos en una dirección perpendicular a la dirección del edificio, por ejemplo en una dirección perpendicular al movimiento de las plataformas. Una distribución uniforme del material y también un apilamiento más denso de un polvo pueden estar soportados por las vibraciones del cabezal de deposición.

25 La trayectoria de los portadores está determinada por un transportador (16) que permite que las plataformas de construcción se muevan hacia y desde el cabezal de deposición repetidamente. Los portadores pueden estar en una posición fija con respecto al transportador de tal manera que la velocidad de los portadores esté determinada por la velocidad del transportador. Sin embargo, los portadores no necesitan ser fijados al transportador, como se analizará más adelante. En la Figura 2, se muestran cinco portadores. Sin embargo, en la práctica, la línea de producción comprende preferiblemente más portadores para obtener una alta tasa de producción. Sin embargo, el número de portadores también puede ser solo dos.

30 La línea de producción comprende además un removedor de material (14) para retirar un exceso del material de construcción de una plataforma de construcción. El rodillo puede retirar el exceso de material. Estos medios mecánicos tienen en común que, durante el uso, la plataforma de construcción y el removedor se moverán uno con respecto al otro en una dirección que es perpendicular a la dirección de construcción. La dirección de construcción es la dirección en la que las capas posteriores se apilan una encima de la otra. Preferiblemente, las plataformas de construcción son transportadas por sus portadores a lo largo del removedor. Esto, sin embargo, no excluye que el removedor se mueva en relación con, por ejemplo, el cabezal de deposición. El exceso de material también puede retirarse por succión o por una combinación de medios mecánicos y succión.

35 La línea de producción comprende además un dispositivo de solidificación (15) para solidificar al menos una parte del material de construcción depositado. La forma de la parte solidificada de una capa corresponde a una sección transversal del producto. Por lo tanto, si el dispositivo es una fuente de energía, la energía debe proporcionarse para la mayoría de las capas de acuerdo con un patrón predefinido. Como se analizó anteriormente para el método de fabricación de productos, se pueden satisfacer varios tipos de fuentes de energía, incluyendo láseres de escaneo y lámparas en combinación con una máscara para definir el patrón. Cuando el dispositivo de solidificación es un dispositivo para proporcionar un aglutinante, el dispositivo puede adaptarse para depositar el aglutinante en un patrón o el dispositivo puede depositar material aglutinante uniformemente distribuido sobre la capa de material de construcción. En el último caso, se necesita equipo adicional para curar el aglutinante en un patrón que corresponde a una sección transversal del producto. Se puede usar un aglutinante para fabricar un producto intermedio que comprende el material de construcción, dicho producto es lo suficientemente coherente para un manejo cuidadoso pero que necesita, por

ejemplo, sinterizarse para obtener las propiedades mecánicas deseadas. La línea de producción puede comprender un horno para dicha sinterización.

Para evitar que el material de construcción caiga de la plataforma de construcción, el material debe estar confinado dentro de los bordes. En principio, es posible construir paredes con el material de construcción para mantener el material de construcción dentro de los bordes y asegurar que el área superficial de la capa que debe solidificarse en un patrón sea la misma durante todo el proceso de fabricación. Sin embargo, esto requiere que además del producto, también se tengan que fabricar las paredes. Esto no solo requiere material de construcción adicional sino que también puede requerir tiempo adicional. Por estas y otras razones, se prefiere que los portadores comprendan un canal para guardar el material de construcción. En caso de que el material de construcción sea, por ejemplo, un polvo, dicho canal puede mantener el polvo dentro de bordes fijos, es decir, las paredes laterales del canal y posiblemente un fondo, para evitar que el polvo caiga de la plataforma.

El canal puede estar en una posición fija en relación con la plataforma de construcción, es decir, la plataforma de construcción puede ser la parte inferior del canal. Después de que una cierta cantidad de material se deposita en la plataforma de construcción, y por lo tanto en el canal, el exceso de material debe retirarse y la capa puede nivelarse. En caso de que las paredes laterales del canal se extiendan por encima de la parte superior de la capa de la cual se debe solidificar una parte, será difícil retirar este exceso de material. Por estas y otras razones, se prefiere que la línea de producción comprenda medios de ajuste de altura para mover las plataformas de construcción en relación con las paredes laterales del canal en una dirección paralela a la dirección de construcción. Estos medios de ajuste de altura pueden incorporarse en el transportador, por ejemplo, en el caso de que los portadores estén en una posición fija en el transportador. Sin embargo, los medios de ajuste de altura también pueden incorporarse en los portadores. En ambos casos, la altura de una plataforma puede ajustarse, por ejemplo, mediante un electromotor y una rueda helicoidal o un motor paso a paso, un actuador piezoeléctrico, o neumáticamente. En la Figura 3, se muestra una modalidad de un portador (30), dicho portador comprende medios de ajuste de altura (32), por ejemplo, un actuador eléctrico o motor paso a paso para mover la plataforma de construcción (33). El portador comprende además una base (36) que está en una posición fija con respecto al transportador (16) o que permite que el portador se mueva a lo largo del transportador. Al comenzar el proceso de fabricación, la plataforma de construcción puede estar en una posición superior (35) justo debajo del borde superior de las paredes laterales, es decir, del borde del canal (31).

El grosor (39) de la primera capa después de la nivelación puede definirse por la distancia entre la plataforma de construcción (35) y el borde (38) del canal mediante el uso de un removedor, por ejemplo, un raspador, que está soportado por el borde. Al mover el raspador o un removedor similar, se puede quitar todo el material que se extiende por encima del borde. Durante la fabricación del producto, la plataforma se baja (34) paso a paso en relación con la base o las paredes del canal hasta que se deposita la última capa. El grosor de cada capa durante este proceso está determinado por la distancia que se baja la plataforma de construcción para crear una capa. La reducción puede realizarse mediante el uso de un motor paso a paso o un actuador que puede ser controlado por computadora para obtener capas con un grosor predefinido. Preferiblemente, todas las capas tienen el mismo grosor, pero el grosor no necesita ser el mismo. En caso de que se depositen diferentes materiales, el grosor puede adaptarse al tipo de material. La altura de la plataforma de construcción no necesita ser la misma en todos los portadores y la altura se puede ajustar individualmente para hacer diferentes productos o para hacer productos idénticos, pero dichos productos se encuentran en un momento determinado en una etapa diferente de fabricación.

La línea de producción comprende un removedor de material para retirar un exceso del material de construcción depositado de las plataformas de construcción. En la Figura 4, se muestra una modalidad de un removedor de material que comprende un rodillo (41) para retirar un exceso de material. El material de construcción (42) es depositado por una cabeza de deposición (13) en la plataforma de construcción (43). El exceso de material (47) que es recogido por el rodillo giratorio es arrastrado por succión por medio de una campana extractora (44). Durante el uso, la plataforma puede moverse en la dirección de la flecha (45) permitiendo que el material se deposite primero y luego sea nivelado por el rodillo. También se muestra en la Figura 4 una parte de una segunda plataforma de construcción vecina (46). La distancia entre dos plataformas o canales adyacentes que comprenden las plataformas puede ser mayor que el tamaño de una plataforma en esa dirección o las plataformas o canales vecinos que comprenden las plataformas pueden hacer contacto.

Otra modalidad del removedor se muestra en la Figura 5. Esta modalidad comprende una cinta transportadora (51) para transportar un exceso de material (54) lejos de la plataforma de construcción (43) hacia un contenedor (52) en la dirección de las flechas (55). Como en la modalidad mostrada en la Figura 4, el material de construcción (42) es depositado mediante un cabezal de deposición (13). La dirección del movimiento de la plataforma de construcción en relación con el removedor y el cabezal de deposición se indica con una flecha (54). Esta dirección es tal que el material se deposita por primera vez en la plataforma de construcción y luego se retira el exceso de material. La distancia entre el cabezal de deposición (13) y el removedor puede ser tan grande que el exceso de material solo se retira después que todo el material de construcción necesario para crear una capa se haya depositado en la plataforma. También se muestra una parte de una plataforma vecina (53).

El removedor puede retirar el exceso de material de la plataforma de construcción en un contenedor. El material que se deposita en un contenedor puede retirarse periódicamente, por ejemplo, para reutilizarlo en el cabezal de deposición. La posición de un contenedor depende del tipo de removedor de material y su orientación con respecto a la plataforma de

construcción. El contenedor puede tener una posición fija en relación con el removedor o el contenedor puede tener una posición fija en relación con un portador. En el último caso, el contenedor puede estar unido al portador. Tal construcción requiere una gran cantidad de contenedores en una línea de producción que comprende muchas plataformas de construcción. Una ventaja puede ser que solo el material que se deposita en la plataforma correspondiente se deposita en un contenedor. En particular, cuando diferentes productos están fabricados de diferentes materiales, dicha construcción es ventajosa en vista de la posible reutilización o reciclaje del material. Se puede colocar un contenedor además del transportador de plataformas como se muestra en la Figura 6, pero también se puede colocar debajo del transportador de plataformas de tal manera que el exceso de material caiga en el contenedor cuando una plataforma que comprende el material pasa por el contenedor y mientras tanto el removedor empuja el exceso de material fuera de la plataforma. Los contenedores también se pueden colocar en portadores especiales que se colocan entre los portadores que comprenden las plataformas de construcción. Dicha modalidad puede ilustrarse con referencia a la Figura 5. Cuando la distancia entre los portadores que comprenden las plataformas (43, 53) es lo suficientemente grande como para que el contenedor (52) se coloque entre las plataformas de construcción, dicha modalidad puede llevarse a la práctica. Un portador que comprende un contenedor puede colocarse directamente contra un canal, ya sea durante todo el procesamiento o solo cuando el material se retira de la plataforma de construcción. Un exceso de material en un canal puede ser fácilmente empujado a un contenedor cuando el canal y el contenedor están en contacto entre sí.

La Figura 6 es una vista superior de una parte de una línea de producción. Esta parte de la línea de producción comprende tres plataformas de construcción (62, 63, 64), un cabezal de deposición de material (65) y un rodillo cónico (61) que puede girar alrededor y un eje (67) para retirar el exceso de material hacia un lado desde la plataforma a un contenedor (66). El eje está inclinado en un ángulo relativo a la dirección (68) en la que se mueven las plataformas durante la fabricación de los productos. Primero, el material se deposita en una plataforma y luego se retira un exceso de material.

El transportador de plataformas de la línea de producción es preferiblemente un transportador sin fin. Además de este transportador sin fin, la línea de producción puede comprender un transportador para suministrar plataformas de construcción al transportador sin fin y un transportador para retirar las plataformas de construcción del transportador sin fin. Alternativamente, la línea de producción puede comprender equipos de recogida y colocación para colocar plataformas en el transportador sin fin de la plataforma y plataformas de recogida desde el transportador. En una modalidad preferida, los canales que comprenden la plataforma se colocan en el transportador y se retiran del transportador. En lugar de colocar y retirar solo los canales y su contenido, se pueden colocar y retirar portadores completos. Las plataformas de construcción que entran en el transportador sin fin pueden estar vacías, mientras que las plataformas de construcción que salen del transportador sin fin pueden comprender el producto, incluyendo el material no solidificado que rodea el producto fabricado de un material solidificado. En la Figura 7 se muestra una modalidad de la línea de producción que comprende un transportador sin fin de la plataforma. La línea de producción comprende un cabezal de deposición (13) y un removedor de material (14) que se colocan uno cerca del otro. Sin embargo, la distancia entre el cabezal y el removedor puede ser mayor. El material se solidifica en el patrón requerido por una fuente de energía (15) para solidificar el material de construcción. Aquí, esta fuente de energía está situada en una posición más remota del cabezal de deposición y el removedor. Además, en caso de que el material de construcción se solidifique usando un aglutinante, dicho dispositivo de solidificación o el horno que se puede usar para sinterizar el material de construcción, se puede colocar preferiblemente alejado del cabezal de deposición.

La línea de producción comprende además nueve plataformas de construcción (702 a 709) que tienen dimensiones que permiten que las plataformas estén a una distancia relativamente grande entre sí en el transportador. Dicha línea de producción con un número relativamente pequeño de plataformas en comparación con la longitud del transportador puede preferirse en una línea de producción donde los portadores que comprenden las plataformas de construcción pueden moverse en relación con el transportador y unos con respecto a los otros. La distancia relativamente grande entre los portadores permite que la velocidad de las diferentes plataformas pueda ser diferente durante un cierto período de tiempo. Las plataformas donde se solidifica la capa de material de construcción pueden, por ejemplo, moverse más rápido que las plataformas que comprenden una capa que aún no se ha solidificado. Durante un corto período de tiempo, la dirección del movimiento de algunos portadores unos con respecto a los otros puede ser diferente. En una línea de producción donde las plataformas de construcción están en una posición fija con respecto al transportador, la distancia entre las plataformas puede ser pequeña. Una ventaja de esta línea de producción es que es posible tener más plataformas de construcción y, por lo tanto, más productos en un transportador de la misma longitud que el transportador en una línea de producción donde los portadores pueden moverse individualmente con diferentes velocidades. En la modalidad de la línea de producción mostrada en la Figura 7, el exceso de material de construcción se retira hacia un contenedor (62) que se coloca al lado del transportador. Como se mencionó anteriormente, los contenedores también se pueden colocar en otras posiciones.

La dirección de movimiento (61) de los portadores será, en general, tal que durante un ciclo, un portador y la plataforma de construcción correspondiente primero pasan el cabezal de deposición (13), luego el removedor de material (14) y finalmente el dispositivo de solidificación (15). Sin embargo, el movimiento de los portadores puede estar en una dirección opuesta, aunque esto puede ser menos eficiente porque puede requerir un ciclo adicional para que una capa se solidifique en un patrón. Mientras se mueve en esta dirección opuesta, la capa aún no solidificada puede pasar el dispositivo de solidificación por primera vez sin solidificarse antes de retirar un exceso de material. En caso de que el removedor de material sea un dispositivo para retirar el material solidificado, por ejemplo, utilizando un cuchillo, puede preferirse dicha dirección opuesta.

La Figura 8 muestra con más detalle una modalidad en vista superior (A) y vista lateral (B) en donde múltiples contenedores 72-1; 72-2 y 72-3 están en una posición fija con respecto a los removedores 14-1 y 14-2 debajo del transportador de plataformas 16 de tal manera que el exceso de material cae en el contenedor cuando una plataforma 43 que comprende el material en polvo 77 pasa el contenedor 72 y, mientras tanto, el removedor 14-1 o 14-2 empuja el exceso de material de la plataforma 43 hacia los contenedores respectivos 71-1 y 71-2. Esta modalidad tiene la ventaja de que el polvo se retira directamente del portador móvil 21, lo que ahorra peso. En dependencia, este puede recircularse o reutilizarse después del tratamiento. La Figura 8a muestra una modalidad con múltiples rodillos removedores colocados en serie, por ejemplo, para tener una nivelación gruesa y fina. Cada vez que pasa un portador, el rodillo removedor empuja una cantidad de polvo desde un portador en movimiento en la dirección hacia atrás y cae en un contenedor estacionario debajo del removedor. La estación de manejo puede estar equipada con lógica de control para formar un espacio entre el portador que es manejado por el removedor y un carro posterior. Esto puede controlarse acelerando el portador que se va a manejar o, ventajosamente, disminuyendo la velocidad de un portador posterior, para poder formar una brecha de deportación entre los transportes portadores. Después de retirar el polvo del portador, el controlador puede ajustar la velocidad. Además del contenedor debajo del rodillo, se puede proporcionar un contenedor similar debajo del cabezal de deposición; que puede separarse del contenedor debajo del rodillo ya que la pureza del material puede ser de un orden diferente, para un reciclaje eficiente. En el ejemplo, la gravedad conduce el polvo desde el rodillo hacia el contenedor, pero puede haber un mecanismo de deportación adicional, por ejemplo, succión, o un mecanismo de correa, por ejemplo, colocando todas las estaciones en un contenedor de recolección grande que reúne el polvo de una pluralidad de estaciones. Se muestran rebordes que forman los canales evitando que el polvo caiga hacia los lados sobre el borde, de modo que una cantidad limitada de polvo cae en los espacios intermedios entre los portadores.

La Figura 9 muestra una alternativa a los contenedores estacionarios de la Figura 8, que pueden ser ventajosos en un contexto de múltiples cabezales de deposición para depositar diferentes materiales, por ejemplo, diferentes materiales de construcción. En la modalidad, uno o más contenedores 72-1; 72-2 están en una posición fija con respecto a los portadores 21 de tal manera que el exceso de material cae en el contenedor 72-1 cuando una plataforma que comprende el material pasa el removedor 14 y mientras tanto el removedor 14 empuja el exceso de material fuera de la plataforma 43. En este sistema, se puede lograr una mayor flexibilidad en el proceso de construcción y al mismo tiempo proporcionar una reutilización óptima del material. En esta modalidad, las plataformas de construcción pueden estar equipadas con un polvo específico del producto, o un polvo específico para una fase del producto, por ejemplo, dependiendo de un pigmento colorante. Por ejemplo, los dispositivos de suministro posteriores 21 pueden proporcionar un patrón de color de un polvo coloreado, por ejemplo, en forma de un canal de alimentación vibratorio 90.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Línea de producción (10) para la fabricación en capas de los productos tangibles que comprende
- un primer portador (21) que comprende una primera plataforma de construcción (11) para soportar un primer producto tangible,
- un segundo portador (22) que comprende una segunda plataforma de construcción (12) para soportar un segundo producto tangible,
- un cabezal de deposición (13) para depositar material de construcción en las plataformas de construcción,
10 - un dispositivo de solidificación (15) para solidificar al menos una parte del material de construcción depositado,
- un transportador de plataformas (16) para transportar los portadores hacia y lejos del cabezal de deposición repetidamente, dicho cabezal de deposición es adecuado para depositar material de construcción directamente en la primera plataforma de construcción y la segunda plataforma de construcción caracterizada porque
15 - un removedor de material (14) para retirar un exceso del material de construcción depositado desde las plataformas de construcción,
- en donde el removedor de material comprende un rodillo cónico giratorio para retirar material de la plataforma de construcción que es giratorio alrededor de un eje (67) inclinado en un ángulo relativo a la dirección (68) en la que las plataformas se mueven durante la fabricación de los productos para retirar el exceso de material lateralmente de la plataforma.
- 20 2. Línea de producción de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de las plataformas de construcción (33) está encerrada en un canal (31) para guardar el material de construcción.
- 25 3. Línea de producción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 2, que comprende además medios de ajuste de la altura (32) para mover las plataformas de construcción con respecto a las paredes laterales del canal en una dirección (34) paralela a la dirección de construcción.
- 30 4. Línea de producción de acuerdo con las reivindicaciones 1 a la 3, en donde el removedor comprende una cinta transportadora para transportar material desde las plataformas de construcción.
5. Línea de producción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 4, en donde el transportador de plataformas es un transportador sin fin.
- 35 6. Línea de producción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 5, en donde las plataformas de construcción son móviles a lo largo del transportador de plataformas individualmente.
7. Línea de producción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 6, en donde cada uno de los portadores comprende un contenedor para recibir el exceso de material de construcción.
- 40 8. Línea de producción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 7, en donde cada removedor comprende un contenedor en una posición fija con respecto al removedor para recibir el exceso de material de construcción.
- 45 9. Línea de producción de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el contenedor está en una posición fija con respecto al removedor debajo del transportador de plataformas de tal manera que el exceso de material cae en el contenedor cuando una plataforma que comprende el material pasa el contenedor y mientras tanto el removedor empuja el exceso de material fuera de la plataforma.
- 50 10. Línea de producción de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el contenedor está en una posición fija con respecto al portador de tal manera que el exceso de material cae en el contenedor cuando una plataforma que comprende el material pasa el removedor y mientras tanto el removedor empuja el exceso de material fuera de la plataforma.

Fig. 1

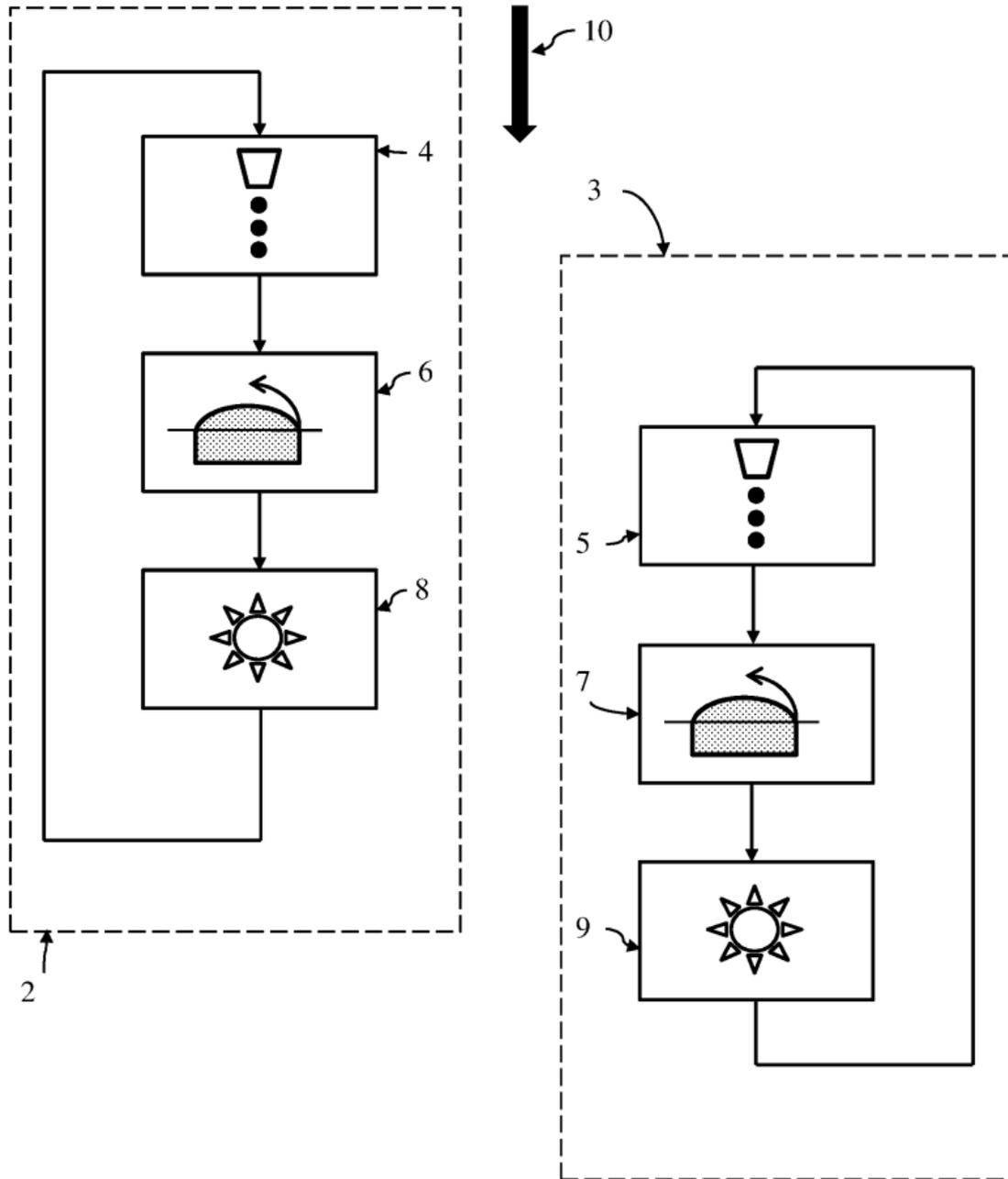


Fig. 2

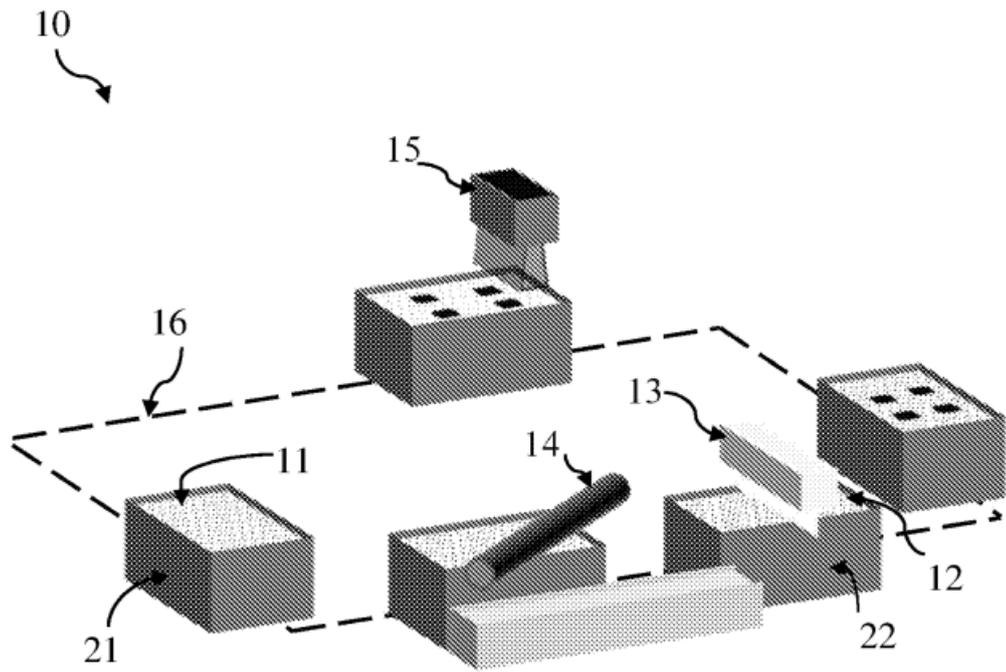


Fig. 3

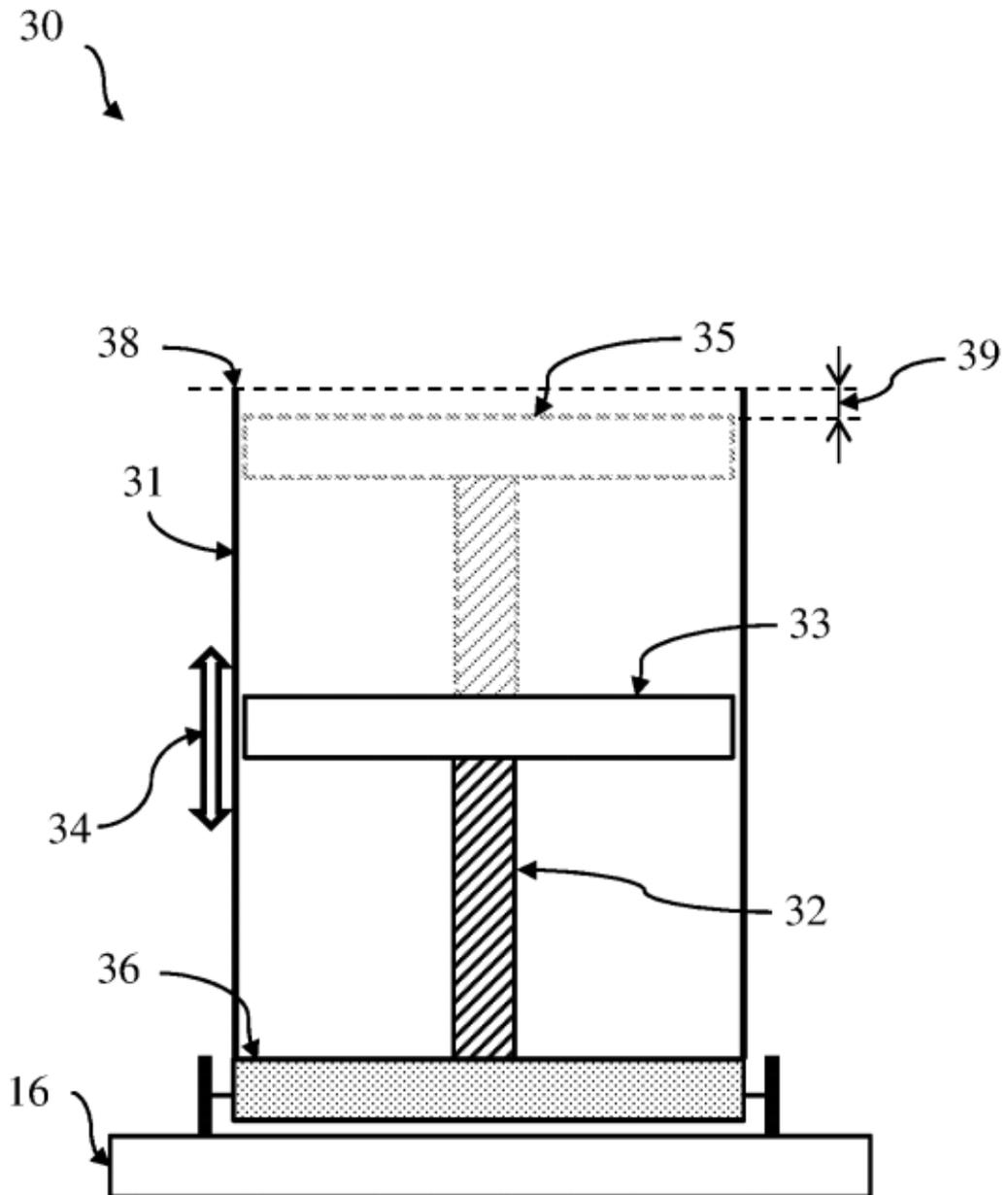


Fig. 4

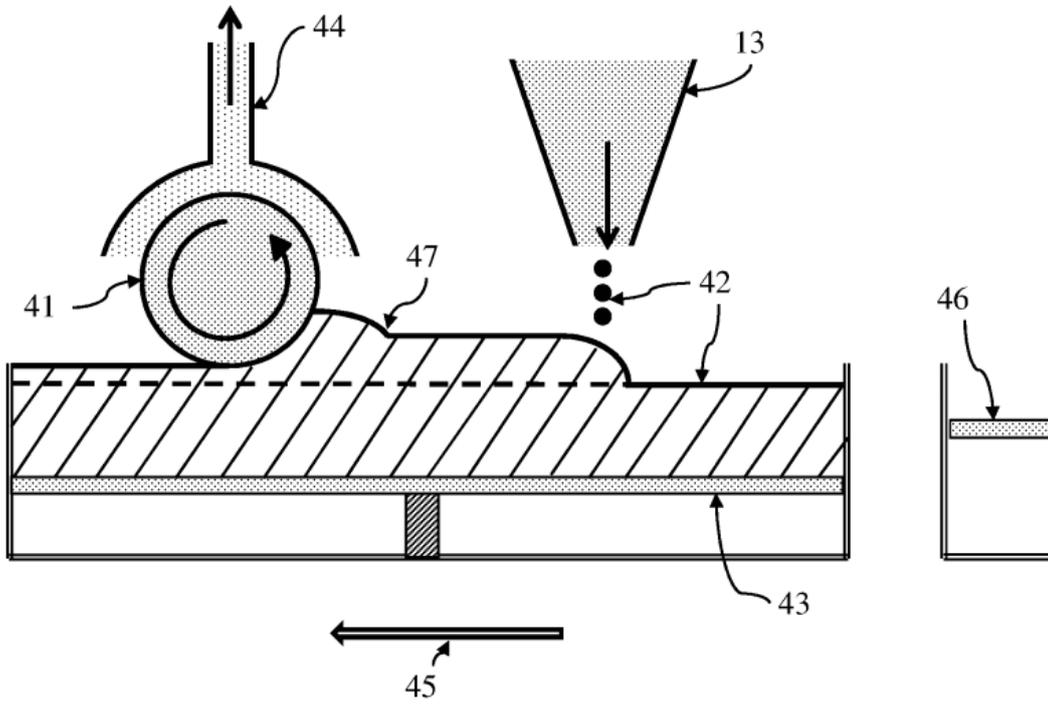


Fig. 5

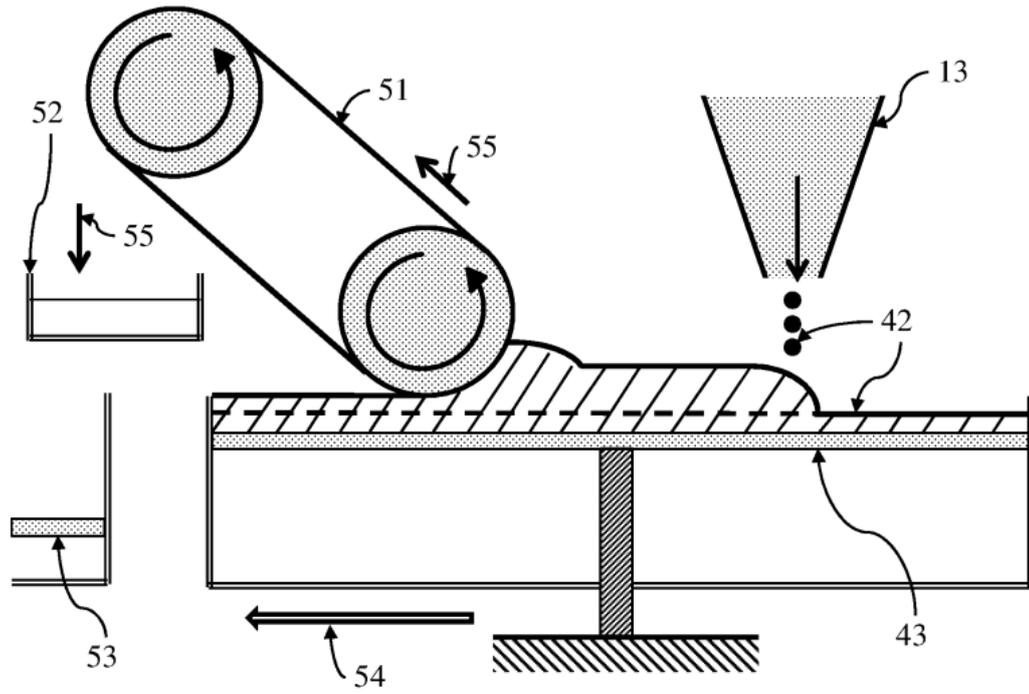


Fig. 6

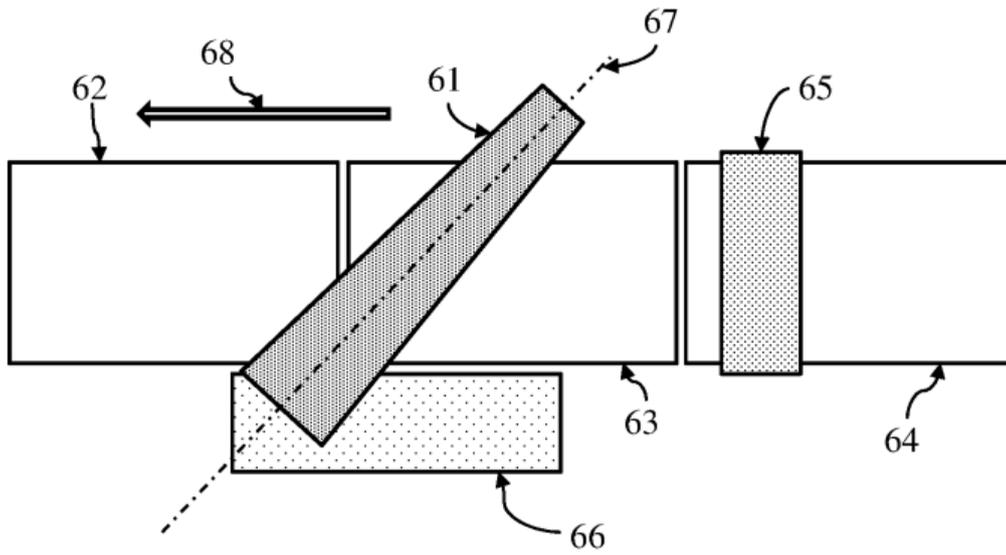


Fig. 7

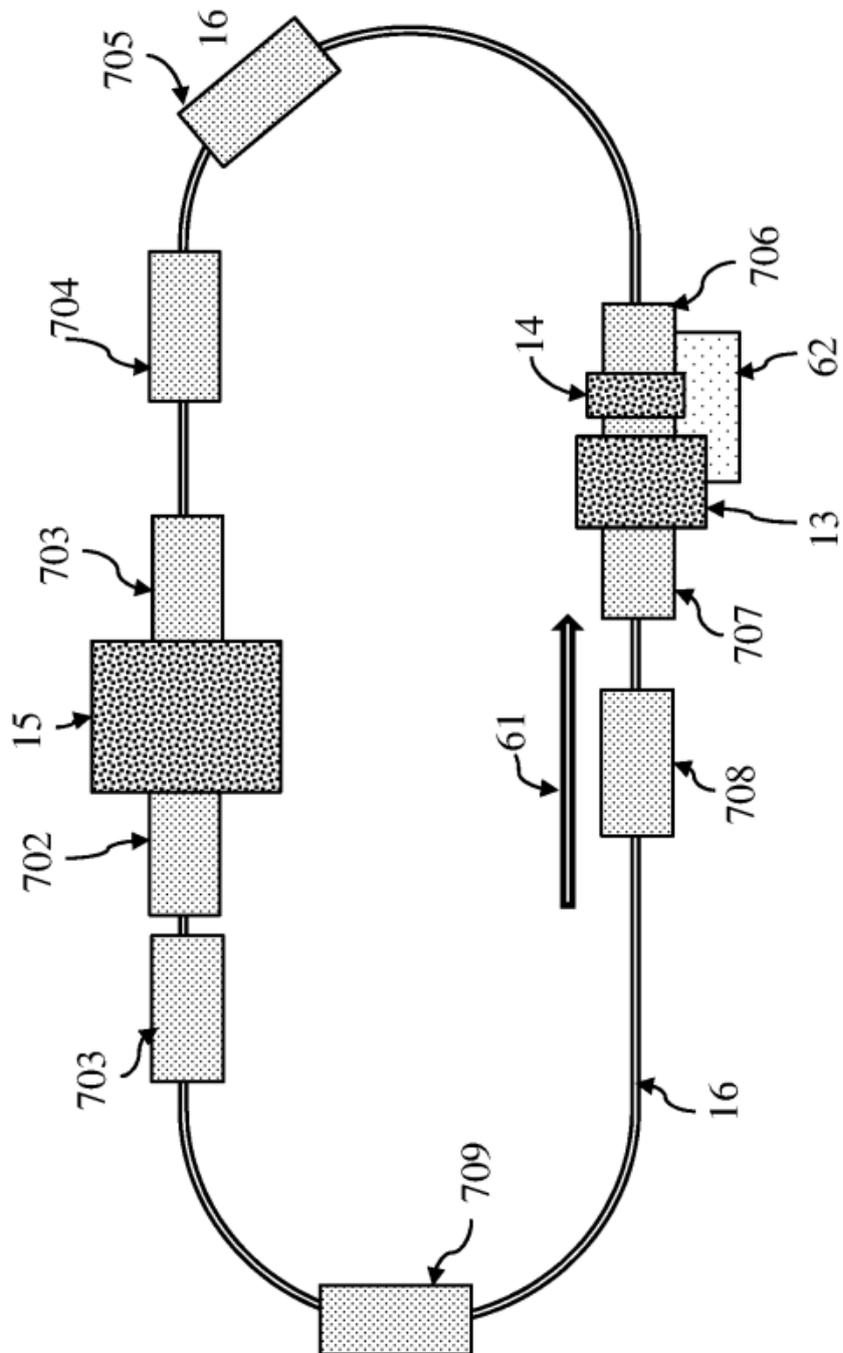


Fig. 8

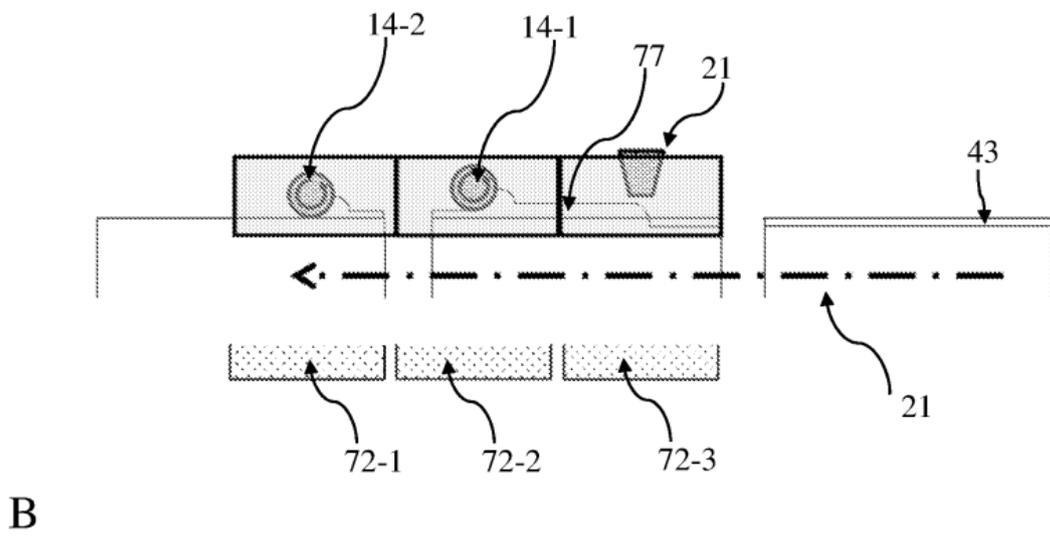
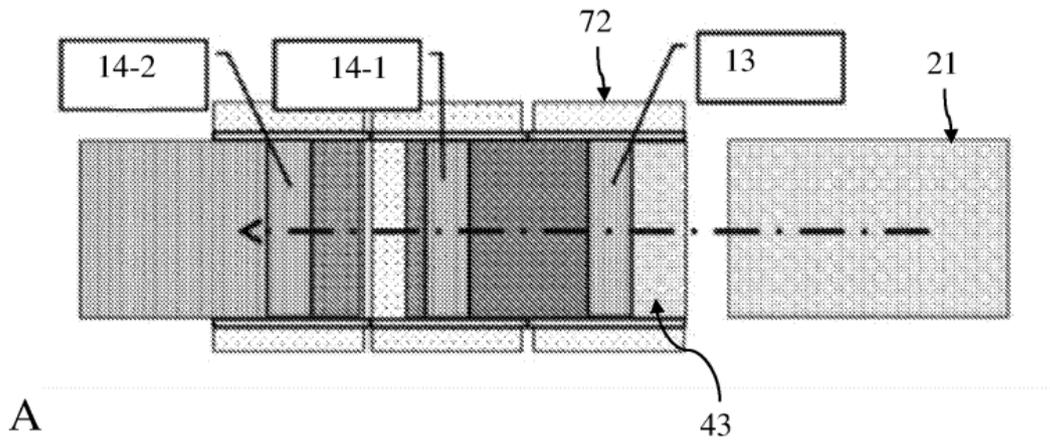


Fig. 9

