

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 985**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2013 PCT/NL2013/050774**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.05.2014 WO2014070007**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2013 E 13795878 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2914411**

54 Título: **Método y aparato para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas**

30 Prioridad:

31.10.2012 EP 12190707

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

02.06.2017

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;
BROUWERS, LEONARDUS, ANTONIUS, MARIA;
RIJFERS, ANDRIES y
FEENSTRA, FRITS, KORNELIS**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 614 985 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

Método y aparato para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas

5 La invención se refiere a un método para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas.

Más particularmente la invención se refiere a tal método que comprende las etapas de (i) depositar en un área de deposición, mediante el uso de un dispositivo de suministro de material, una capa de material de construcción sobre una plataforma de construcción para construir un primer producto en capas, (ii) transportar, mediante el uso de un transportador, la plataforma de construcción lejos del área de deposición, (iii) retirar el primer producto en capas de la plataforma de construcción, (iv) ajustar la distancia entre el dispositivo de suministro de material y la plataforma de construcción en una dirección que es paralela a la dirección de construcción, y (v) depositar el material de construcción sobre dicha plataforma para obtener un segundo producto en capas después que se ha retirado el primer producto en capas.

15 La invención se refiere además a una línea de producción para la fabricación en capas de productos tangibles.

Más particularmente la invención se refiere a tal línea de producción que comprende (i) una plataforma de construcción (102) para transportar un producto tangible, (ii) un cabezal de deposición (101) para proporcionar una capa de material de construcción sobre la plataforma de construcción, (iii) un transportador (103) para transportar la plataforma de construcción en un plano de transporte, y (iv) los medios de ajuste de altura para ajustar la distancia entre el cabezal de deposición y la plataforma de construcción.

Estado de la técnica

25 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 mediante el proporcionamiento de 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.

35 Los productos a menudo se fabrican en la parte superior de una plataforma de construcción que puede desplazarse en una dirección vertical. Sin embargo, también hay sistemas de fabricación en capas en los que el producto se cuelga por debajo de la plataforma de construcción. Un ejemplo de tal sistema se describe en la solicitud de patente alemana DE 10256672. Típicamente, tal sistema comprende un plato con líquido que puede solidificarse, por ejemplo por luz ultravioleta (UV). La plataforma de construcción que se posiciona por encima de la parte inferior del plato, se mueve hacia arriba para permitir la formación de una delgada película de líquido entre la plataforma (o capa solidificada anteriormente) y la parte inferior del plato. La película se solidifica en el patrón predefinido y después de esta solidificación la plataforma se mueve aún más hacia arriba. Estas etapas se repiten hasta que se termina el producto. Por último, se retira el producto terminado de la plataforma y esta plataforma puede usarse para fabricar otro producto.

45 En otro 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.

55 Los sistemas mencionados anteriormente tienen en común que tienen una plataforma que es móvil en la dirección vertical. Tales sistemas son particularmente adecuados 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. En principio, sin embargo, también los sistemas a base de polvo son 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. La solicitud de patente internacional WO 2012/076205 describe un aparato que permite fabricar diferentes productos casi simultáneamente. Este aparato comprende diferentes plataformas de construcción, que proporcionan más flexibilidad que los sistemas con solamente una plataforma de construcción.

65 Aún otra manera de fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas es la impresión tridimensional. En la

impresión tridimensional se aplica una tinta o bien como una capa continua o en un patrón predefinido que corresponde a una sección transversal del producto. La impresión tridimensional es en ciertos aspectos más flexible que los métodos antes mencionados, particularmente cuando se aplica la tinta mediante los cabezales de impresión. Pueden usarse diferentes cabezales de impresión para aplicar diferentes materiales para la fabricación de productos compuestos que comprende varios materiales. Además, los cabezales de impresión pueden encenderse y pagarse fácilmente para un mejor control del proceso de fabricación. Un ejemplo de una línea de producción para la fabricación en capas mediante el uso de cabezales de impresión se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos US2009/0076643. Esta línea de producción conocida puede usarse para fabricar varios productos tangibles mediante la fabricación en capas. La línea de producción comprende varios cabezales de impresión para depositar el material sobre los portadores, cuyos cabezales de impresión se posicionan por encima de un transportador que pasa los portadores desde un cabezal de impresión a otro cabezal de impresión. Los cabezales de impresión se posicionan en línea uno con respecto a otro en la dirección de transporte. Además, la altura de cada cabezal de impresión puede ajustarse con respecto al transportador por ejemplo para compensar el aumento de altura del producto durante las diferentes etapas de su fabricación, concretamente el número de capas ya depositadas. Esta línea de producción permite la fabricación de varios productos con diferente forma geométrica y diferente composición de material. Cada capa del producto se crea por uno o incluso más cabezales de impresión, lo que resulta en una gran cantidad de cabezales de impresión para la fabricación de un producto de tamaño considerable. También la solicitud internacional WO2004/108398 describe el uso de una o más estaciones de construcción para depositar el material en capas sobre una plataforma de construcción. Aunque la máquina produce múltiples productos, carece de potencial para escalar a volúmenes industriales.

Resumen de la invención

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas, cuyo método permite la rápida fabricación de tales productos a bajos costos.

Este objetivo de la invención se obtiene por un método para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas que comprende las etapas de depositar (1) en un área de deposición, mediante el uso de un dispositivo de suministro de material, una capa de material de construcción sobre una primera plataforma de construcción para construir un primer producto en capas, transportar (2), mediante el uso de un transportador, la primera plataforma de construcción lejos del área de deposición, retirar (3) el primer producto en capas de la primera plataforma de construcción, ajustar (4) la distancia entre el dispositivo de suministro de material y la primera plataforma de construcción en una dirección que es paralela a la dirección de construcción, depositar (5) el material de construcción sobre dicha primera plataforma de construcción para obtener un segundo producto en capas después que se ha retirado el primer producto en capas, caracterizado porque dicho ajuste se realiza mediante el movimiento de la primera plataforma de construcción con relación al transportador y porque el transportador mueve la primera plataforma de construcción más allá del dispositivo de suministro de material repetidamente (6) para obtener el primer producto en capas, y porque el método comprende además la etapa de depositar en un área de deposición, mediante el uso de un dispositivo de suministro de material, una capa de material de construcción sobre una segunda plataforma de construcción para construir un tercer producto en capas antes de haber retirado el primer producto en capas.

Una ventaja de mover la plataforma de construcción con relación al transportador para ajustar la distancia entre el dispositivo de suministro de material y la plataforma de construcción es que el dispositivo de suministro de material no necesita moverse y por lo tanto puede colocarse en una posición fija. Mantener el dispositivo de suministro de material en una posición fija tiene el efecto de que no hay necesidad de detener el proceso de deposición durante el ajuste de la distancia entre el dispositivo y una plataforma sobre la cual se ha depositado el material. Como una consecuencia hay más tiempo disponible para depositar el material y por lo tanto el dispositivo puede usarse de manera más eficiente.

Una ventaja de mover la plataforma de construcción a fin de hacer pasar el dispositivo de suministro de material repetidamente es que pueden depositarse las capas subsecuentes del mismo material con el mismo dispositivo de suministro de material. Hacer pasar un dispositivo de suministro de material repetidamente tiene el efecto de que puede limitarse el número de tales dispositivos para fabricar productos tangibles en comparación con un método en donde cada capa se deposita por un dispositivo de deposición separado. El uso de solamente uno o un número limitado de dispositivos de deposición hace que el método sea más eficiente en costos que un método en el que una plataforma de construcción pasa un dispositivo de deposición solamente una vez.

Una ventaja de depositar el material de construcción sobre una segunda plataforma de construcción mientras que el primer producto en capas todavía se está construyendo es que se fabrican múltiples productos casi simultáneamente. El efecto de esta producción casi simultánea es que pueden fabricarse más productos en un cierto lapso de tiempo. Por consiguiente, se obtiene un método de producción más eficiente.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una línea de producción para la fabricación aditiva de productos tangibles, cuya línea de producción permite la rápida fabricación de productos mutuamente diferentes.

Este objetivo de la invención se obtiene por una línea de producción para la fabricación en capas de productos tangibles que comprende

una primera plataforma de construcción (102) para transportar un producto tangible,

un cabezal de deposición (101) para proporcionar una capa de material de construcción sobre la primera plataforma de construcción,

un transportador (103) para transportar la primera plataforma de construcción en un plano de transporte,

medios de ajuste de altura para ajustar la distancia entre el cabezal de deposición y la primera plataforma de construcción,

caracterizado porque

el transportador es un transportador para transportar (105) la primera plataforma de construcción hacia el cabezal de deposición y lejos del cabezal de deposición repetidamente, y

los medios de ajuste de altura (107) se configuran para desplazar (104) la primera plataforma de construcción con relación al transportador en una dirección perpendicular al plano de transporte, y porque

la línea de producción comprende además una segunda plataforma de construcción para recibir dicho material, cuya segunda plataforma de construcción puede transportarse por dicho transportador y cuya segunda plataforma de construcción puede desplazarse con relación al transportador independiente de la primera plataforma de construcción.

Una ventaja de un transportador para transportar la plataforma hacia el cabezal de deposición y lejos del cabezal de deposición repetidamente, es que cada plataforma puede pasar un solo cabezal de deposición varias veces. El efecto de hacer pasar un solo cabezal de deposición varias veces es que solamente un número limitado de cabezales de deposición, posiblemente solo un cabezal de deposición se requiere para fabricar un producto tangible. Una línea de producción que comprende solamente un número limitado de cabezales de deposición costará menos que una línea de producción en la que cada capa se deposita por un cabezal de deposición separado.

Una ventaja de que los medios de ajuste de altura se configuren para desplazar la plataforma de construcción con relación al transportador en una dirección perpendicular al plano de transporte, es que el cabezal de deposición puede colocarse en una posición fija y que la distancia entre el cabezal de deposición y la plataforma de construcción puede ajustarse cuando la plataforma de construcción se retira del área de deposición, concretamente lejos del cabezal de deposición. El efecto es que el cabezal de deposición puede usarse para fabricar otro producto durante el tiempo en que se ajusta la altura de la plataforma de construcción. Esto permite un uso más eficiente del cabezal de deposición durante la fabricación en capas de productos tangibles.

Una ventaja de una segunda plataforma de construcción para recibir el material es que un segundo producto, que puede ser diferente del primer producto, puede fabricarse simultáneamente con el primer producto. Esto hace más eficiente la línea de producción.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra una modalidad del método para fabricar varios productos tangibles de acuerdo con la invención.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra una modalidad del método que comprende una etapa de solidificación.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra una modalidad del método que comprende proporcionar un material de soporte.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una modalidad del método que comprende el procesamiento adicional y el reemplazo del producto.

La Figura 5 es un dibujo esquemático de una línea de producción para la fabricación aditiva de acuerdo con la invención.

La Figura 6 es un dibujo esquemático de una modalidad de un portador que comprende una plataforma de construcción.

La Figura 7 es un dibujo esquemático de otra modalidad de un portador que comprende una plataforma de construcción.

La Figura 8 es un dibujo esquemático de una modalidad de un dispositivo de corte.

La Figura 9 es un dibujo esquemático de una modalidad de una producción que comprende varios dispositivos.

La Figura 10 es un dibujo esquemático de los medios de ajuste de altura para ajustar la altura de una plataforma

Descripción detallada de la invención.

Una modalidad preferida del método para fabricar varios productos tangibles de acuerdo con la invención se describirá con referencia al diagrama de flujo de la Figura 1. Para la fabricación de un producto en capas debe proporcionarse un material adecuado en capas. Esta etapa (1) de proporcionar el material de construcción en capas por un dispositivo de suministro de material sobre una plataforma de construcción para obtener un primer producto, puede comprender un número de actividades preliminares. Una de estas actividades es ajustar la tecnología de deposición y los materiales a usar. Si se prefiere un determinado dispositivo o tecnología de suministro de material para la fabricación en capas, entonces debe encontrarse un material adecuado de construcción. Igualmente, un dispositivo o tecnología de suministro de material adecuado debe encontrarse si se prefiere un determinado material o clase de materiales. Un dispositivo de suministro de material adecuado puede ser un cabezal de impresión a chorros adecuado para una tinta que puede usarse para la fabricación en capas. Los ejemplos de tales tintas son tintas a base de disolventes que comprenden una

solución de polímero o tintas que comprenden una resina curable. Ventajosas son resinas que son curables por radiación electromagnética, particularmente la luz. A menudo, se prefieren las resinas que son curables por la luz ultravioleta debido a que pueden aplicarse bajo condiciones ambientales normales, concretamente la luz visible, sin el curado no deseado. Las resinas curables por UV tienen la ventaja de que no bloquearán una tobera donde otras tintas lo hacen debido a la solidificación, concretamente el secado, de la tinta por la evaporación del solvente. Además, las tintas curables por UV a menudo tienen una larga vida útil. Una tinta adecuada puede ser una dispersión de partículas sólidas en una solución de polímero líquido o resina curable. Las partículas pueden ser partículas metálicas que eventualmente pueden sinterizarse después que el solvente se ha evaporado o después que se cura la resina.

Debido a que el uso de un cabezal de impresión es una modalidad preferida para proporcionar el material de construcción, a continuación se usará frecuentemente la palabra cabezal de deposición. Debe apreciarse, sin embargo, que el uso de esta palabra no pretende limitar la invención a cualquier dispositivo o tecnología de suministro de material específico. Un cabezal de deposición es cualquier tipo de dispositivo que sea adecuado para depositar un material sobre la plataforma de construcción, sobre una capa depositada anteriormente transportada por la plataforma, o sobre un sustrato u otro objeto o producto transportado por la plataforma de construcción. Por lo tanto incluye también la deposición de capas atómicas, una técnica que puede usarse para aplicar capas delgadas de materiales específicos.

A continuación cuando se hace referencia a la deposición de un material sobre una plataforma de construcción o a la colocación de un objeto sobre la plataforma, esto incluye la deposición y colocación sobre la propia plataforma, sobre un sustrato u objeto o producto transportado por la plataforma, y sobre las capas depositadas anteriormente.

Cuando se hace referencia a un producto fabricado mediante la fabricación en capas sobre una plataforma de construcción, debe apreciarse que esto incluye la situación en la que la plataforma de construcción transporta varios productos. Los diversos productos sobre una sola plataforma de construcción pueden tener la misma geometría o diferentes geometrías. Debido a que tales productos separados se localizan sobre la misma plataforma de construcción, tendrán una cierta semejanza, más particularmente una estructura en capas similar.

Después que la primera capa del material de construcción se ha depositado sobre la plataforma de construcción, la capa depositada se transporta (2) lejos del cabezal de deposición por el transportador que transporta la plataforma sobre la cual se deposita la capa.

Para una fabricación precisa, la distancia entre el cabezal de deposición y el área objetivo, que es el área sobre la cual se deposita el material, puede necesitar ser la misma para todas las capas durante la deposición del material. Para la primera capa este será la plataforma de construcción o un sustrato. Para las capas subsecuentes el área objetivo se define por la capa anterior, cuya capa anterior puede comprender una capa solidificada y las partes de soporte como se describirá más adelante. El área objetivo también puede ser un objeto que se ha insertado para encapsularse, cuyo objeto puede producirse mediante la fabricación en capas o de cualquier otra manera. Para mantener constante la distancia entre el cabezal de deposición y el área objetivo, la plataforma puede desplazarse (4) con relación al transportador en una dirección que es paralela a la dirección de construcción. Usualmente esta será la dirección vertical.

Después de haber ajustado la altura de la plataforma, puede depositarse una nueva capa en la parte superior de la capa depositada anteriormente. El proceso de depositar una capa, moverla lejos del cabezal de deposición, desplazar la plataforma con relación al transportador en una dirección hacia abajo, y proporcionar la capa al mismo cabezal de deposición de nuevo, se repite (6) hasta que se termina el producto. El método puede aplicarse favorablemente mediante el movimiento del transportador rápidamente, particularmente con una velocidad de 1 m/s o más rápido, por ejemplo 2 m/s. Típicamente la plataforma puede pasar un dispositivo de suministro de material al menos cada 10 segundos, por ejemplo cada 5 segundos o incluso cada 1 segundo. Durante el movimiento de la capa, la capa por ejemplo puede curarse o mecanizarse u otro cabezal de deposición puede depositar otro o el mismo material.

Aunque puede ser conveniente ajustar la distancia entre el cabezal de deposición y el área objetivo después de la deposición de cada capa, puede ser suficiente ajustar la altura de la plataforma no después de la deposición de cada capa, sino solamente cuando se han depositado una cuantas capas, por ejemplo cinco capas. Sin embargo, en caso de que no se ajuste la altura después de depositar cada capa, la sincronización del cabezal de deposición puede necesitar ajuste debido a lo que sigue. El material necesita algún tiempo para alcanzar el área de deposición después que se expulsa por el cabezal de deposición. Durante este tiempo, la plataforma de construcción se moverá y por consiguiente la posición en la que la gotita del material alcanzará el área de deposición cambiará cuando cambie la distancia entre cabezal de deposición y el área de deposición.

Como se mencionó anteriormente, el desplazamiento de la plataforma después de depositar una capa o antes de depositar una capa adicional, usualmente será hacia abajo. Si, sin embargo, por ejemplo se tiene que depositar otro tipo de material encima de la capa depositada anteriormente, es posible que la distancia entre el cabezal de deposición y la plataforma de construcción necesite ser menor. En tal caso, la plataforma se desplazará hacia arriba. En otras situaciones, la plataforma puede que no necesite desplazarse en absoluto, por ejemplo debido a que la capa subsecuente debe depositarse en el mismo plano de construcción en posiciones donde no hay material de la capa depositada anteriormente. Aparte del caso donde los agujeros en una capa anterior tienen que rellenarse, una capa subsecuente también puede depositarse en la capa anterior, por lo que se inyecta la capa anterior con otro material.

Después que se termina el producto, se retira (3) de la plataforma de construcción. Esta remoción puede realizarse por ejemplo recogiendo el producto de la plataforma o transfiriendo desde la plataforma el sustrato sobre la cual se construye el producto. Después que el producto se retira, la plataforma está disponible para la fabricación de un segundo producto. La altura de la plataforma de construcción vacía se ajusta (4) para proporcionar la distancia apropiada entre la plataforma de construcción y el cabezal de deposición para depositar la primera capa del segundo producto. La plataforma se mueve (2) hacia el cabezal de deposición para recibir la primera capa del segundo producto (5), ya sea antes de ajustar su altura, después de ajustar, o durante el ajuste. Este segundo producto se produce de manera similar al primer producto, de manera que de hecho se repite el proceso de producción (20). Este segundo producto no necesita ser el mismo que el producto anterior, aunque puede ser el mismo, debido a que la forma y composición de las capas pueden determinarse para cada capa individual. Aunque la palabra segundo se usa aquí, la palabra no debe interpretarse en su sentido literal. En realidad, el segundo producto puede ser cualquier producto subsiguiente.

Se describe otra modalidad del método con referencia a la Figura 2. En esta figura se muestra solamente el proceso de producción para un producto. Por lo tanto, esta figura puede reemplazar las etapas del método dentro de la casilla (20) en la Figura 1. Esta otra modalidad del método para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas comprende una etapa (7) de solidificación del material de construcción en un patrón predefinido después que el material de construcción se proporciona a la plataforma de construcción. Aunque es posible depositar el material de construcción que se solidifica en un patrón predefinido sin medidas adicionales, por ejemplo debido a que el solvente de la tinta se evapora rápido o debido a que la tinta de dos componentes se solidifica en poco tiempo, muchos materiales de construcción como los depositados requieren una etapa de solidificación adicional. En el caso de que el material de construcción se ha depositado en una capa de la forma requerida, la etapa de solidificación puede ser por ejemplo un calentamiento de la capa o un curado por radiación electromagnética, por ejemplo luz UV. Debido a que la capa de material de construcción ya tiene la forma requerida, los medios de solidificación no tienen que proporcionarse en un patrón pero pueden proporcionarse de forma homogénea sobre toda el área objetivo o incluso un área mayor. Esto permite por ejemplo el calentamiento térmico por radiación infrarroja o calentamiento por aire caliente.

En el caso de que la capa depositada sea una capa continua de material de construcción, esta capa tiene que solidificarse en la forma requerida por los medios de solidificación que se proporcionan localmente. En el caso de que el material de construcción tenga que solidificarse con radiación electromagnética, por ejemplo luz UV, esta radiación puede proporcionarse localmente de varias maneras. Por ejemplo puede usarse una máscara, preferentemente una máscara programable, para someter una parte predefinida de la capa a la radiación. En lugar de una máscara puede usarse una matriz con fuentes de luz individualmente direccionables, por ejemplo diodos emisores de luz. Otra manera de proporcionar luz en el patrón requerido es un láser de exploración o espejos móviles para dirigir la luz en la dirección apropiada.

Preferentemente, el método se realiza con un equipo que comprende varias plataformas debido a que las ventajas de este método se aprovechan óptimamente. En el caso de que se usen varias plataformas para implementar el método, las etapas pueden ser similares a las descritas anteriormente, reemplazando la palabra plataforma por la de $n^{\text{ésima}}$ plataforma, donde n es el número secuencial de la plataforma. Sin embargo, el método de acuerdo con la invención no requiere que se usen todas las plataformas para la fabricación de un producto en capas. Por ejemplo algunas de las plataformas pueden mantenerse vacías. Tampoco se requiere que el retiro de los productos se realice en la secuencia del arreglo de las plataformas. En realidad, el método puede aplicarse mientras se opera cada una de las plataformas independientemente de todas las otras.

Otra modalidad del método, mostrado en la Figura 3, comprende una etapa (8) de proporcionar un material de soporte para el material de soporte de construcción. Esta modalidad se describe aquí con referencia a la Figura 3. Aquí de nuevo, solamente una parte de las etapas del método se muestran, específicamente las etapas para un producto. La modalidad del método es particularmente de interés para fabricar productos en los que las partes de las capas subsiguientes no se soportan por una capa subyacente depositada anteriormente, por ejemplo en el caso de que el producto comprenda agujeros o partes sobresalientes. En ciertas modalidades del método, la parte no solidificada del material de construcción puede cumplir la función de material de soporte, por ejemplo cuando el material de construcción es un polvo con un cierto grado de coherencia. El uso del material de construcción como material de soporte tiene varias desventajas. Una de las desventajas es que los materiales de construcción, que se desarrollan para la fabricación en capas, a menudo son bastante caros. A veces el material de construcción no solidificado puede reutilizarse, pero esto requiere medidas especiales tales como limpieza. Una ventaja del uso de un material diferente para el soporte es que el material de soporte puede seleccionarse a partir de una clase de materiales con propiedades que los hacen especialmente adecuados para soportar. Particularmente los materiales que pueden retirarse fácilmente del producto, por ejemplo al disolverlos en solventes que no sean perjudiciales para el material de construcción, como el agua.

De acuerdo con las etapas del método mostrado en la Figura 3, el material de construcción proporcionado en la etapa (1) se solidifica en una etapa separada (7). Sin embargo, tal etapa puede estar ausente en el caso de que el material de construcción sea por ejemplo un sistema de dos componentes que se solidifica sin una etapa especial. Más particularmente tal material de construcción de dos componentes puede solidificarse como resultado de su exposición a

las condiciones ambientales normales. Aunque no se muestra en la Figura 3, el material de soporte puede someterse a un proceso de solidificación, cuya solidificación por supuesto, no puede impedir el retiro posterior del material si fuese necesario. Usualmente, el material de soporte debe retirarse después que se termina el producto. Sin embargo, para los productos especiales podría ser aceptable que el material de soporte permanezca en el producto. Por ejemplo si el material de soporte es un material ligero no visible desde el exterior del producto terminado.

El material de soporte puede depositarse ya sea después o antes que una capa de material de construcción se ha depositado en la forma predefinida. Debido a que los espacios rellenos con el material de construcción y el material de soporte son complementarios, pueden formar una capa continua de la cual una parte se solidificará, concretamente la parte del material de construcción. La capa en su conjunto, concretamente la parte solidificada y la parte compuesta de material de soporte, es la base sobre la cual puede depositarse una capa subsecuente.

Una estructura de soporte también puede obtenerse del material de construcción o de un material de construcción diferente que se solidifica. Tal estructura de soporte por ejemplo puede tener una geometría tipo panal de abeja u otro tipo de estructura que pueda separarse fácilmente más tarde.

En una modalidad adicional del método se muestra en la Figura 4. Esta modalidad comprende la etapa de procesamiento adicional (9) del primer producto después que se ha retirado de la plataforma de construcción. Esta modalidad comprende además la etapa de colocar (10) este primer producto procesado de nuevo a una plataforma de construcción transportada por el transportador. Esta modalidad se basa en la idea de que muchos productos que se fabrican en capas necesitan un procesamiento adicional como una etapa intermedia entre dos etapas de fabricación en capas. Tal procesamiento adicional puede ser por ejemplo un tratamiento superficial. Los ejemplos de tratamientos superficiales son el retiro de material, por ejemplo mediante grabado o estampado en seco mecánico como el pulido. El tratamiento superficial también puede ser la adición de material, por ejemplo mediante pintura, evaporación térmica, deposición electroquímica u otras técnicas de deposición de capas atómicas. El procesamiento adicional también puede comprender la adición o inserción de componentes electrónicos como por ejemplo chips de ordenador y diodos emisores de luz. También puede comprender la inserción de determinados productos que pueden fabricarse mejor por otras técnicas que la fabricación en capas, como por ejemplo células fotovoltaicas, dispositivos MEMS o partes moldeadas por inyección.

Particularmente tal procesamiento externo es ventajoso si tal procesamiento no es compatible con la velocidad de fabricación en capas, concretamente la velocidad del transportador. Es particularmente ventajoso si el procesamiento es un proceso en lotes que requiere un equipo especial, como por ejemplo recubrimiento no electrolítico, electroerosión o perforación con láser.

En la modalidad del método que comprende la etapa de procesamiento adicional del producto, el producto puede colocarse de nuevo sobre otra plataforma de construcción que la de la cual se retiró. Esto puede ser el caso por ejemplo cuando el segundo producto está aún sobre la plataforma de construcción. En una modalidad del método que comprende el procesamiento adicional del producto, el producto procesado se coloca sobre la misma plataforma como desde la cual se retiró. De acuerdo con esta modalidad, el segundo producto se retira de la plataforma de construcción antes de que se reemplace el primer producto procesado. Cuando tiene que fabricarse un producto complejo que comprende tanto el primer como el segundo producto, el primer producto puede colocarse sobre la misma plataforma de construcción, o bien en la parte superior del segundo producto o al lado. Para este propósito, el método puede comprender una etapa de proporcionar un código legible por ordenador, por ejemplo un código de barras o código QR, a la plataforma, el sustrato o el producto. Tal método puede comprender además una etapa de lectura del código y determinar cuál es la siguiente etapa de procesamiento para el producto.

La fabricación en capas es un proceso aditivo en los que material se añade al material depositado anteriormente. Sin embargo, los productos fabricados mediante tal proceso pueden necesitar estamparse en seco, por ejemplo mediante fresado, perforación, o alisado mediante pulido. El proceso de fabricación en capas puede resultar en una acumulación de errores, por ejemplo en el grosor, concretamente altura, del producto. Por estas y otras razones a veces el material tiene que retirarse de las capas o producto ya depositado. Tal remoción puede tener lugar fuera del equipo de deposición, concretamente lejos del transportador, como se describió anteriormente. Sin embargo, particularmente cuando se requiere el ajuste del grosor debido a las imperfecciones debido por ejemplo al reemplazo sobre la plataforma de construcción o los desplazamientos verticales de la plataforma de construcción, el retiro del material tiene que ser o puede realizarse mientras que el producto está sobre la plataforma de construcción. Por lo tanto, el método puede comprender una etapa de retirar el material del producto mientras que dicho producto se une a la plataforma.

Los productos fabricados mediante la fabricación en capas pueden combinarse con otros objetos para obtener un producto compuesto. Tales otros objetos pueden ser dispositivos funcionales eléctricos, ópticos, magnéticos o mecánicos. Los ejemplos de tales dispositivos funcionales son chips de ordenador, diodos emisores de luz, sistemas de lentes, actuadores, elementos piezoeléctricos, altavoces, micrófonos, y baterías. Tal objeto funcional puede unirse con el producto después que se complete la fabricación en capas. Sin embargo, particularmente cuando el objeto tiene que encapsularse o de cualquier otra manera integrarse con el producto, el objeto tiene que colocarse durante la fabricación en capas. En una modalidad de la invención, el método comprende la etapa de unir un objeto con el producto fabricado en capas mediante la colocación del objeto sobre la plataforma de construcción. El objeto puede colocarse directamente

sobre la plataforma antes de comenzar la deposición en capas. El objeto también puede colocarse después que se han depositado una o más capas. El objeto incluso puede colocarse después que todas las capas se han depositado.

Otra modalidad de la invención es una línea de producción para la fabricación en capas de productos tangibles. Tal línea de producción se describirá aquí con referencia a la modalidad de la línea de producción mostrada en la Figura 5. La base de la línea de producción (100) es un transportador (103) para transportar la plataforma de construcción en un plano de transporte. Un plano de transporte es un plano en el que las plataformas se mueven cuando se transporta. La plataforma de construcción puede transportarse de manera alternativa entre dos porciones exteriores en la cual la plataforma vuelve atrás. Sin embargo, un transportador sin fin, que por ejemplo puede ser un disco o una cinta sin fin, es un transportador preferido para transportar una plataforma de construcción hacia un cabezal de deposición y lejos del cabezal de deposición. Una ventaja de un transportador sin fin es que, en uso, la plataforma de construcción puede acercarse a un cabezal de deposición del mismo lado cuando el transportador se mueve unidireccionalmente. Otra ventaja es que un transportador sin fin hace más fácil el uso de múltiples plataformas. Preferentemente, tal transportador se configura para transportar los productos en un plano horizontal, concretamente en un plano que es perpendicular a la fuerza gravitatoria. Una ventaja de un transportador sin fin horizontal es que la dirección de la fuerza gravitatoria a la cual se someten los productos sobre el transportador sin fin, no cambia incluso durante un movimiento unidireccional continuo del transportador. Por lo tanto, la fuerza gravitatoria está en la misma dirección en todas partes en el transportador. Por consiguiente, los polvos e incluso los líquidos pueden depositarse sobre el transportador sin que caigan en otra posición del transportador.

Alrededor de este transportador, un equipo tal como un cabezal de deposición de material (101) se posiciona para la fabricación en capas de los productos. Los inventores han encontrado que un transportador sin fin es muy adecuado para la fabricación en capas debido a que una posición en tal transportador pasa por un punto externo fijo varias veces. Esto permite que los procesos, como la deposición de una capa, se realicen repetidamente sin que se requieran medidas especiales. Para los productos que se fabrican de un material, sólo un cabezal de deposición puede ser suficiente para fabricar el producto cuando se usa un transportador sin fin. En los sistemas como los descritos en la solicitud de patente de Estados Unidos US2009/0076643 se necesitan muchos cabezales de impresión, o incluso una gran cantidad de cabezales de impresión, específicamente al menos un cabezal de impresión por capa.

El transportador puede ser por ejemplo un disco giratorio como se muestra en la Figura 5, pero preferentemente es una cinta transportadora, más particularmente y una cinta transportadora sin fin. Una cinta transportadora sin fin puede configurarse en una forma geométrica que permita el uso óptimo de espacio disponible y permita transportar los productos a lo largo de o incluso a través de todos los tipos de equipo, como por ejemplo deposición, estampado en seco, y equipo de calentamiento. Si la trayectoria de la plataforma es curvada, como es el caso para un disco giratorio o en las partes de una cinta transportadora, entonces hay una diferencia en la longitud de la trayectoria en la curva interior y en la curva exterior. La compensación de esta diferencia mediante el ajuste de la deposición del material puede ser engorroso. Por esta razón se prefiere una cinta transportadora que comprenda partes rectas.

Como se muestra en la Figura 5, la línea de producción comprende un cabezal de deposición (101) para proporcionar un material a partir del cual tiene que fabricarse el producto. El cabezal de deposición puede ser cualquier tipo de dispositivo de suministro de material dispuesto para depositar el material en capas sobre una plataforma de construcción. El cabezal de deposición puede ser de un tipo que proporciona una capa continua de material, por ejemplo una pistola pulverizadora o una cortina de recubrimiento. Preferentemente el cabezal de deposición es un cabezal de impresión que proporciona gotitas de material a la plataforma de construcción, por ejemplo un dispositivo de impresión por chorro de tinta. Tal dispositivo de suministro de gotitas puede ser un dispositivo de chorro de tinta continuo que expulsa gotitas continuamente en su momento o un dispositivo de goteo a petición. El cabezal de deposición también puede ser un dispensador de polvo. El cabezal de deposición puede ser un cabezal de deposición de exploración que puede moverse de tal manera que el material pueda depositarse en diferentes lugares de la plataforma de construcción. Preferentemente, tal dispositivo de deposición de exploración permite que una viga de material se dirija hacia las diferentes posiciones sobre una plataforma de construcción con una velocidad de exploración que es mucho mayor que la velocidad del transportador. Tal dispositivo de exploración permite hacer patrones complejos mientras que la plataforma de construcción se mueve. Típicamente, el cabezal de deposición puede adecuarse para depositar las capas de un grosor entre 1 micrómetro (μm) y 1 milímetro (mm), más particularmente entre 5 micrómetros y 500 micrómetros, o incluso más particularmente entre 10 micrómetros y 200 micrómetros. Los inventores han depositado ventajosamente capas de un grosor entre 30 micrómetros y 80 micrómetros. La invención sin embargo, no se limita a tales grosores de capa. Los grosores de capa de menos de 1 micrómetro (μm) son factibles, por ejemplo mediante técnicas de deposición como la deposición de capas atómicas. Debido a que tales grosores de capa pequeños requerirán una gran cantidad de capas para obtener un producto con dimensiones macroscópicas, tales capas delgadas pueden ser particularmente de interés para la adición de capas a los productos semiterminados o como una capa funcional en o sobre el producto. Los grosores de capa pueden ser mayores de 1 milímetro (mm), pero los productos compuestos de tales capas tienen una estructura muy rugosa y por lo tanto usualmente requerirán procesamiento adicional, por ejemplo pulido. Además, la solidificación de tales capas gruesas puede ser engorrosa.

Para permitir la fabricación de productos con estructuras detalladas, la resolución lateral del proceso de deposición debe ser alta. Entre otros, esta resolución lateral se determina por el tipo de cabezal de deposición. En las modalidades donde se deposita una capa continua que se solidifica por ejemplo mediante radiación electromagnética, más

particularmente luz UV, la resolución puede ser menor que 10 micrómetros o incluso menor que 1 micrómetro. Cuando se determina la estructura bidimensional por un proceso de impresión, la resolución puede ser menor que 100 micrómetros, o más particularmente menor que 10 micrómetros. Debe apreciarse que no todos los cabezales de deposición de la línea de producción necesitan tener la misma resolución. El tipo de cabezal de deposición, el material a depositar y la funcionalidad de la capa depositada en el producto a fabricar entre otros parámetros, determinarán qué resolución se requiere y es factible.

La línea de producción comprende una o más plataformas de construcción (102) para transportar las capas de material durante la fabricación de un producto como se muestra en las Figuras 6 y 7. Las plataformas pueden desplazarse (104) con relación al transportador (103) en la dirección de construcción. Por lo tanto, en esta modalidad las plataformas de construcción pueden desplazarse alrededor de su posición vertical media tanto hacia arriba como hacia abajo, concretamente lejos del transportador y hacia el transportador. En una modalidad preferida como se muestra en la Figura 6, el transportador (103) se encuentra principalmente por debajo de la plataforma (102). Sin embargo, como se muestra en la Figura 7, una parte del transportador puede situarse por encima de la plataforma. En la modalidad de la Figura 7, el transportador (103) se acopla mecánicamente a una cinta o cable de transporte (112), cuya cinta o cable de transporte se acciona por una maquinaria, por ejemplo un motor eléctrico.

Volviendo a la modalidad mostrada en la Figura 5, se describirán otros aspectos del aparato. Durante el uso de la línea de producción, el transportador moverá la plataforma de construcción hacia y desde el área de deposición (109) de tal manera que la plataforma de construcción se situará entre el cabezal de deposición y el transportador a intervalos de tiempo regulares cuando la plataforma y el cabezal de deposición estén en el área de deposición. En una modalidad preferida de la línea de producción, el cabezal de deposición (101) se fija a una posición con relación al piso sobre el cual se coloca el aparato, de tal manera que el material cae o se expulsa en la dirección de una plataforma de construcción se sitúa por debajo del cabezal de deposición. Durante un intervalo de tiempo seleccionado, la plataforma de construcción recibirá el material. Después que se ha depositado una capa, la plataforma puede moverse hacia abajo para mantener la distancia constante entre el cabezal de deposición y el área objetivo del material, concretamente para que tenga la misma distancia entre la parte superior de las capas ya depositadas y el cabezal de deposición cada vez que la plataforma pasa por el cabezal de deposición. Si la distancia entre el cabezal de deposición y el área objetivo no es muy crítica, la altura de la plataforma no necesita ajustarse antes de cada paso. En tal caso la altura puede ajustarse después que se han depositado unas cuantas capas. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, cuando las plataformas se mueven a una alta velocidad, la distancia entre el cabezal de deposición y el área objetivo es muy crítica. Si la línea de deposición comprende más de un cabezal de deposición o si comprende además del cabezal de deposición otro tipo de dispositivo, la altura de la plataforma puede ajustarse antes que la plataforma de construcción se aproxime a dicho otro cabezal de deposición o segundo dispositivo. Tal ajuste no necesita ser una bajada sino que puede ser también un movimiento en la dirección hacia arriba, por ejemplo debido a que el dispositivo es una cuchilla de corte o un dispositivo de pulido.

La distancia entre el cabezal de deposición y el área objetivo también podría ajustarse mediante el desplazamiento del cabezal de deposición. Sin embargo, tal construcción tiene la desventaja de que el cabezal de deposición tiene que moverse a su nueva posición en un tiempo muy corto, específicamente el tiempo que se necesita para mover las plataformas sobre una distancia que es igual a la separación de dos plataformas en la dirección de transporte. Para una velocidad de transporte típica de 2 m/s y una separación entre dos plataformas de un centímetro, el intervalo de tiempo es solamente 5 ms. El tiempo que está disponible para desplazar la plataforma es mucho mayor. Para los transportadores en los que la trayectoria de las plataformas es, por ejemplo, de 6 metros, el tiempo disponible es de aproximadamente 3 segundos, que es un factor de más de 600.

Los medios de ajuste de altura y la plataforma de construcción pueden colocarse directamente o sobre o unirse al transportador como se muestra esquemáticamente en la Figura 5. Sin embargo, particularmente cuando el transportador es una cinta transportadora, se prefiere una construcción diferente como se muestra en la Figura 6. La Figura 6 muestra dos portadores (111) que comprenden una plataforma de construcción (102) y una base del portador (108), cuya base del portador se une al transportador (103) de tal manera que el transportador transporta el portador cuando el transportador se mueve. Preferentemente, cada portador de la plataforma tiene sus propios medios de ajuste de altura (107) lo que permite que cada plataforma de construcción se mueva con relación al transportador en la dirección de construcción (104), independiente de las otras plataformas e independiente de la posición real de la plataforma. Independiente no significa solamente que la altura de una plataforma puede ser de forma diferente de una plataforma colindante sino también que la altura no se relaciona con la altura de una plataforma colindante. Por ejemplo, las alturas de plataformas subsiguientes no necesitan aumentar o disminuir con la distancia entre sí, pero pueden distribuirse al azar. Una ventaja de tales plataformas independientes es que existe un gran grado de libertad en la fabricación de productos diferentes de manera casi simultánea. Los medios de ajuste de nivel pueden ser mecánicos, por ejemplo mediante el uso de un motor eléctrico y una rueda helicoidal o un motor paso a paso. La altura también puede ajustarse mediante, por ejemplo, un actuador piezoeléctrico. La Figura 7 muestra una modalidad alternativa de la construcción para transportar la plataforma. También en esta modalidad la base del portador se une a un transportador (103). Sin embargo, en esta modalidad el transportador se une en una geometría colgante a una cinta transportadora o cable (112).

La altura de las plataformas de construcción también puede ajustarse a una o más posiciones fijas a lo largo del

transportador sin fin por un dispositivo de ajuste de altura sintonizable. Una modalidad preferida de tal dispositivo de ajuste de altura se muestra esquemáticamente en la Figura 10. La Figura 10A es una vista superior y la Figura 10B es una vista lateral de una parte del aparato. La Figura 10 muestra cuatro plataformas (311, 312, 313, 314) que puede moverse por un transportador (103) en una dirección de transporte (401). Cuando en la siguiente descripción se hace referencia a solamente una plataforma (311) y sus medios de ajuste de altura, tal descripción se refiere también a las otras plataformas y sus medios de ajuste de altura. Sin embargo, aunque se prefiere tener portadores idénticos o casi idénticos, esto no tiene que ser el caso. La plataforma (311) se coloca sobre una base del portador (351), cuya base del portador se une al transportador (103). La base del portador comprende un conector (361) que permite que la base del portador pueda empujarse hacia arriba (404) mientras que se mueve en la dirección de transporte (401). La Figura 10 muestra además una rampa (321), cuya rampa puede fijarse al bastidor del aparato o al suelo o piso (381). Se prefiere que la rampa pueda ajustarse en la dirección vertical (403) por ejemplo por un motor eléctrico o un actuador (371) que puede desplazar la rampa en dirección vertical. La base del portador comprende una rueda (341) que permite que la base del portador se mueva hacia arriba cuando sigue la pendiente de la rampa. Se prefiere una rueda debido a que esta permite el movimiento con casi ninguna fricción, pero otros medios de guiado también pueden satisfacer. En esta modalidad la pendiente debe estar hacia arriba en la dirección de movimiento. Debe apreciarse que la rampa puede ser simétrica con respecto a la línea (410) para permitir el movimiento del transportador en ambas direcciones, por lo tanto en la dirección de la flecha (401) y en la dirección opuesta. Preferentemente la rampa se usa para un desplazamiento vertical grande del portador. Por lo tanto, una rampa se situará en posiciones en el aparato donde el cabezal de deposición o un dispositivo de estampado en seco requiera que la plataforma se mueva a una distancia vertical relativamente grande. Generalmente, el portador comprende un actuador (331) para mover la plataforma con precisión en dirección vertical (402) con relación a la base del portador.

Aunque todos los portadores pueden ser similares en construcción, se prefiere que la posición de la rueda (341) no sea la misma para todos los portadores como se explicará aquí. La rampa es particularmente adecuada para realizar grandes movimientos. Debido a una gran velocidad de transporte de los portadores y la distancia pequeña entre los portadores, será muy difícil mover dos portadores colindantes a diferentes alturas debido a que esto requeriría enormes aceleraciones. Para resolver este problema, el aparato puede comprender múltiples rampas en paralelo como se muestra en la Figura 10A. Aquí el número de rampas (321,322,323) es tres, pero se apreciará que un mayor número de rampas, por ejemplo cinco, puede preferirse y que un menor número puede satisfacer. Cada una de las ruedas (341, 342, 343, 344) de las plataformas subsiguientes (311, 312, 313, 314) se desplaza verticalmente, es decir perpendicular a la dirección de movimiento, con relación a la rueda de su portador colindante de tal manera que las ruedas sigue diferentes rampas. Por lo tanto, la rueda (341) seguirá la rampa (321), la rueda (342) seguirá la rampa (322), rueda (343) seguirá la rampa (343), y la rueda (344) ha seguido la rampa (322). Debido a que la altura de las rampas puede ajustarse independiente de las otras, la altura de la colindante transporta la base y por lo tanto las plataformas pueden ser diferentes. En la modalidad de la Figura 10, cada tercera plataforma (312,314) usa la misma rampa (322). En dependencia de la longitud de la rampa con relación a la distancia de las ruedas en la dirección de transporte (401), puede preferirse la velocidad de transporte, el ajuste requerido de la altura del portador, un mayor número de rampas. Particularmente cinco rampas y cinco posiciones verticales correspondientes de las ruedas parecen ser una modalidad favorable. La modalidad del aparato que comprende varias rampas como se describió anteriormente, proporciona un mayor grado de libertad en la fabricación de diferentes productos en las plataformas colindante.

La línea de producción como se muestra en la Figura 5, comprende además una unidad de recolección (106) para recoger un producto fabricado de la plataforma de construcción. Una ventaja de una unidad de recolección para recoger un producto fabricado de la plataforma de construcción es que cuando un producto se termina puede tomarse de la plataforma de construcción automáticamente. El efecto de tomar un producto automáticamente de la plataforma de construcción es que no hay necesidad de tener una persona disponible para recoger el producto cuando se termina. Preferentemente la unidad de recolección permite que el producto se recoja mientras que el transportador se mueve y por lo tanto la fabricación de otros productos no se retrasa. Esto puede realizarse por ejemplo mediante el movimiento de la unidad de recolección durante el momento de recogida con la misma velocidad de la plataforma de construcción paralelo al transportador. Los expertos en la técnica estarán familiarizados con diferentes tipos de unidades de recolección, como por ejemplo brazos robóticos. La unidad de recolección también puede ser adecuada para colocar un producto sobre la plataforma de construcción. Tal producto puede ser un producto fabricado anteriormente en capas o puede ser por ejemplo un dispositivo con funcionalidad mecánica, eléctrica u óptica específica. Sin embargo, la unidad de recolección y unidad de colocación pueden ser unidades separadas.

La línea de producción puede comprender un dispositivo curado (110) para curar una capa de material de construcción para obtener una capa solidificada y coherente modelada que corresponde a una sección transversal del producto a fabricar. Tal dispositivo curado puede ser un dispositivo proporcionar radiación electromagnética, por ejemplo luz ultravioleta. Preferentemente, tal fuente UV puede proporcionar la radiación UV en un patrón predefinido, por ejemplo por medio de un láser de exploración o un arreglo de pequeñas fuentes UV, como por ejemplo diodos emisores de luz. Sin embargo, en algunas modalidades de la línea de producción, el dispositivo de curado puede proporcionar una condición de curado más o menos homogénea a lo largo de toda el área de la capa. Tal fuente homogénea, por ejemplo una lámpara UV, puede aplicarse después del curado de una capa precurada. También puede aplicarse si la capa se compone de dos tipos de materiales; el material de construcción curable y un material de soporte que no se cura bajo estas condiciones.

Preferentemente, la línea de producción comprende dos o más plataformas de construcción. Tales plataformas de construcción permiten que las ventajas de la línea de producción puedan explotarse incluso mejor. Durante el uso de una línea de producción que comprende varias plataformas de construcción, puede haber productos en diferentes etapas de construcción sobre el transportador lo que resulta en una producción muy flexible. Varias plataformas también pueden ser ventajosas cuando por ejemplo la etapa de recolección del producto de la construcción requiere relativamente mucho tiempo, más particularmente requiere que el transportador sea más lento. En tal caso uno puede preferir fabricar productos sobre las diferentes plataformas y después que el último producto se termina, ralentizar el transportador para recoger los productos de las plataformas de construcción.

Para obtener una línea de producción flexible que permita que se produzcan diferentes productos y para producir productos en diferentes etapas de producción simultáneamente, las diferentes plataformas pueden desplazarse independiente una con respecto a otra en la dirección de construcción con relación al transportador.

Durante la fabricación aditiva, las capas se depositan una encima de la otra. Esto puede resultar en una acumulación de errores en el grosor. También la recogida de un producto semiterminado y su reemplazo sobre una plataforma puede introducir errores. Por esta y otras razones puede ser ventajoso tener la posibilidad de ajustar la altura de un producto. Si la altura durante una cierta etapa de la fabricación es muy baja, puede depositarse una capa adicional. Si, sin embargo, el producto es muy alto, debe retirarse algo de material. Para permitir tal remoción la línea de producción puede comprender una unidad de corte para retirar el material del producto ya fabricado. Tal unidad de corte puede comprender una cuchilla que se ajusta tal como para retirar una rebanada del material solidificado. Debido al hecho de que el aparato permite el rápido movimiento de las plataformas y por lo tanto de los productos con relación a la cuchilla, típicamente la velocidad puede ser de hasta varios metros por segundo, tal corte puede aplicarse favorablemente. Una modalidad de tal unidad de corte se muestra en la Figura 8. La unidad comprende una cuchilla (121) que se une al aparato mediante una etapa (122, 123) que permite que se posicione la cuchilla. La etapa se configura para mover la cuchilla en la dirección vertical para ajustar la altura de la cuchilla con respecto a la plataforma (102). Preferentemente, la cuchilla puede girarse a lo largo de un eje vertical (124) para variar el ángulo en el plano (125) entre el borde de corte (126) de la cuchilla y la plataforma.

La invención no se limita a las dimensiones específicas o a las especificaciones técnicas de la línea de producción y sus elementos. Las plataformas de construcción pueden tener un área rectangular que es típicamente menos de 400 mm x 200 mm, más particularmente menos de 200 mm x 200 mm, o menos de 100 x 200 mm, o incluso más particularmente menos de 100 mm x 50 mm. Los inventores prefieren un área de construcción de 50 mm x 75 mm. Sin embargo, el área de deposición también puede ser mayor de 400 mm x 200 mm. La plataforma de construcción no necesita ser rectangular, pero puede por ejemplo también ser elíptica, o más específico redonda como se muestra en la Figura 1. Una ventaja de una plataforma rectangular es el uso óptimo de espacio. El área de la plataforma puede adaptarse a una forma específica del área del suelo del producto a fabricar. El número de plataformas de construcción no se limita y se elegirá en la práctica teniendo en cuenta el número de diferentes productos a fabricar, el tamaño de los productos, las dimensiones máximas de la línea de producción u otros criterios. Un número típico de plataformas de construcción está entre 300 y 10, más particularmente entre 200 y 50, o incluso más particularmente entre 150 y 75. Los inventores prefirieron un número de 100. El número de plataformas puede ser par o impar. Básicamente, no hay límite superior del número de plataformas. Debe apreciarse que la línea de producción puede explotarse particularmente de manera ventajosa si comprende un número significativo de plataformas de construcción. Sin embargo, la línea de producción puede tener un número limitado de nueve plataformas de construcción o menos para aprovechar la exposición repetida al cabezal de deposición y la posibilidad de recoger productos de la línea de producción sin la necesidad de detener el transportador. La velocidad del transportador puede ajustarse, ya sea durante el funcionamiento de la línea de producción o de antemano. Típicamente la velocidad del transportador puede ser entre 10 m/s y 1 m/s, por ejemplo 2 m/s o 4 m/s dependiendo, entre otros del tipo de cabezales de deposición. Sin embargo, las velocidades mayores de 10 m/s parecen factibles para las modalidades específicas, mientras que las velocidades menores que 1 m/s o incluso 0.5 m/s pueden ser adecuadas para otras modalidades. Un aparato que comprende un cabezal de deposición de gotitas a petición puede tener por ejemplo una velocidad de 1.5 m/s o menos. El ajuste durante el uso puede permitir la ralentización o aceleración del transporte de las plataformas de construcción. Tal ajuste de la velocidad puede ser ventajoso cuando un proceso específico tiene que realizarse, por ejemplo la recogida o colocación de un producto. En una modalidad específica, el portador o algunos de los portadores pueden comprender medios para desplazar la plataforma de construcción con relación a la base del portador en una dirección perpendicular a la dirección de construcción, más particularmente en la dirección de transporte. Tales medios permiten que una plataforma individual se acelere o ralentice con relación a las otras plataformas colindantes. Tales medios de desplazamiento pueden ser adecuados para la colocación de objetos sobre o en el producto.

Una modalidad de una línea de producción (200) para la fabricación en capas de productos tangibles se muestra en la Figura 9. Esta figura ilustra que muchos tipos diferentes de equipos y dispositivos pueden colocarse alrededor del transportador. Los ejemplos de tales equipos y dispositivos son una primera impresora de chorro de tinta (201) para imprimir un primer tipo de resina curable, una segunda impresora de chorro de tinta (202) para imprimir un segundo tipo de resina curable, un dispositivo de chorros (203) para depositar metales como por ejemplo estaño, un robot de recolección (204) para recoger un producto desde una plataforma de construcción (205), una guía de colocación (206) para colocar un objeto sobre una plataforma de construcción, una lámpara UV (207) para curar las resinas, un arreglo

LED (208) para curar resinas, un dispositivo de calentamiento (209) para sinterizar una capa que comprende metal, una estación de medición de altura(210) para medir la altura de un producto sobre una plataforma de construcción, un dispositivo de eliminación de capas (211) para retirar el material, por ejemplo mediante corte, una unidad de control (212) para controlar el proceso de producción, una estación de ajuste de altura (213) para desplazar las plataformas de construcción a una altura predefinida por encima del transportador y una unidad de recolección y colocación (214) para reemplazar los productos que se han estampado en seco mientras se retiran del transportador. La línea de producción puede comprender además un segundo transportador (215) para procesar un producto en una estación de procesamiento (216). Tal estación de procesamiento puede configurarse por ejemplo para tratar una superficie del producto, para depositar una capa atómica, o para insertar componentes electrónicos. Los productos pueden colocarse sobre el segundo transportador por un robot (204), recogerse del segundo transportador y colocarse sobre una plataforma (205). Sin embargo, el primer y segundo transportador también puede configurarse de manera que una plataforma se dirija del primer transportador al segundo transportador. El aparato puede comprender además un lector (217) para la lectura automática de códigos unidos a las plataformas, sustratos o productos. El lector puede ser un lector óptico adecuado para leer los códigos como un código de barras o un código QR. Sin embargo, también puede ser un lector de radio adecuado para leer información de, por ejemplo, etiquetas RFID, o un lector magnético para leer información en una tira magnetizable. El lector puede enviar la información a una unidad de control, cuya unidad de control puede comprender un programa informático para almacenar la información sobre la plataforma y el producto colocado sobre esta. Tal programa informático puede decidir sobre las etapas de procesamiento adicional que se han de realizar con respecto al producto o la plataforma.

La invención se refiere a un método y un aparato para fabricar productos tangibles. Las partes de construcción mencionadas en relación con el método pueden implementarse en el aparato, incluso si esto no se menciona explícitamente. Además, un experto en la técnica sabrá cómo implementar las etapas del método en el aparato. También las etapas de procesamiento referidas en la descripción del aparato pueden implementarse en el método.

Reivindicaciones

1. El método para fabricar productos tangibles mediante la fabricación en capas que comprende las etapas de
 - depositar en un área de deposición, mediante el uso de un dispositivo de suministro de material, una capa de material de construcción sobre una primera plataforma de construcción (102) para construir un primer producto en capas,
 - transportar, mediante el uso de un transportador, (103) la primera plataforma de construcción lejos del área de deposición,
 - retirar el primer producto en capas de la primera plataforma de construcción,
 - ajustar la distancia entre el dispositivo de suministro de material y la primera plataforma de construcción en una dirección que es paralela a la dirección de construcción,
 - depositar el material de construcción sobre dicha primera plataforma de construcción para obtener un segundo producto en capas después que se ha retirado el primer producto en capas,
 - dicho ajuste se realiza mediante el movimiento de la plataforma de construcción con relación al transportador y porque el transportador mueve la plataforma de construcción más allá del dispositivo de suministro de material repetidamente para obtener el primer producto en capas, y
 - caracterizado porque el método comprende además la etapa de depositar en el área de deposición, mediante el uso del dispositivo de suministro de material, una capa adicional de material de construcción sobre una segunda plataforma de construcción, la primera y segunda plataformas pueden desplazarse independientemente entre sí en la dirección de construcción con relación al transportador.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, durante la deposición de la capa, el transportador mueve la plataforma con una velocidad de al menos 1m/s con relación al dispositivo de suministro de material.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una etapa de solidificación del material de construcción en un patrón predefinido después que una capa del material se deposita sobre la plataforma de construcción.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una etapa de depositar un material de soporte para el material de soporte de construcción.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el método comprende además las etapas de
 - procesamiento adicional del primer producto después que se ha retirado de la plataforma de construcción, y
 - colocación de este primer producto procesado en una plataforma de construcción que se transporta por el transportador.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una etapa de retirar el material del primer producto mientras que dicho producto se une a la plataforma.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende además la etapa de colocar un objeto sobre la plataforma de construcción.
8. La línea de producción (100) para la fabricación en capas de productos tangibles que comprende
 - una primera plataforma de construcción (102) para transportar un producto tangible,
 - un cabezal de deposición (101) para proporcionar una capa de material de construcción sobre la primera plataforma de construcción,
 - un transportador (103) para transportar la primera plataforma de construcción en un plano de transporte,
 - medios de ajuste de altura (107) para ajustar la distancia entre el cabezal de deposición y la primera plataforma de construcción,
 - el transportador es un transportador para transportar la primera plataforma de construcción hacia el cabezal de deposición y lejos del cabezal de deposición repetidamente, y
 - los medios de ajuste de altura se configuran para desplazar la primera plataforma de construcción con relación al transportador en una dirección perpendicular al plano de transporte, y caracterizado porque
 - la línea de producción comprende además una segunda plataforma de construcción para recibir dicho material, cuya segunda plataforma de construcción puede transportarse por dicho transportador y la primera y segunda plataformas pueden desplazarse independientemente entre sí en la dirección de construcción con relación al transportador.
9. La línea de producción de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el transportador es un transportador sin fin y la línea de producción comprende además una unidad de recolección (106) para recoger un producto de la plataforma de construcción.
10. La línea de producción de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la plataforma de construcción y los medios de ajuste de altura se posicionan sobre una base del portador, cuya base del portador puede transportarse por el transportador.

ES 2 614 985 T3

11. La línea de producción de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además una unidad de colocación para colocar un producto sobre una plataforma de construcción.
- 5 12. La línea de producción de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además una unidad de corte para retirar el material de un producto fabricado mientras que el producto se transporta por el transportador.
13. La línea de producción de acuerdo con la reivindicación 8 que comprende un dispositivo de ajuste de altura sintonizable que comprende una rampa para desplazar la plataforma en una dirección vertical.
- 10 14. La línea de producción de acuerdo con la reivindicación 8 que comprende un lector y una unidad de procesamiento para controlar las etapas de procesamiento de un producto.

Fig. 1

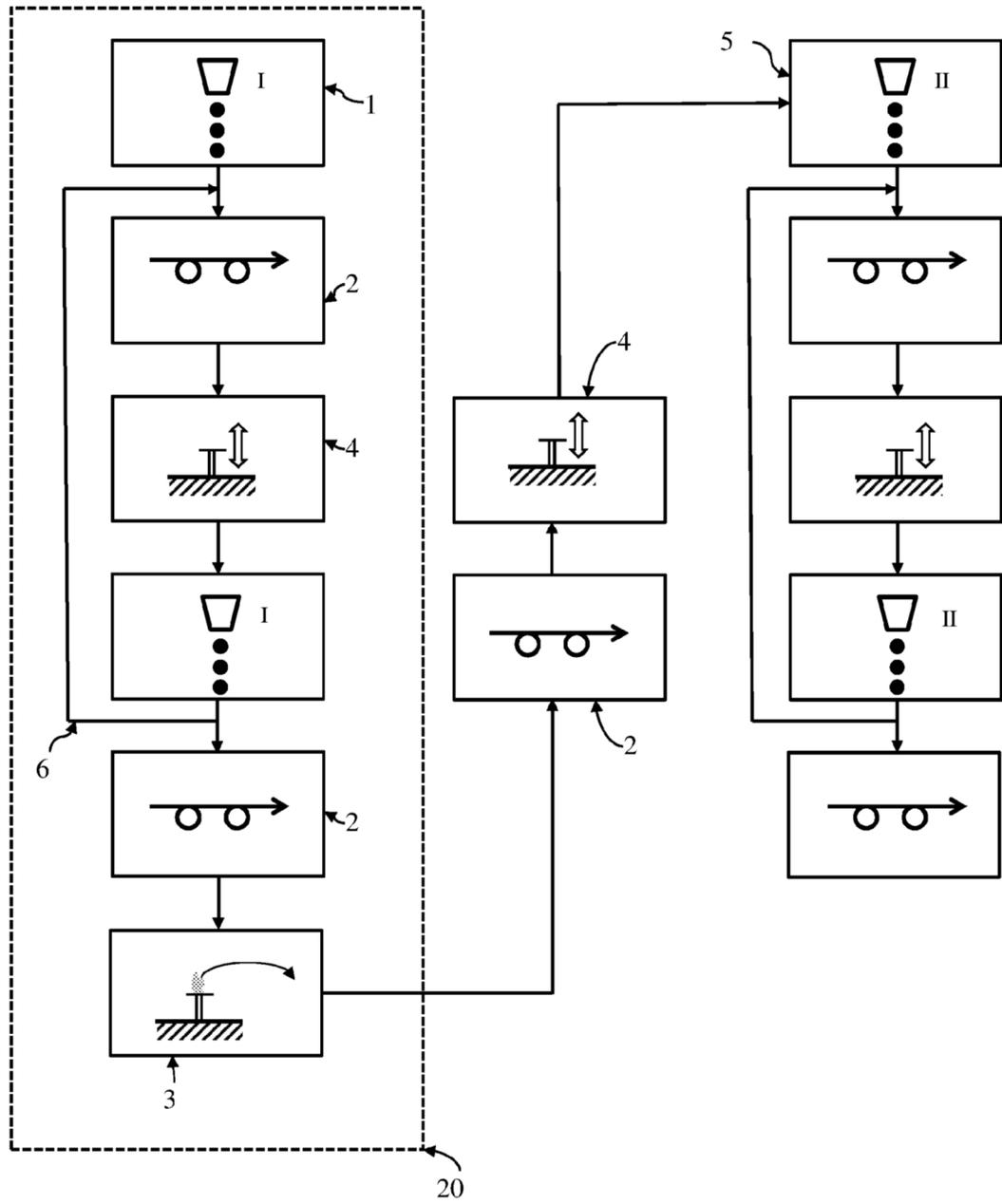


Fig. 2

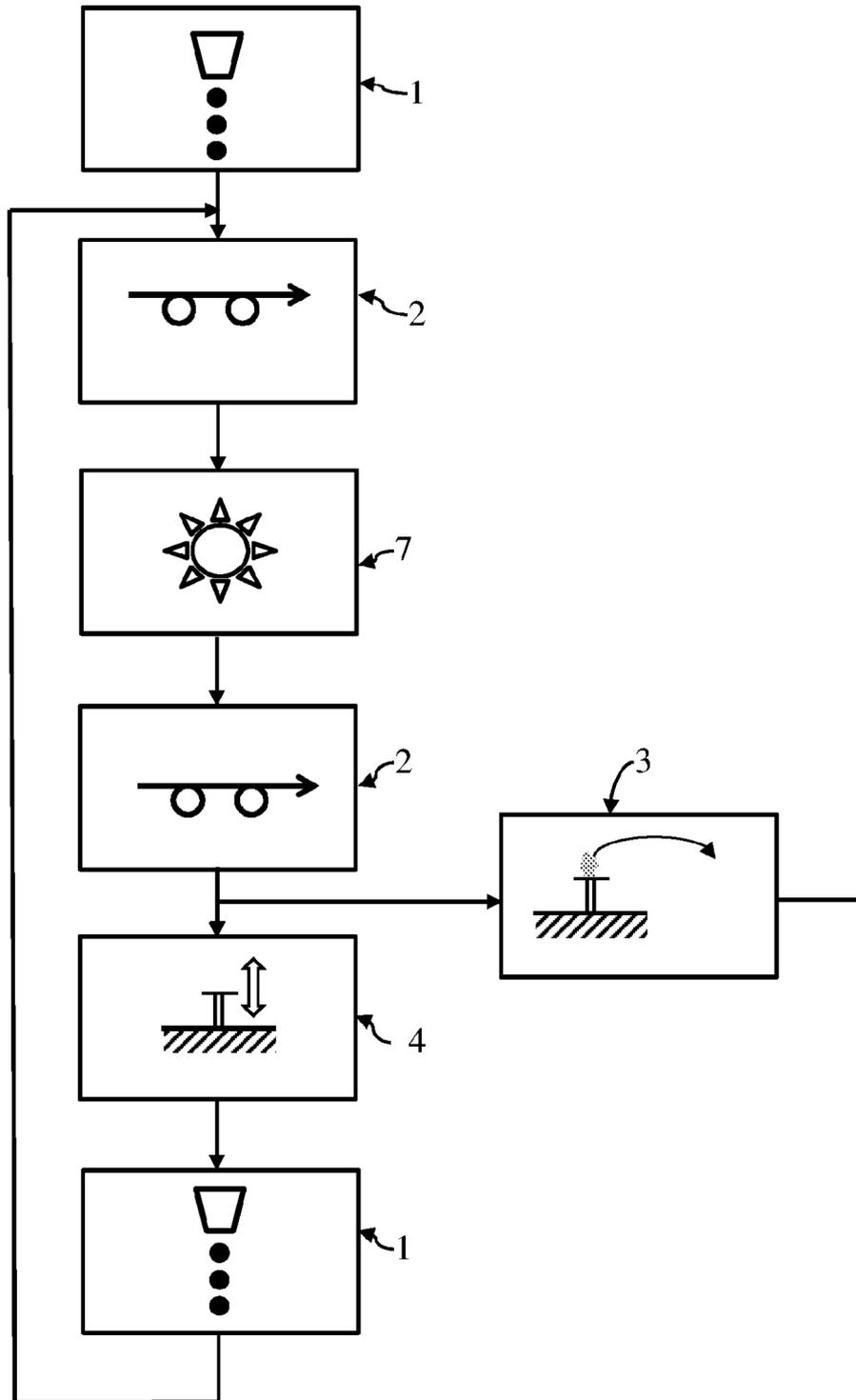


Fig. 3

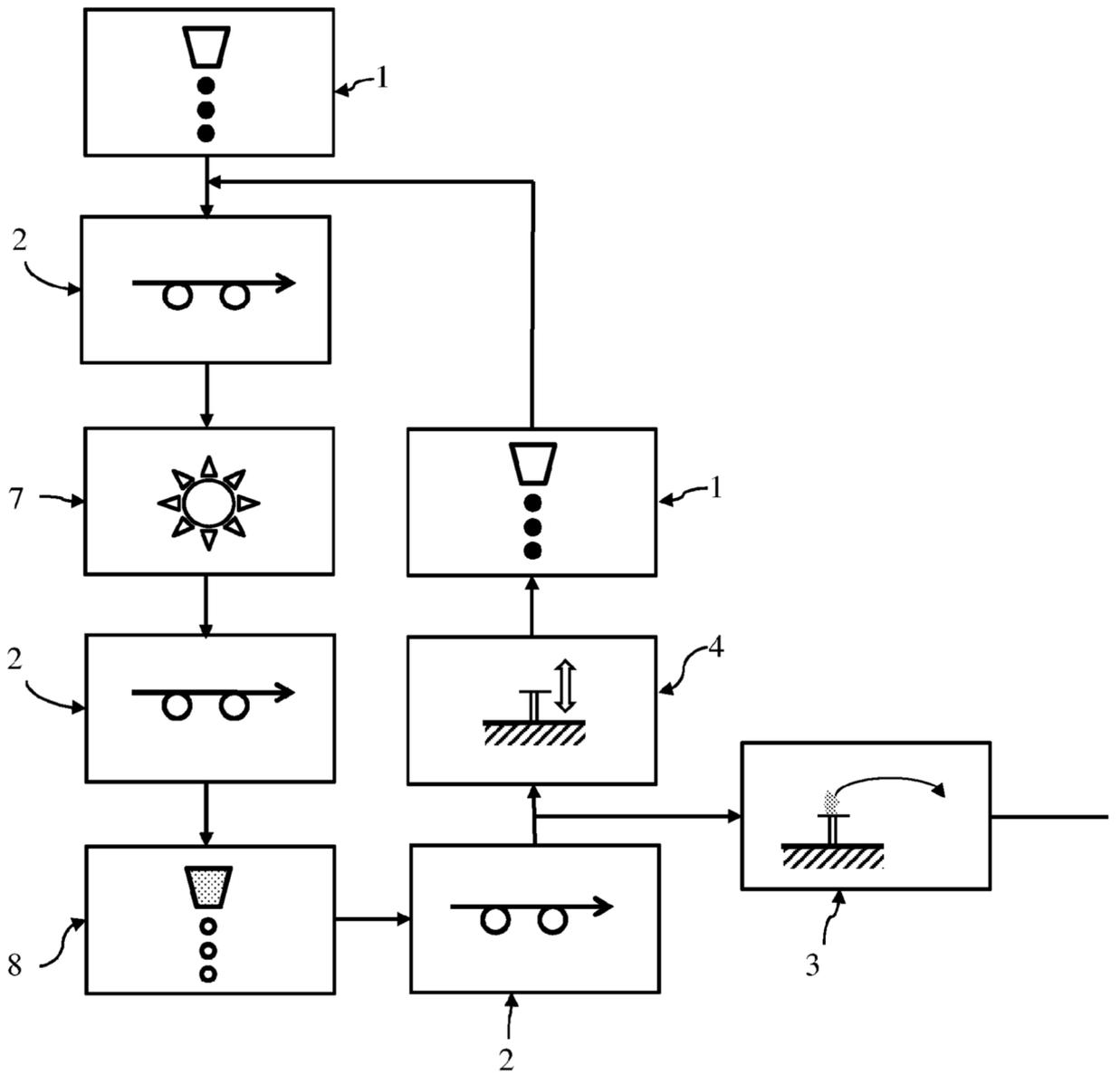


Fig. 4

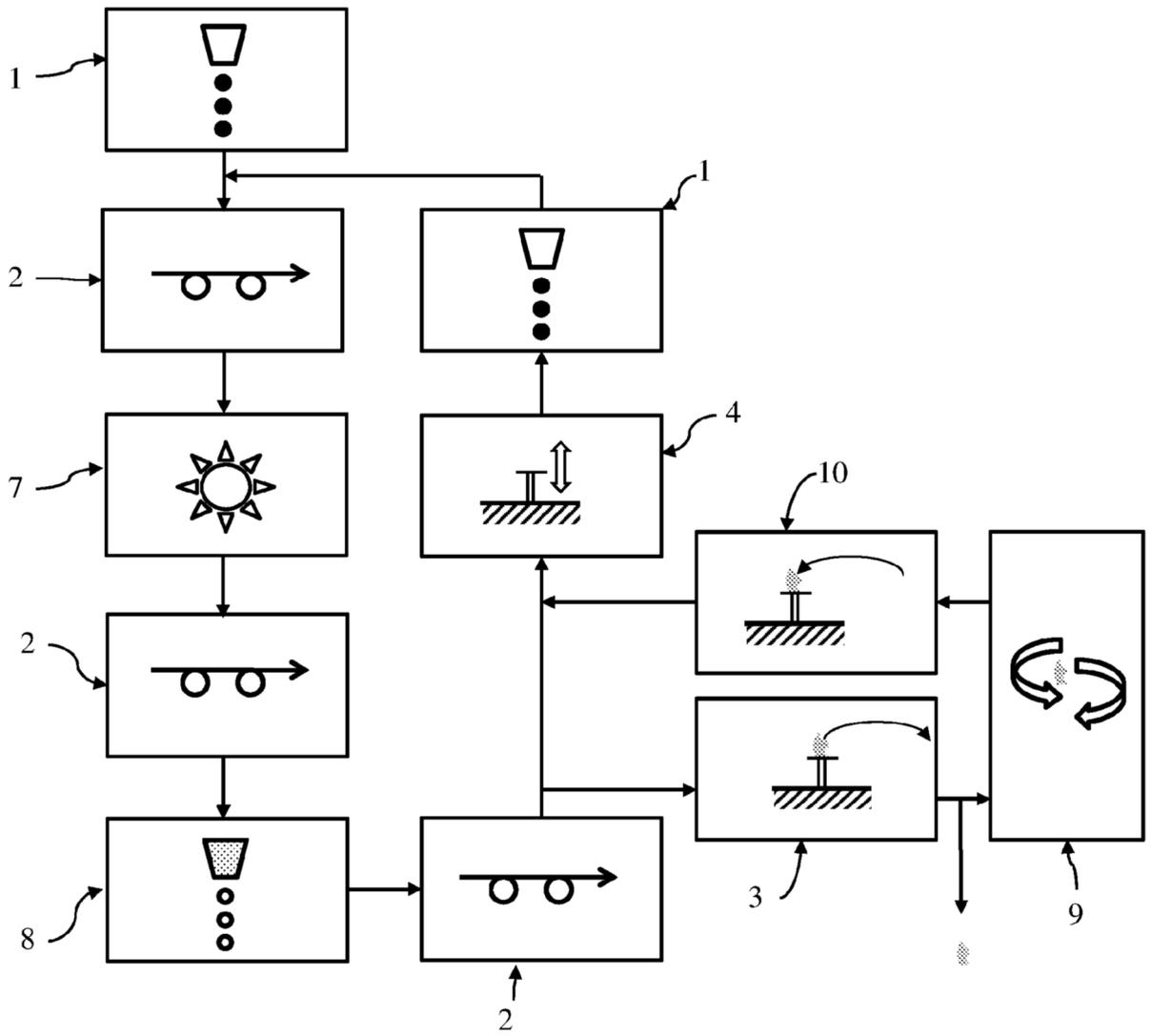


Fig. 5

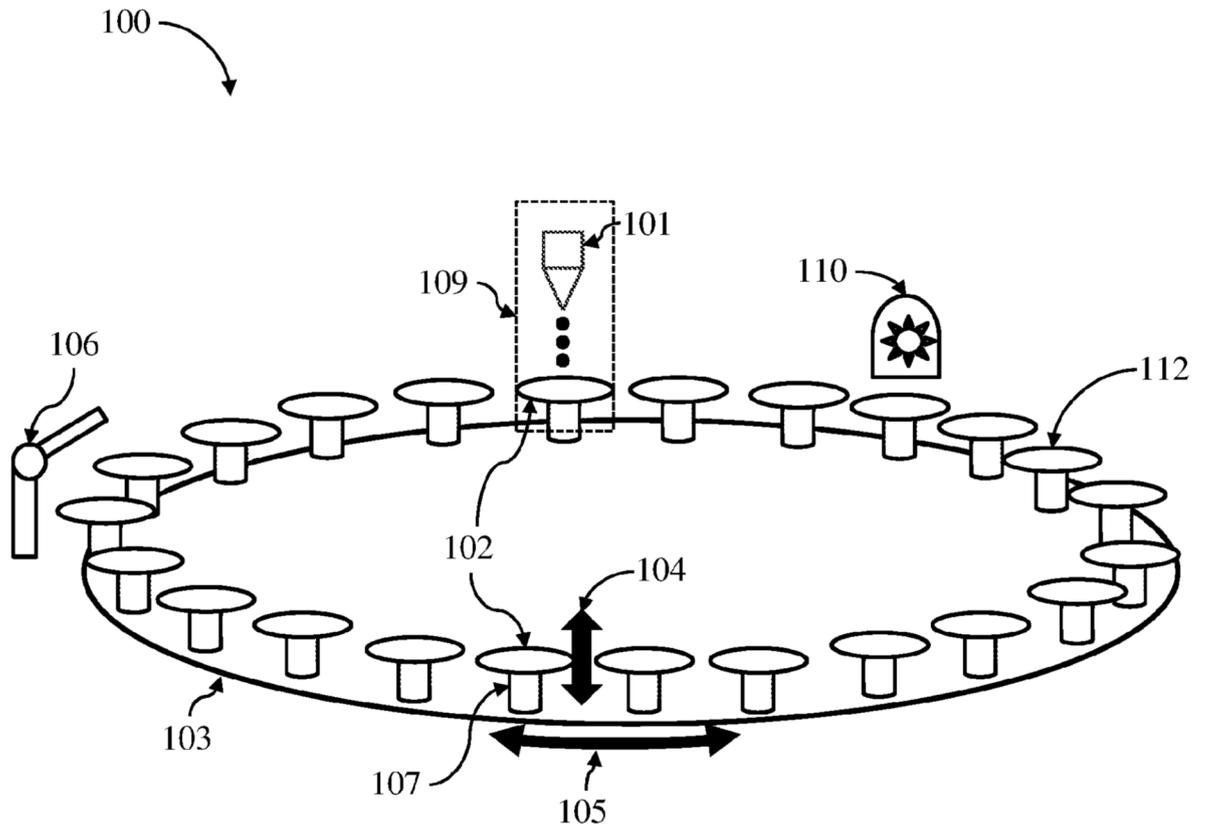


Fig. 6

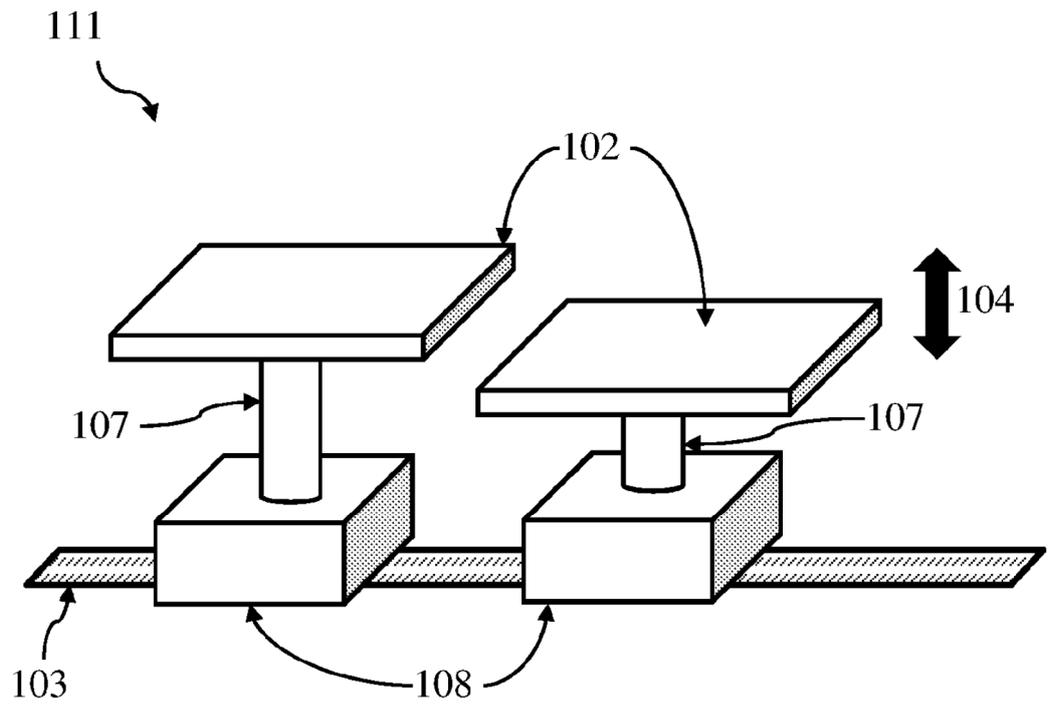


Fig. 7

111 ↘

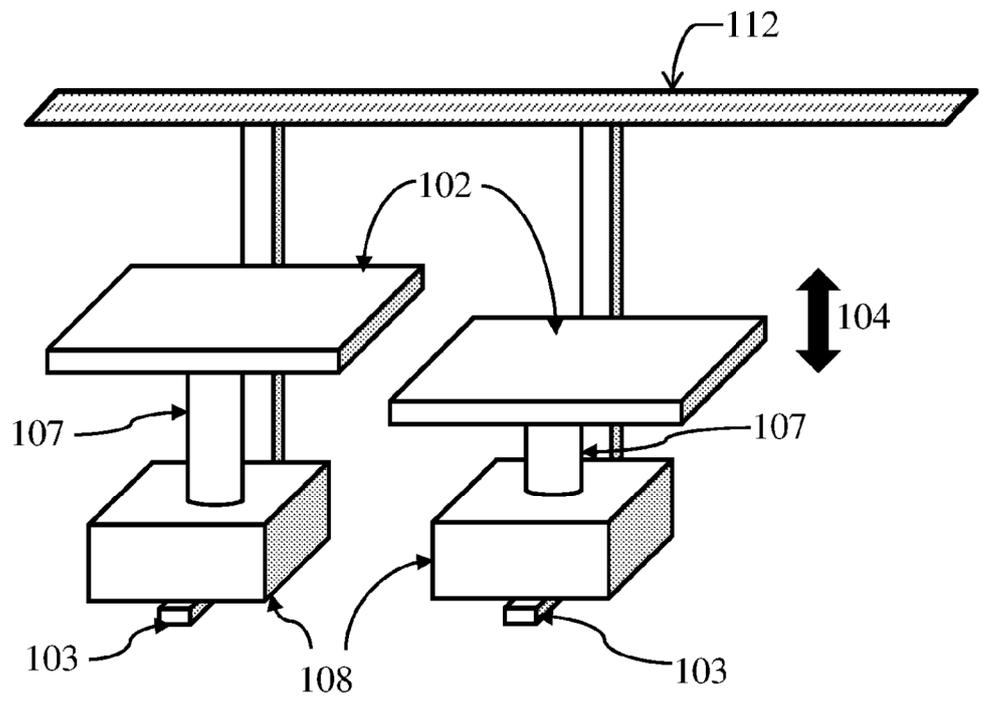


Fig. 8

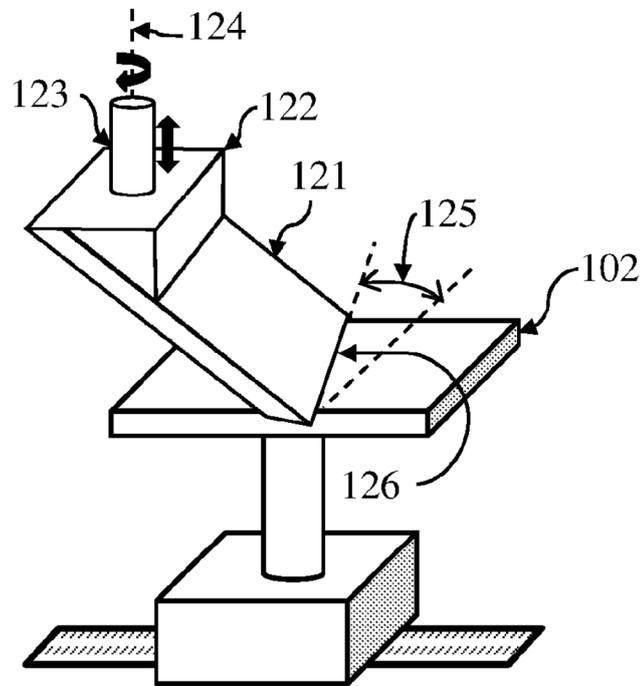


Fig. 9

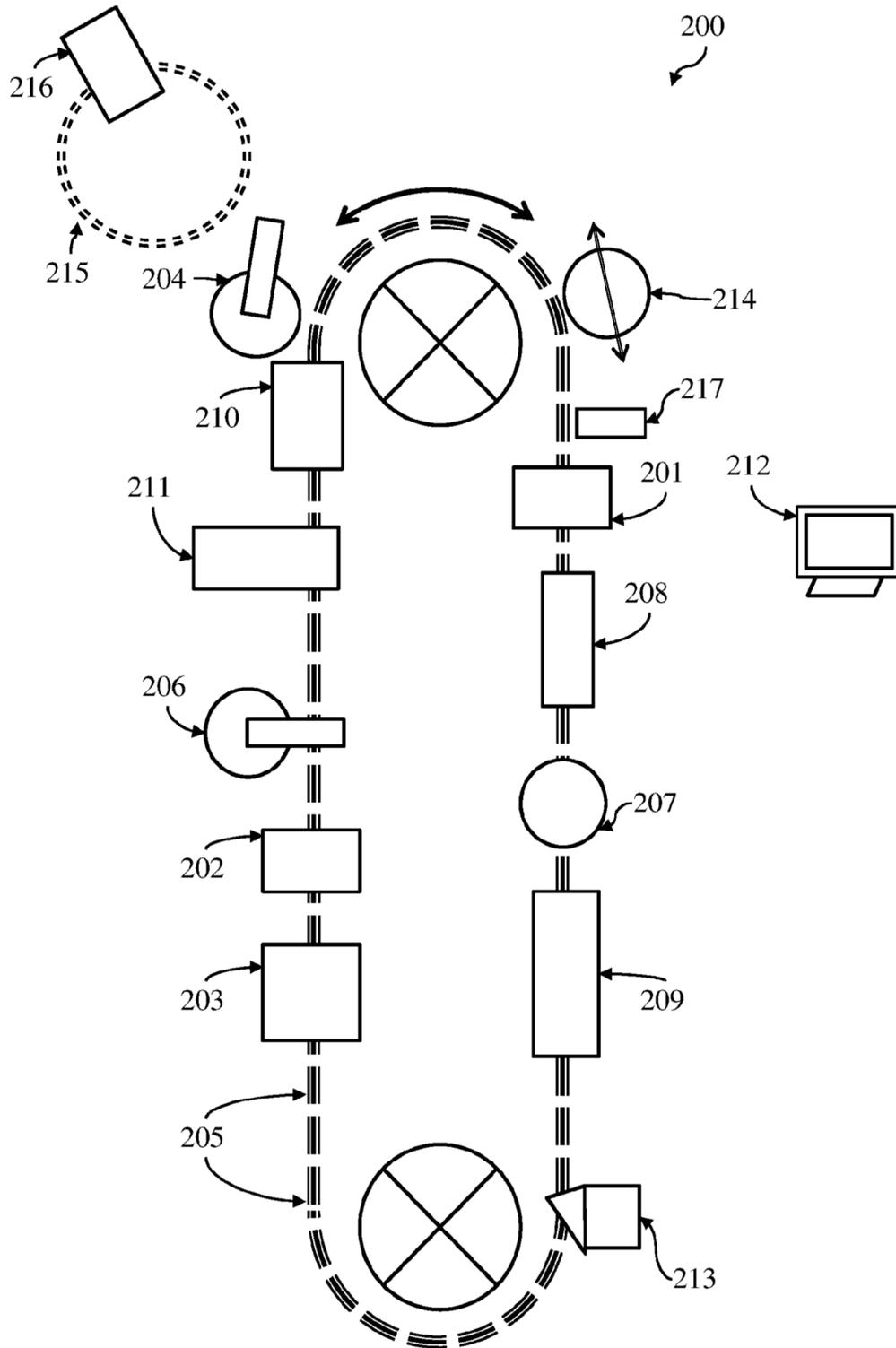


Fig. 10

Fig. 10A

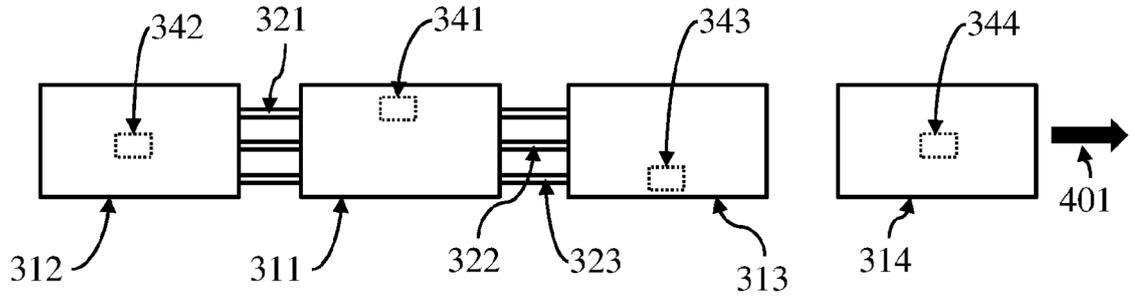


Fig. 10B

