

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 712**

51 Int. Cl.:

B29C 64/165 (2007.01)

B29C 64/153 (2007.01)

B22F 3/105 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.01.2017 PCT/EP2017/050082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2018 WO18127276**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2017 E 17700106 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2023 EP 3565707**

54 Título: **Método para imprimir un producto 3D y dispositivo de impresión en 3D**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
06.06.2023

73 Titular/es:

**L3F SWEDEN AB (100.0%)
Rotkilen 11
545 31 Töreboda, SE**

72 Inventor/es:

EDVINSSON, JERRY

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 942 712 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 para imprimir un producto 3D y dispositivo de impresión en 3D

5 **Campo técnico**

Método para fabricar uno o más productos 3D mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa y un dispositivo de impresión en 3D para fabricar uno o más productos 3D mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa.

10

Antecedentes

Las técnicas de fabricación aditivas comprenden un proceso que implica reunir o combinar materiales para fabricar productos 3D a partir de datos de modelización en 3D, de forma típica un archivo de diseño asistido por ordenador, habitualmente capa a capa, a diferencia de las metodologías de fabricación sustractiva, tal como el mecanizado tradicional. Estos elementos de volumen elemental, a veces denominados “vóxeles”, pueden crearse y yuxtaponerse utilizando una variedad de principios técnicos distintos, por ejemplo, proporcionando gotas de monómeros fotopolimerizables por medio de un cabezal de impresión, fotopolimerizando selectivamente con una fuente de luz UV cerca de la superficie de un baño de monómero (técnica de estereolitografía), o fundiendo el polvo de polímero [(fusión selectiva por láser (SLM) o sinterización por láser selectiva (SLS)] por mencionar algunos.

20

Las técnicas de fabricación aditiva permiten definir la geometría de productos 3D con gran flexibilidad, pero plantean una serie de problemas. En algunos campos, existe la necesidad de fabricar productos relativamente grandes y geométricamente complicados y a bajo coste. En otros campos, se ha tenido cuidado de fabricar productos pequeños, incluso a escala micrométrica o nanométrica. Independientemente del campo, el tiempo de fabricación puede tener un impacto significativo en los costes. Para reducir el tiempo de fabricación se ha intentado imprimir productos continuos que sustancialmente no muestran capas distintas. Dichos métodos de fabricación en 3D que permiten la impresión de dichos productos pueden tener la ventaja de no estar restringidos para situar el modelo 3D de forma específica con respecto al volumen de impresión. Esto se describe en la solicitud de patente internacional n.º WO2006033621A1 concedida a L3F, por ejemplo.

25

30

La solicitud de patente estadounidense n.º US 2015/0290881 A1, de VoxelJet AG, describe un dispositivo para producir modelos 3D de forma continua. El dispositivo alimenta la capa en una dirección horizontal y aplica capas individuales espacialmente en un ángulo perpendicular a la horizontal. El ángulo se selecciona de forma que sea más pequeño que el ángulo específico de apoyo del material en polvo correspondiente. Sin embargo, existen informes de colisiones entre el cabezal de impresión y el material particulado acumulado que pueden dañar tanto el cabezal de impresión como el espacio de construcción. Aunque la solución presentada en la solicitud de patente estadounidense n.º US 2015/0290881 A1 está dirigida a la resolución de este problema, parece que aquí hay espacio para mejoras.

35

DE 102012-004-213 A1 describe dos métodos de fabricación distintos. En un primer método, las capas de construcción se aplican en un ángulo α respecto a una superficie de formación que puede moverse para permitir la fabricación continua de objetos. Un segundo método es un procedimiento de rotación donde las capas de construcción se aplican y se unen desde la parte inferior hacia arriba en un patrón de forma en espiral.

40

Además, los dispositivos tradicionales de impresión en 3D que utilizan espacios de construcción confinados tienen el inconveniente de requerir una gran cantidad de material a granel incluso cuando se imprimen productos 3D muy pequeños. Esto aumenta el tiempo de construcción, o el tiempo de fabricación, y aumenta el tiempo de restablecimiento para el dispositivo de impresión en 3D. Además, hay una eficiencia relativamente baja en términos de reciclaje de material a granel abundante, es decir, el material a granel que no se ha unido a un producto 3D. Solo como ejemplo, puede descartarse un 20 % o más del material a granel debido a que el material a granel es inapropiado para ser utilizado de nuevo como material a granel. Las partes del material a granel pueden dañarse o volverse menos adecuadas por la acción de unión, por ejemplo.

45

50

Resumen

Un objeto de la descripción es proporcionar un método de fabricación que sea económico y eficiente en tiempo. El objeto se logra al menos parcialmente proporcionando un método según la reivindicación 1. El objeto se logra al menos parcialmente mediante un método para la fabricación de uno o más productos 3D mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa que utiliza un dispositivo de impresión en 3D. El dispositivo de impresión en 3D comprende al menos una unidad de aplicación de capas para depositar una pluralidad de capas de material, un soporte dispuesto para recibir las capas de material, y una unidad de unión de capas para unir partes seleccionadas de las capas de material entre sí de forma que se forman uno o más productos 3D. El método comprende las etapas de depositar las capas de material que forman un volumen de material a granel. Se evalúa el material utilizado en las capas de material para establecer el ángulo de reposo del material. La al menos una unidad de aplicación de capas aplica las capas de material paralelas al soporte, depositándose la pluralidad de capas de material de forma que al menos un lado del volumen (51, 51', 51'') de material a granel tenga un ángulo (α) con respecto al soporte (4) que es

55

60

65

igual a, o menor, que el ángulo de reposo para el material utilizado para la pluralidad de capas de material y las capas de material se aplican de tal forma que el volumen de material a granel comprende una parte de base y una parte superior, por lo que el volumen de material a granel se forma de forma que la parte superior sea más pequeña que la parte de base.

El método reduce la cantidad de material que es necesario preparar para la impresión en 3D. El material particulado puede requerir secado, filtrado y ajustes de temperatura antes de su uso para la impresión en 3D. Reduciendo la cantidad de material particulado requerido, puede ahorrarse energía, costes y tiempo de fabricación. Además, reduce el desgaste del material particulado que después de que la impresión en 3D ha terminado normalmente se recicla a una cámara de almacenamiento en la que puede prepararse para la siguiente ejecución. El método reduce el tiempo de construcción total requerido, ya que se requieren menos repeticiones y debe eliminarse un material menos abundante para liberar los productos 3D impresos.

La pluralidad de capas de material se deposita de modo que al menos un lado del volumen de material a granel tiene un ángulo con respecto al soporte que es igual, o inferior, al ángulo de reposo para el material utilizado para la pluralidad de capas de material. Por lo tanto, el volumen de material a granel se estrechará hacia la parte superior. El método considera el ángulo de reposo para el material específico utilizado y puede compensar, o adaptarse, para esto cuando se aplican las capas de material. Esto elimina la necesidad de llenar todo el vacío definido por el recipiente como en algunas soluciones de la técnica anterior. Ahorra material, reduce el desgaste del material particulado, que puede reciclarse de nuevo para una segunda ejecución después de que se haya completado la impresión en 3D.

La pluralidad de capas de material puede depositarse de forma que al menos dos lados del volumen de material a granel tengan un ángulo con respecto al soporte que sea igual a, o inferior, al ángulo de reposo para el material de la pluralidad de capas de material. Por lo tanto, el soporte puede estar provisto de dos paredes de soporte. Sin embargo, esta etapa también permite una fabricación ajustada incluso si un soporte está completamente contenido, por ejemplo, por cuatro paredes de soporte.

El soporte puede comprender al menos una primera pared de soporte. La primera pared de soporte, o dos o más paredes de soporte, o todas las paredes de soporte pueden disponerse en un ángulo con respecto al soporte de 80-100 grados, preferiblemente aproximadamente 90 grados, incluso más preferiblemente 90 grados. El soporte puede comprender además una segunda pared de soporte, la primera y la segunda paredes de soporte están dispuestas preferiblemente opuestas entre sí, y por lo que las capas de material se aplican de tal forma que están soportadas por al menos la primera y segunda paredes de soporte. Esto proporcionará una parte superior con un nervio o cresta. Esta es una forma eficiente de proporcionar volumen al tiempo que se mantiene la eficiencia.

La al menos una unidad de aplicación de capa puede disponerse para aplicar las capas de material en una dirección perpendicular al soporte. La aplicación de las capas de material perpendiculares al soporte, o al plano definido por el soporte, proporciona capas aplicadas con precisión. Las capas de material también son relativamente fáciles de nivelar, por ejemplo, utilizando una unidad de nivelación.

El material utilizado en la capa de material se evalúa para establecer el ángulo de reposo del material. Por lo tanto, una etapa del método puede establecer primero el ángulo de reposo para el material seleccionado. Después, el ángulo de reposo medido se introduce en un algoritmo que funciona para formar y/o encontrar el perímetro o contorno adecuado del volumen de material a granel. Opcionalmente, el ángulo de reposo puede descargarse de una base de datos, recuperarse como un valor de memoria almacenado, por ejemplo, desde un dispositivo de almacenamiento.

El método descrito en la presente memoria es especialmente ventajoso para dispositivos de impresión en 3D de alta capacidad. Por dispositivo de impresión en 3D de alta capacidad se entiende un dispositivo de impresión en 3D que tiene un volumen de impresión de 1 m³ o más, tal como 2 m³ o más, 3 m³ o más, 4 m³ o más, 5 m³ o más, 6 m³ o más. Cuando se utilizan dispositivos de impresión en 3D de alta capacidad, un material a granel abundante puede ser más difícil de manejar debido a las altas cantidades de material a granel abundante.

La pluralidad de capas de material puede depositarse de forma que al menos un lado del volumen de material a granel tenga un ángulo con respecto al soporte que sea menor de 45 grados.

El volumen de impresión en 3D puede formarse parcialmente en un espacio confinado, estando formado el espacio confinado por el soporte y al menos cuatro paredes de soporte. Como se ha mencionado, el soporte puede estar provisto de paredes de soporte. El espacio confinado puede estar provisto de paredes de soporte separables. Opcionalmente pueden abrirse una o más de las paredes de soporte, permitiendo que un operario entre en el espacio confinado proporcionado por las paredes de soporte. Esto proporciona flexibilidad tanto en el manejo como en el funcionamiento del dispositivo de impresión en 3D. En términos generales, un método según la descripción puede comprender la etapa de; retirar o abrir una pared de soporte para acceder al soporte. Cuando se accede al soporte, un operario o un proceso automatizado puede retirar material a granel abundante y/o los productos 3D impresos.

El volumen de material a granel puede disponerse fuera del espacio confinado. Un método según la descripción permite en realidad que un volumen de impresión se extienda más allá del espacio confinado generalmente

proporcionado por el receptáculo definido por el soporte y las paredes de soporte. Como el método tiene en cuenta y puede formar un volumen de material a granel basado en el ángulo de reposo del material utilizado para el material a granel, el volumen de impresión de un receptáculo puede extenderse, así como aplicarse directamente sobre, un soporte dentro de un receptáculo. En este último caso, la parte superior del volumen de material a granel puede disponerse dentro del espacio confinado.

La unidad de aplicación de capas puede tener un plano operativo a lo largo del cual la unidad de aplicación de capa se desplaza de forma alternativa, y donde la parte de base del volumen de material a granel es paralela al plano operativo. La aplicación de la capa de material se vuelve muy precisa cuando se hace funcionar la unidad de aplicación de capa en paralelo con el soporte, y el plano definido por el soporte. Dicho plano es generalmente paralelo al plano X-Y del dispositivo de impresión en 3D.

La parte de base puede aplicarse de forma que la parte de base del volumen de material a granel esté más lejos de la unidad de aplicación de capa que la parte superior del volumen de material a granel.

Los datos del modelo 3D pueden tratarse determinando la extensión de cada modelo 3D en al menos uno de los ejes X, Y, Z, y el ángulo de reposo del material utilizado como material a granel para determinar el contorno exterior del volumen de material a granel. El método puede comprender la etapa de determinar el contorno requerido, o extensión del volumen de material a granel con respecto a un eje seleccionado, para permitir apropiadamente que se impriman todos los productos 3D seleccionados.

La presente descripción también se refiere a un dispositivo de impresión en 3D para la fabricación de uno o más productos 3D mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa. El dispositivo de impresión en 3D comprende un soporte sobre el cual pueden situarse una pluralidad de capas de material, al menos una unidad de aplicación de capas para depositar la pluralidad de capas de material paralelas al soporte utilizando un material que tiene un ángulo de reposo, y una unidad de unión de capas para unir partes seleccionadas de la pluralidad de capas de material entre sí, de modo que se forman uno o más productos 3D, y una unidad de control electrónico para dirigir al menos la aplicación de la pluralidad de capas de material. La unidad de control electrónico está adaptada para gobernar la unidad de aplicación de capas para depositar la pluralidad de capas de material de modo que se forme un volumen de material a granel, y de modo que el volumen de material a granel tenga al menos un lado que tenga un ángulo igual o menor que el ángulo de reposo del material utilizado para formar la pluralidad de capas de material, por lo que el volumen de material a granel se forma de modo que la parte superior sea más pequeña que la parte de base.

El dispositivo reduce la cantidad de material necesaria a preparar para la impresión en 3D. El material particulado puede necesitar secado, filtrado y ajustes de temperatura antes de su uso para la impresión en 3D. Reduciendo la cantidad del material particulado requerido, puede ahorrarse energía, costes y tiempo de fabricación. Además, reduce el desgaste del material particulado, que generalmente se recicla a una cámara de almacenamiento en la que puede prepararse para la siguiente ejecución después de que finalice la impresión en 3D. El dispositivo reduce el tiempo de construcción total requerido, ya que no es necesario realizar la repetición a lo largo de toda la longitud disponible y debe eliminarse el material menos abundante para liberar los productos 3D impresos.

El soporte puede comprender al menos una pared de soporte, tal como dos o más paredes de soporte, tal como tres o cuatro paredes de soporte.

Según un aspecto, la descripción también se refiere a un programa informático que comprende medios de código de programa para llevar a cabo las etapas según el método descrito en la presente memoria, cuando el programa se ejecuta en una unidad de control electrónico del dispositivo de impresión en 3D como se describe en la presente memoria.

Según un aspecto, la descripción también se refiere a un medio legible por ordenador que lleva un programa informático que comprende medios de código de programa para realizar el método descrito en la presente memoria cuando el producto de programa se ejecuta en una unidad de control electrónico del dispositivo de impresión en 3D como se describe en la presente memoria.

Cabe señalar que las características descritas con respecto al método también pueden ser aplicables en el dispositivo y las características descritas con respecto al dispositivo también puede ser aplicables en el método.

Esto puede referirse a productos para uso directo, tales como elementos de construcción, moldes ornamentales, etc., así como moldes y prototipos para la producción de otros productos.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones no limitativas con mayor detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que;

la figura 1 muestra modelos en 3D en forma de muñeca que ilustran una opción para imprimir productos 3D similares que tengan diferente resolución y tamaño;

la figura 2 es una vista esquemática de un dispositivo de impresión en 3D para fabricación aditiva;

la figura 3 es una vista esquemática de un volumen virtual de impresión en 3D que ilustra el volumen de impresión disponible de un lote, y modelos 3D seleccionados a imprimir, con una vista en perspectiva;

la figura 4 muestra el volumen virtual de impresión en 3D que ilustra el volumen de impresión disponible de un lote de la figura 3 con una vista a lo largo del eje X;

la figura 5 muestra un diagrama de proceso esquemático de etapas de método opcionales y;

la figura 6 muestra un diagrama de proceso esquemático de etapas de método opcionales.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La expresión “fabricación aditiva” se refiere en la presente memoria, según la norma internacional ASTM 2792-12, a técnicas de fabricación que comprenden un proceso que implica reunir o combinar materiales para fabricar productos 3D a partir de datos de modelización 3D tales como un archivo de diseño asistido por ordenador, por ejemplo, CAD, normalmente capa a capa, a diferencia de las metodologías de fabricación sustractiva, tales como el mecanizado tradicional. El método de fabricación aditiva descrito en la presente memoria es preferiblemente un método de inyección de aglutinante en el que un agente aglutinante, preferiblemente un agente aglutinante líquido, se deposita selectivamente sobre un material particulado para unir el material particulado. Otros métodos de fabricación aditiva que pueden beneficiarse de la presente descripción son fusión de lecho de polvo, deposición de energía dirigida, extrusión de material, fotopolimerización de tanque, chorro de material o laminación de láminas.

En la presente memoria se describirán realizaciones de la presente descripción por ejemplo, con referencia a polvo de madera como material particulado. Debe indicarse, sin embargo, que el método o dispositivo descrito en la presente memoria no se limita al polvo de madera como tal.

Con referencia a la figura 1, se describirá con mayor detalle el método según la descripción para fabricar uno o más productos 3D en un lote mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa. El método incluye que una capa de material, preferiblemente material particulado, en este caso polvo de madera, que se aplica sobre un soporte, y un agente aglutinante que se deposita sobre la capa de polvo de madera, tras lo cual se aplica una capa adicional de polvo de madera sobre la capa de polvo de madera anterior. Dicha aplicación de polvo de madera y dicha deposición de agente aglutinante se repiten de forma alternativa un número deseado de veces, de modo que el polvo de madera de cada capa y de capas adyacentes se une a un producto continuo por medio del agente aglutinante.

La figura 1a ilustra un ejemplo de un modelo 1 en forma de muñeca y la figura 1b ilustra esquemáticamente cómo el modelo 1 se ha dividido en cortes 2 orientados horizontalmente. Por lo tanto, el modelo existe como datos de modelización en 3D, por ejemplo, en un archivo CAD, en un programa informático. El modelo 1 basado en ordenador se utiliza entonces como datos de entrada a una unidad de control del dispositivo según la descripción para crear un producto 3D real sustancialmente similar, en el ejemplo una muñeca, que consiste en polvo de madera y agente aglutinante. Los aspectos básicos de una técnica de capa a capa adecuada se describen en la solicitud de patente internacional n.º WO2006033621A1 concedida a L3F y no se describirán en detalle en la presente memoria.

Las capas 2b correspondientes a los cortes 2 del modelo serán más difíciles de distinguir en el producto real 21, especialmente si se utilizan capas más delgadas para acumular el producto. Por lo tanto, con capas más delgadas se obtiene una mayor resolución. Como es evidente a partir de la figura 1b, la forma del producto se crea mediante la formación de una pluralidad de capas, preferiblemente más de 10 y habitualmente más de 50, que pueden mostrar áreas unidas de distintos tamaños y distintas formas, para solaparse entre sí. Solo como ejemplo, si debe crearse un producto que sea de 1 metro de altura a partir de capas que tengan un espesor del orden de 1 mm, se requerirán aproximadamente 1000 capas.

El uno o más productos 3D se fabrican por lotes en la realización mostrada, teniendo el lote un volumen de impresión. El volumen de impresión es el volumen disponible que puede usarse para fabricar productos 3D. En comparación, un volumen de material a granel es el volumen real de las capas de material dispuestas en el volumen de impresión. Si la impresión en 3D se realiza en un soporte que tiene paredes de soporte que definen un volumen, un volumen de material a granel puede ser 50 % del volumen de impresión si el volumen definido es medio lleno.

Por medio de la presente descripción, el método de fabricación para fabricar el uno o más productos 3D puede manipularse de forma que el método de fabricación sea más rentable, más rápido y eficiente en términos de uso del material aplicado. Debe descartarse menos material a granel después de la impresión. Esto es importante, ya que algún material utilizaba un material a granel, por ejemplo, algunos plásticos, que puede ser necesario desechar o tratar como material de residuos tóxicos. El material a granel puede ser muy costoso y es muy ventajoso reducir la cantidad de material a granel que deba desecharse.

La figura 2 ilustra un dispositivo de impresión en 3D para fabricar uno o más productos 3D en un lote por medio de fabricación aditiva utilizando una técnica de capa a capa, en este caso un producto en 3D de polvo de madera. El dispositivo incluye una unidad 3 de aplicación de capas para alimentar material particulado, en la realización mostrada, polvo de madera, formando una capa de material sobre un soporte 4. Una unidad de unión de capas, en este caso una unidad 5 de depósito para realizar una acción de unión, por ejemplo, depositando agente aglutinante, sobre partes seleccionadas de la capa de polvo de madera aplicada. El dispositivo según las realizaciones en la presente memoria puede comprender además una unidad de aplicación de elementos de refuerzo opcional para la aplicación de elementos de refuerzo tales como filamentos de refuerzo continuos, por ejemplo, cuerdas de nylon.

Como orientación, la altura o dirección vertical corresponde a un eje Z, la longitud o dirección longitudinal corresponde a un eje X, y la anchura, o dirección transversal corresponde a un eje Y. Los ejes Z, X, Y son perpendiculares entre sí.

En la realización del dispositivo según la descripción ilustrada en la figura 2, el dispositivo comprende un soporte 4 en la realización mostrada formada por un receptáculo 6 (que, para mayor claridad, se muestra cortado en la parte delantera). El soporte 4 puede ajustarse verticalmente a lo largo del eje Z. Sin embargo, cabe señalar que en vez de tener un soporte ajustable verticalmente, el soporte 4 puede ser fijo y las otras unidades pueden ser ajustables en una dirección vertical para permitir la formación de capas de material y la realización de una acción de unión. Solo como ejemplo, la unidad de aplicación de capas y la unidad de unión de capas y opcionalmente una unidad de nivelación, si esta está presente, pueden ser ajustables verticalmente con respecto al soporte 4.

El soporte 4 puede estar provisto de paredes 4a, 4b, 4c, 4d de soporte. En la realización mostrada, el soporte 4 está provisto de cuatro paredes de soporte que definen el receptáculo 6. Cabe señalar que un soporte 4 utilizado en la presente memoria puede proporcionarse con cero paredes de soporte, 1 o más, 2 o más, 3 o más, 4 o más paredes de soporte. Por lo tanto, pueden utilizarse paredes de soporte, pero no son necesarias.

En el extremo superior del receptáculo 6, la unidad 3 de aplicación de capas (en lo sucesivo denominado el alimentador 3), la unidad 5 de depósito y una unidad 7 opcional para nivelar la capa y/o para eliminar el polvo de madera en exceso, se disponen en un carro móvil 8. El alimentador 3 y la unidad 7 de nivelación de capas están dispuestos para un movimiento alternativo a lo largo de al menos el eje X, es decir, en una dirección paralela al soporte 4, por ejemplo, desde un primer extremo 10 hasta un segundo extremo 11 del receptáculo 6, y viceversa. El alimentador 3 aplica la capa de material es una dirección perpendicular al plano definido por el soporte 4. La unidad 5 de depósito que presenta al menos una boquilla 12, preferiblemente una pluralidad de boquillas 12 individuales, para la deposición de agente aglutinante, debe disponerse para el desplazamiento a lo largo de los dos ejes X, Y, preferiblemente también en un plano paralelo al soporte 4, para permitir la deposición de agente aglutinante en las áreas deseadas. En principio, también podría utilizarse un medio de deposición dispuesto para el desplazamiento a lo largo de solo un eje, pero esto requiere un medio de deposición que presenta un gran número de boquillas separadas dispuestas a lo largo de un eje que sea perpendicular en relación con el eje de desplazamiento de los medios de depósito. Por supuesto, pueden utilizarse otros mecanismos para depositar agente aglutinante. Solo como ejemplo, pueden utilizarse uno o más brazos robóticos, tal como uno o más brazos robóticos cartesianos. Pueden utilizarse distintas disposiciones opcionales para adaptar el grosor de las capas de material a granel, tal como un raspador y/o un cilindro giratorio. También puede proporcionarse una unidad de eliminación de material a granel excesiva, tal como un dispositivo de succión y/o de soplado para retirar un material a granel excesivo.

La unidad 7 de nivelación puede hacerse funcionar para nivelar cada capa aplicada, o para nivelarse después de que se haya aplicado un número de capas seleccionadas. Solo como ejemplo y en términos generales, la unidad de nivelación puede tener un ciclo de nivelación para cada ciclo de la unidad de aplicación de capas. Opcionalmente, la unidad de nivelación puede tener un ciclo para cada segundo ciclo, o más, de la unidad de aplicación de capas.

El dispositivo de impresión en 3D comprende además una unidad 19 de control electrónico (ECU) conectada operativamente con una unidad 20 de visualización. La unidad 20 de visualización puede situarse de forma remota con respecto al dispositivo de impresión en 3D y conectarse a través de cables o de forma inalámbrica, por ejemplo, a través de Wifi o mediante otros protocolos de comunicación, o a través de una red 3G, 4G o 5G. La unidad 19 de control electrónico puede incluir un ordenador provisto de un programa para convertir uno o más modelos 3D en señales, utilizándose dichas señales para controlar distintos componentes del dispositivo de impresión en 3D, tal como el alimentador 3, la unidad 5 de depósito, la unidad 7 de nivelación y la placa base 4. Mediante la transmisión de estas señales a los motores 30, 31 que están dispuestos para accionar los componentes mecánicos, los productos 3D según la descripción pueden producirse de forma automática. Como se ha mencionado anteriormente, la unidad 19 de control electrónico y la unidad 20 de visualización pueden disponerse localmente en el dispositivo o de forma remota al mismo. Se ilustra una localización remota mediante el cuadro de líneas discontinuas.

En la realización mostrada, el agente aglutinante se aplica sobre partes seleccionadas de una capa de material a granel para formar una geometría específica del producto 3D mediante distribución de agente aglutinante. En la producción, las partes donde se ha depositado el agente aglutinante formarán el uno o más productos 3D, mientras que las partes restantes de las capas de material a granel permanecerán sin unir y, por lo tanto, no contribuyen a los

uno o más productos 3D terminados. Sin embargo, antes de retirarse, el material no unido puede constituir un soporte para los productos 3D durante su fabricación.

La figura 3 muestra una ilustración de cómo los datos de modelización 3D pueden ser manipulados por un usuario, y como se representa en la unidad 20 de visualización. La figura 3 muestra una imagen virtual 40 del lote que representa un volumen de impresión PV del lote. Se muestran varios modelos 3D que representan productos 3D impresos; una pluralidad de llaves 41, un martillo 42 y una pluralidad de destornilladores 43. Los modelos en 3D están posicionados en distintas posiciones dentro del volumen de impresión PV. A través de la unidad 20 de visualización, un usuario puede situar y organizar los modelos 3D de forma que se proporcione un orden de fabricación favorable. Solo como ejemplo, los modelos 3D pueden ser arrastrados y soltados desde una lista de modelos 3D en la imagen virtual 40.

Las figuras 4 y 5 muestran el volumen de impresión PV real representado en la figura 3 después de aplicar el método según la presente descripción. Las figuras 4 y 5 muestran los productos 3D reales en forma de una pluralidad de llaves 41, un martillo 42 y una pluralidad de destornilladores 43. La figura 5 muestra la figura 4, pero con una vista a lo largo del eje Y. La figura 5 muestra el soporte 4, una segunda pared 4b de soporte, una tercera pared 4c de soporte. La primera y la cuarta paredes de soporte 4a, 4d no se muestran. También se muestra en la figura 5 el perímetro 50 de las capas de material aplicadas que forman un volumen 51 de material a granel. Como puede observarse, las capas de material no se han aplicado a través de toda el área del soporte 4, pero que tienen una extensión continuamente decreciente en el plano X-Y que forma un volumen 51 de material a granel que tiene una parte 52 de base y una parte superior 53, en donde la parte superior 53 es más pequeña que la parte 52 de base. La parte superior 53 tiene una extensión más pequeña en el plano X-Y.

Las capas de material se han aplicado de forma que el volumen de material a granel tenga un ángulo α con respecto al soporte 4, o el plano definido por el soporte, es igual, o inferior, al ángulo de reposo para el material utilizado. En la realización mostrada, se usa polvo de madera como material particulado. El ángulo de reposo para el polvo de madera utilizado en la presente realización es de 45 grados. El método según se describe en la presente memoria puede por tanto tener en cuenta el ángulo de reposo del material específico utilizado.

Con referencia de nuevo a la figura 3 y la imagen virtual 40 del volumen de impresión y los modelos en 3D; el volumen de impresión PV delimitado por el ángulo de reposo para el material seleccionado α_m puede visualizarse en la imagen virtual 40 de forma que un operario pueda situar los modelos en 3D en configuraciones adecuadas. Por lo tanto, el método puede comprender una etapa en la que se introduce un ángulo de reposo para un material seleccionado en la unidad de control del dispositivo de impresión en 3D. Posteriormente, el volumen de impresión delimitado limitado por el ángulo de reposo puede visualizarse en una imagen virtual que representa el volumen de impresión. Esto permite a un operario situar eficazmente los modelos en 3D antes de imprimir los modelos en 3D en productos 3D. Además, el perímetro delimitante de la capa de material deseada para ser conformado por un operario, puede dibujarse directamente en la imagen virtual 40 como se indica por el perímetro 50 en la figura 3. Por lo tanto, el operario puede ser consciente del ángulo de reposo para el material específico utilizado que limita el volumen de impresión. El alimentador alternante 3 y la unidad 5 de unión de capas se ilustran también muy esquemáticamente en la figura 5.

La figura 6 muestra una realización en la que el soporte 4 comprende solo dos paredes de soporte opuestas equivalentes posicionadas como la segunda y cuarta paredes de soporte 4b, 4d en la figura 2. La cuarta pared de soporte 4d no se muestra. El volumen de impresión PV disponible en el soporte 4 está limitado por el ángulo de retención α indicado en la figura 6 mediante líneas discontinuas. Se ha aplicado un primer y un segundo volumen 51', 51'' de material a granel utilizando una técnica de capa a capa, y se ha realizado una acción de unión repetidamente en partes seleccionadas de las capas de material aplicadas de forma que se hayan formado una serie de productos 3D. En el primer volumen de material a granel se forman seis llaves 41 y en el segundo volumen 51'' de material a granel solo se forma una llave. Cabe señalar, por supuesto, que cuando se imprimen en 3D dos volúmenes de material a granel separados como en la realización mostrada, cada volumen de material a granel está sujeto a las limitaciones del ángulo de reposo. En la figura 6 solo se muestra el volumen de impresión disponible total utilizando las líneas discontinuas α_m . El alimentador alternante 3 y la unidad 5 de unión de capas se ilustran también muy esquemáticamente en la figura 5.

Son muchas las ventajas de utilizar el ángulo de reposo como perímetro limitante. En la realización mostrada se han retirado dos de las paredes de soporte. Esto permite que el dispositivo de impresión en 3D utilice menos material, ya que pueden procesarse lotes más pequeños. El método permite incluso retirar el segundo volumen 51'' de material a granel del soporte 4 antes de que termine el primer volumen 51' de material a granel. Por lo tanto, dando un flujo de trabajo muy efectivo, así como permitiendo que se produzcan lotes más pequeños utilizando un dispositivo de impresión en 3D de alta capacidad. Por dispositivos de impresión en 3D de alta capacidad se entiende aquí dispositivos de impresión en 3D que tienen un volumen de impresión de 1 m³ o más. Un dispositivo de impresión en 3D que tenga un volumen de impresión de 1 m³ o más, tiene la capacidad de imprimir un producto en 3D que tiene un volumen de 1 m³ o más. Solo como ejemplo, el volumen de impresión PV de un dispositivo de impresión en 3D descrito en la presente memoria, tal como el dispositivo de impresión en 3D en la realización mostrada, puede ser 1 m³ o más, tal como 2 m³ o más, 3 m³ o más, 4 m³ o más, 5 m³ o más, 6 m³ o más. Se ha encontrado que un método según la descripción es especialmente útil cuando se imprimen en 3D lotes grandes, o cuando se utilizan dispositivos de impresión en 3D de alta capacidad. Cabe señalar que el método puede ser igualmente importante en dispositivos de

impresión en 3D de pequeña capacidad como algunos dispositivos de impresión en 3D que utilizan material a granel muy costoso.

La figura 7 muestra un soporte 4 desplazable a lo largo del eje X o Y, es decir, a lo largo de un eje en el plano horizontal. El soporte 4 está formado, en la realización mostrada, por un transportador 4'. El alimentador alternante 3 y la unidad 5 de unión de capas se ilustran también muy esquemáticamente en la figura 7. En la realización mostrada, el primer y el segundo volumen 51', 51'' de material a granel pueden imprimirse por separado. Solo como orientación, el primer volumen 51' de material a granel está a la izquierda en la figura 7, mientras que el segundo volumen 51'' de material a granel está a la derecha en la figura 7. Una vez que se termina el primer volumen 51' de material a granel, puede desplazarse el primer volumen 51' de material a granel a lo largo del eje X utilizando la cinta transportadora 4' y puede iniciarse la impresión de los productos 3D del segundo volumen 51'' de material a granel. De esta forma, el dispositivo de impresión en 3D puede imprimir continuamente productos 3D. Como se observa, el soporte 4 de la figura 7 no necesita soportar paredes en absoluto, siempre que se haya considerado el ángulo de reposo tanto en el eje Y como en el eje X. Sin embargo, se prefiere que al menos una primera y una segunda pared de soporte opuestas estén dispuestas para soportar las capas de material de forma que solo deba considerarse el ángulo de reposo con respecto a un eje, en este caso el eje X.

Opcionalmente, el primer y el segundo volumen 51', 51'' de material a granel pueden imprimirse en un solo lote. Una vez finalizado el segundo volumen 51'' de material a granel, queda por construir aproximadamente un 33 % del primer volumen 51' de material a granel. Los productos 3D impresos en el segundo volumen 51'' de material a granel pueden liberarse en esta etapa, ya que el primer volumen 51' de material a granel continúa construyéndose. Por lo tanto, este método también es útil para dispositivos de impresión en 3D que no tengan un soporte móvil, es decir, un soporte desplazable en el eje X o Y pero solo desplazable en la dirección vertical.

A continuación se describirán ejemplos no limitativos para ilustrar etapas opcionales en el método descrito en la presente memoria.

Ejemplo 1

La figura 8 muestra un diagrama de proceso esquemático que ilustra una realización del método según la presente descripción. En este caso, el dispositivo usa polvo de madera como material a granel y un adhesivo termofusible como agente aglutinante. El polvo de madera tiene un tamaño de partícula promedio de 0,05 mm.

En la etapa 100, un ordenador que comprende una unidad de visualización, que forma parte de una unidad de control electrónico para fabricar uno o más productos 3D por medio de fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa, se carga con datos de modelización en 3D para uno o más productos 3D, preferiblemente una pluralidad de productos 3D. En este caso, los modelos 3D son un martillo, un destornillador y una llave. Los modelos 3D pueden descargarse de Internet, por ejemplo, a través de un servidor 101 basado en la nube o recuperados desde un dispositivo de almacenamiento local, tal como un disco duro en el ordenador. Los modelos 3D pueden situarse en el volumen virtual de impresión en 3D para determinar cuándo deben fabricarse. La forma más fácil de hacer esto es separar los tres productos 3D con respecto al eje Z (como se muestra en la figura 4, por ejemplo) de modo que no estén dispuestos en el mismo plano definido por los ejes Y-X.

En la etapa 110, se establece el ángulo de reposo del material que va a utilizarse como material a granel para la impresión en 3D. Por lo tanto, la etapa 110 es una etapa de entrada de datos. En la realización ilustrada, el ángulo de reposo del polvo de madera utilizado es de 45 grados. En una etapa 111 opcional, se mide el ángulo de reposo de un material seleccionado. Por lo tanto, el dispositivo de impresión en 3D puede proporcionarse con una etapa de calibración o etapa de medición, para determinar y/o establecer el ángulo de reposo para el material utilizado como material a granel. La cantidad y la posición de las paredes de soporte se define además a menos que esto sea un parámetro fijo. Esta etapa de entrada de datos puede preceder opcionalmente a la etapa 100 anterior.

En la etapa 120, se define un volumen de impresión disponible teniendo en cuenta los datos de entrada. En este caso, el volumen de impresión PV disponible se define teniendo en cuenta el ángulo de reposo para el material seleccionado. Como opción en esta etapa, los datos del modelo 3D pueden tratarse determinando la extensión de cada modelo 3D en al menos uno de los ejes X, Y, Z, preferiblemente dos o en los tres ejes, y el ángulo de reposo del material utilizado como material a granel para determinar el contorno exterior requerido del volumen de material a granel. Puede añadirse una distancia de seguridad, tal como 10-100 mm, por ejemplo, para asegurar que los productos 3D se cubrirán de forma segura y se suministrarán con suficiente material para formar un producto en 3D completo.

En la etapa 130, el volumen de impresión requerido se define teniendo en cuenta los datos de entrada. En esta etapa, los modelos 3D y los cortes que los modelos 3D representan, se ajustan de modo que la extensión de la capa de material aplicada por la unidad de aplicación de capas no exceda el ángulo de reposo con respecto a la capa de material anterior aplicada. Por lo tanto, se formará un volumen de material a granel de modo que una parte superior sea más pequeña que una parte de base del volumen de material a granel.

En la etapa 140, los modelos en 3D y el volumen de impresión dividido se convertirán a datos legibles por un dispositivo de impresión en 3D y se envían al dispositivo de impresión en 3D como instrucciones a las distintas unidades. Los datos formados por la entrada y términos anteriores a los modelos 3D pueden enviarse opcionalmente a la unidad de control electrónico del dispositivo, que convierte los datos de entrada a datos legibles que contienen instrucciones para el dispositivo. El dispositivo ahora está listo para fabricar los productos 3D seleccionados.

Por el término “ángulo de reposo”, tal como se utiliza en la presente memoria, se entiende el ángulo de descenso más pronunciado al que se apila el material particulado sin caerse.

Material a granel

Por material a granel se entiende en la presente memoria cualquier material que pueda utilizarse para formar un producto 3D realizando una acción de unión sobre el material a granel. Preferiblemente, el material a granel es un material particulado. El material particulado puede ser material particulado inerte o material particulado reactivo. Una capa de material puede comprender una o más capas de material a granel.

Ejemplos de material particulado inerte pueden seleccionarse de metales, polímeros inertes, sales inertes, materiales orgánicos inertes o materiales cerámicos inertes, o combinaciones de los mismos.

Ejemplos de **metales** incluyen aluminio, acero, titanio, hierro, aleaciones o similares.

Ejemplos de **polímeros inertes** incluyen poli(metacrilato de metilo), poliestireno, poliamida, poliéster, un látex, polietileno, polipropileno, poliuretano, cloruro de polivinilo, acetato de polivinilo, polivinilpirrolidona reticulada, poliuretano hidrófilo, poli(tereftalato de etileno), uretano termoplástico, copolímero de estireno-acrilonitrilo, poliolefina termoplástica, un polímero basado en epoxi, poliéter, poliamina, un políácido, un policarbonato, un polímero de vinilo, una poliamida aromática, un polímero de dieno, poli(óxido de fenileno), polisiloxano, polinorborneno, poliisopreno, poli(éter de fenileno), copolímero de bloques de estireno-butadieno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliestireno de alto impacto y copolímeros de los mismos.

Ejemplos de **sales inertes** incluyen carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, borato de sodio, cloruro de sodio, sulfato de sodio, sulfato de potasio, cloruro de potasio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, sulfato de aluminio y potasio, polifosfato de sodio, acetato de sodio, sulfato de calcio hidratado, fosfato de calcio, silicato de sodio y cal hidratada (Ca (OH) 2).

Ejemplos de **materiales orgánicos inertes** incluyen almidón, fibras de celulosa, polvo de madera, cera, resina, hueso, proteína, carbohidratos, azúcares, fibras textiles y fibras dietéticas.

Ejemplos de **materiales cerámicos inertes** incluyen yeso, caliza, arcilla, óxido de aluminio, silicato de aluminio, silicato de calcio, dióxido de silicio, dióxido de titanio, vidrio, óxido de hierro, óxido de zinc, magnetita, hidróxido de aluminio, óxido de magnesio, fosfato de calcio, silicato de zirconio, carburo de silicio, nitruro de boro, carburo de boro y borosilicato.

Polvo de madera

Un material a granel preferido puede ser polvo de madera. La expresión polvo de madera, como se utiliza en la presente memoria, se refiere a un polvo hecho de un material de madera. Como material de partida para producir el polvo de madera, pueden utilizarse distintas especies de árbol, de madera blanda o de madera dura, tales como pino, abeto, abedul, alerce u otros, y diferentes formas de madera que se originan a partir de ramas, troncos, tocones, raíces de árboles, o en forma de residuos de madera, tales como residuos de madera reciclados. Ejemplos de materiales de madera adecuados son astillas de madera que se originan a partir del mecanizado de madera homogénea, tal como serrín, virutas de corte o similares. Por lo tanto, el polvo de madera incluirá las mismas sustancias que la madera inicial, tal como lignina, pectina y ceniza.

En comparación con el polvo de madera hecho de material de madera, las fibras de celulosa o la celulosa pueden obtenerse de material de madera, pero se han tratado en varias etapas del proceso y, por lo tanto, representan otro tipo de material. Por lo tanto, una fibra de celulosa es un material más refinado y elegante y, en algunos aspectos, carecen de sustancias que incluiría el polvo de madera. Solo como ejemplo, las fibras de celulosa pueden ser fibras naturales, tal como fibras de algodón o fibras de lino, fibras fabricadas a partir de, por ejemplo, plantas que se han procesado a pulpa. Ejemplos de plantas son cultivos, madera, hojas o similares. Las fibras de rayón o viscosa son ejemplos de fibras de celulosa fabricadas.

El uso de un polvo de madera como material a granel puede ser ventajoso, ya que el polvo de madera puede producirse a bajo coste, a partir de una materia prima fácilmente accesible (madera). El uso de polvo de madera puede incluso implicar que material considerado material de desecho sea útil. Además, el polvo de madera es biodegradable y puede utilizarse para fabricar biodegradables y de este modo productos 3D ecológicos.

Tamaño de la materia particulada

Las partículas del material particulado tal como polvo, por ejemplo, polvo de madera, pueden mostrar distintas formas y tamaños. El tamaño de partícula puede ser de relativamente pequeño, de modo que el polvo obtiene una consistencia similar a la de la harina, relativamente grande, lo que implica que las partículas individuales pueden distinguirse en una inspección visual. De forma ventajosa, las partículas de un polvo dado son sustancialmente del mismo tamaño, para obtener una calidad uniforme del producto final.

Para muchos productos, puede utilizarse un tamaño de partícula en el intervalo de tamaños de 0,001-5 mm, y preferiblemente del orden de 0,01-2 mm, al formar las capas de material. Si, por ejemplo, se elige un tamaño de partícula de 1 mm, puede asegurarse, mediante filtración, a veces denominado análisis de tamiz, que las partículas del polvo tienen un tamaño que no supera, por ejemplo, 1,2 mm, y un tamaño que no cae por debajo de, por ejemplo, 0,8 mm.

El tamaño de la materia particulada individual puede ser tan pequeño como un tamaño atómico o nanotamaño. Solo como ejemplo, las capas de material de átomo a átomo pueden formarse utilizando epitaxia de haz molecular (MBE) que permite el apilamiento vertical de capas atómicas individuales, es decir, el eje Z, en combinación con litografía de sonda de escaneado, que utiliza una punta extremadamente aguda para mover y situar átomos individuales en una dirección lateral, es decir, los ejes X e Y. Puede utilizarse un Analyseste 22 NanoTec de tamaño de partículas láser, de Fritsch. Dicho dispositivo tiene de forma general un intervalo de medición de 0,01-2100 µm. Norma ISO 13320. Seguimiento de la teoría de Fraunhofer, Mie. La teoría de Fraunhofer para partículas más grandes cuando sus parámetros ópticos exactos son desconocidos y la teoría de Mie para las partículas más pequeñas con parámetros ópticos conocidos. Es posible seleccionar ambas teorías en un software de control FRITSCH MaS.

Otros métodos de medición de tamaño de partícula que pueden utilizarse para determinar un tamaño de partícula son análisis de tamiz, sedimentación, análisis de partículas de imagen, recuento al microscopio, por mencionar algunos.

Acciones de unión

Acciones de unión adecuadas pueden ser añadir agente aglutinante, añadir uno o más reactivos químicos para formar un agente aglutinante sobre, o en, la capa de material, tratamiento térmico a, por ejemplo, partes de fusión de la capa de material de forma que la capa de material esté unida. Otras acciones de unión pueden ser tratamiento con radiación, radiación electromagnética, haz de electrones, tratamiento con luz o combinaciones de los mismos.

Agente aglutinante

Pueden utilizarse distintos tipos de agentes aglutinantes. Los agentes aglutinantes útiles tienen en común que son capaces de unir entre sí el polvo o partículas, en el material a granel de modo que pueda lograrse una resistencia deseada del producto en 3D. El agente aglutinante puede estar basado en agua, pero el agente aglutinante es adecuadamente resistente al agua. Sin embargo, si el agente aglutinante debe ser o no resistente al agua, depende del producto en 3D que se va a fabricar y de posibles tratamientos posteriores del producto. Un agente aglutinante adecuado es cola de madera, pero también podría utilizarse un adhesivo termofusible, por ejemplo uno basado en plástico, que se calienta durante la aplicación. La mayoría de las colas de madera que están presentes en el mercado tienen las ventajas de ser relativamente económicas y fáciles de manejar, ecológicas y especialmente adecuadas para unir materiales de madera. Ejemplos no limitativos de cola son cola de acetato de polivinilo (PVA), cola animal tal como cola para cuero, cola de poliuretano, adhesivos de resina de urea-formaldehído, cola de resina de rescinol-formaldehído, cola de cianoacrilato, preferiblemente con aditivo para un tiempo de endurecimiento retardado.

El agente aglutinante también puede aplicar como dos o más componentes individuales, que juntos forman un agente aglutinante, por ejemplo, ante una reacción química entre los dos o más componentes tales como resina epoxi y endurecedor. El agente aglutinante puede formarse sobre la propia capa de material o antes de aplicarse sobre la capa de material.

La concentración o dilución del agente aglutinante (contenido de agua si se trata de un agente aglutinante a base de agua) puede variarse. De este modo, también tiene cierta importancia el contenido de humedad del material a granel utilizado, ya que la cantidad total de humedad que se origina del polvo y el agente aglutinante tiene que ser capaz de humedecer al menos el material en la medida deseada para permitir la unión de partes seleccionadas de las capas de material a granel. El contenido de humedad del material a granel también debe adaptarse para dar al material a granel propiedades que hagan que el material a granel sea fácil de trabajar cuando se deposite en capas. El agente aglutinante puede aplicarse de modo que cada capa esté saturada con agente aglutinante, o de modo que el agente aglutinante se hunda en la capa de material anterior, o incluso en capas de material anteriores. En el último caso, el agente aglutinante se aplica de forma que la capa de material se une entre sí, pero no se satura. En cambio, el agente aglutinante puede aplicarse sobre una capa de material aplicada posteriormente, pero que aún penetre en una o más capas de material anteriores. El agente aglutinante puede penetrar en dos o más, tal como 2-6 capas de material anteriores. Esto proporcionará un producto en 3D que es continuo en términos de que no pueden identificarse o sustancialmente no pueden identificarse, capas de material, si el producto en 3D se cortara e inspeccionara.

Aditivos

Además del material particulado que constituye la base del material, tal como polvo de madera, y, en consecuencia, la base del producto 3D terminado, también es posible añadir pequeñas cantidades de otras sustancias/materiales al agente aglutinante y/o a la capa de material para obtener propiedades específicas del producto 3D formado a partir del material particulado. El material particulado, tal como polvo de madera, debe formar al menos un 50 %, 51 % o más, 60 % o más, 70 % o más, 80 % o más, 90 % o más, 95 % o más de la capa de material. Preferiblemente, pueden añadirse diferentes sustancias al agente aglutinante y/o a la capa de material, por ejemplo, como mezcla con el material particulado.

Un ejemplo de dicho aditivo es el agente colorante, pigmento colorante o similar, para dar al producto final un color determinado. Mediante la elección de colores distintos del agente aglutinante para diferentes capas del producto, el producto terminado puede obtener distintos colores en distintas superficies visibles.

Otros aditivos son elementos de refuerzo tales como cadenas de refuerzo, por ejemplo, cadenas de nylon.

Pueden añadirse además uno o más retardantes de llama. Los retardantes de llama se dividen generalmente en tres grupos; minerales, compuestos de organohalógeno y compuestos organofosforados. Ejemplos de minerales son; hidróxido de magnesio (MDH), hidróxido de aluminio (ATH), fósforo rojo, compuestos de boro, huntita y hidromagnesita, y varios hidratos. Ejemplos de compuestos organohalógenos son organocloros tales como derivados de ácido clorédico y parafina clorada; compuestos bromados poliméricos tales como poliestirenos bromados, oligómeros de carbonato bromados (BCO), oligómeros epoxídicos bromados (BEO), tetrabromuro en cualquier hidruro, tetrabromobisfenol A (TBBPA) y hexanulociclododecano (HBCD), organoboro tales como éter de decabromodifenilo (decaBDE), decabromodifenil etano (un sustituto de decaBDE).

Puede añadirse además un agente sinérgico pirorretardante para mejorar la eficiencia del pirorretardante, tal como trióxido de antimonio, pentóxido y antimonato de sodio.

Ejemplos de compuestos organofosforados son fosfonatos tales como dimetil metilfosfonato (DMMP); y fosfinatos tales como dietil fosfinato de aluminio, trifenil fosfato (TPP), resorcinol bis(difenilfosfato) (RDP), bisfenol A difenil fosfato (BADP), y tricresil fosfato (TCP).

También pueden utilizarse retardantes de llama que comprendan fósforo y un halógeno tales como organofosfatos clorados como tris(1,3-dicloro-2-propil) fosfato (tris o TDCPPclorado) y tetrakis(2-cloretil)dicloroisopentildifosfato (V6), tris(2,3-dibromopropil) fosfato (tris bromado).

Método de ensayo para el ángulo de reposo

En caso de duda, puede utilizarse el método de ensayo de la norma C 1444-00 para medir el ángulo de reposo de polvos de molde de flujo libre, de forma alternativa una versión más reciente. En caso de resultados de pruebas contradictorios, debe utilizarse el ángulo de reposo más bajo. Solo como ejemplo, se enumera a continuación el ángulo de reposo para algunos materiales; con material (condición) y ángulo de reposo (grados): Cenizas 40°, Polvo de madera 45°, Salvado 30-45°, Tiza 45°, Arcilla (terron seco) 25-40°, Arena (seca) 34°.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la fabricación de uno o más productos 3D mediante fabricación aditiva utilizando una técnica de capa a capa utilizando un dispositivo de impresión en 3D (1), comprendiendo dicho dispositivo de impresión en 3D (1) al menos una unidad (3) de aplicación de capas para depositar una pluralidad de capas de material, un soporte (4) dispuesto para recibir dichas capas de material, y una unidad (5) de unión de capas para unir partes seleccionadas de dichas capas de material entre sí de modo que se formen dichos uno o más productos 3D,
comprendiendo dicho método las etapas de;
- depositar dichas capas de material que forman un volumen (51, 51', 51'') de material a granel;
donde dicho material utilizado en dichas capas de material se evalúa para establecer el ángulo de reposo de dicho material, aplicando dicha al menos una unidad (3) de aplicación de capas dichas capas de material paralelas a dicho soporte (4), estando dicha pluralidad de capas de material depositadas de tal modo que al menos un lado del volumen (51, 51', 51'') de material a granel tiene un ángulo (α) con respecto a dicho soporte (4) que es igual, o inferior, al ángulo de reposo para el material utilizado para dicha pluralidad de capas de material y aplicándose dichas capas de material de modo que dicho volumen (51, 51', 51'') de material de relleno comprenda una parte (52) de base y una parte superior (53), y
donde dicho volumen (51, 51', 51'') de material a granel está formado de tal modo que dicha parte superior (53) es más pequeña que dicha parte (52) de base.
2. El método según la reivindicación 1, donde dicha pluralidad de capas de material se deposita de modo que al menos dos lados del volumen de material a granel tienen un ángulo (α) con respecto a dicho soporte (4) que es igual, o menor, que el ángulo de reposo para el material de la pluralidad de capas de material.
3. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho soporte (4) comprende al menos una primera pared (4a, 4b, 4c, 4d) de soporte, estando dispuesta preferiblemente dicha primera pared (4a, 4b, 4c, 4d) de soporte en un ángulo con dicho soporte (4) de 80-100 grados, comprendiendo dicho soporte (4) opcionalmente una segunda pared (4a, 4b, 4c, 4d) de soporte, estando dicha primera y dicha segunda pared (4b, 4d) de soporte dispuestas preferiblemente opuestas entre sí; y donde dichas capas de material se aplican de modo que están soportadas por al menos dichas primera y segunda pared (4b, 4d) de soporte.
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el volumen de impresión (PV) es de 1 m³ o más, tal como 2 m³ o más, 3 m³ o más, 4 m³ o más, 5 m³ o más, 6 m³ o más.
5. El método según la reivindicación 1 o 2, donde dicha pluralidad de capas de material se deposita de modo que al menos un lado del volumen (51, 51', 51'') de material a granel tiene un ángulo (α) con respecto a dicho soporte (4) que es igual a, o menor que, 45 grados.
6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho volumen de impresión en 3D (PV) está formado parcialmente por un espacio confinado, estando dicho espacio confinado formado por dicho soporte (4) y al menos cuatro paredes (4a, 4b, 4c, 4d) de soporte.
7. El método según la reivindicación 6, donde dicha parte superior (53) de dicho volumen (51, 51', 51'') de material a granel está dispuesta fuera de dicho espacio confinado cuando se ha terminado la impresión en 3D o donde dicha parte superior (53) de dicho volumen (51, 51') de material a granel está dispuesta dentro de dicho espacio confinado cuando se ha terminado de impresión en 3D.
8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha unidad (3) de aplicación de capas tiene un plano operativo (X, Y) a lo largo del cual dicha unidad (3) de aplicación de capas se mueve de forma alternativa, y donde dicha parte (52) de base de dicho volumen (51, 51', 51'') de material a granel es paralela a dicho plano operativo (X, Y).
9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el ángulo de reposo del material utilizado en las capas de material se introduce en un algoritmo que funciona para formar y/o encontrar un perímetro, o contorno, adecuado, del volumen (51, 51', 51'') de material a granel.
10. Un dispositivo de impresión en 3D (1) para la fabricación de uno o más productos 3D mediante fabricación aditiva utilizando una técnica de capa a capa, comprendiendo dicho dispositivo de impresión en 3D (1) un soporte (4) sobre el cual se pueden situar una pluralidad de capas de material, al menos una unidad (3) de aplicación de capas para depositar dicha pluralidad de capas de material, y una unidad (5) de unión de capas

- 5 para unir partes seleccionadas de dicha pluralidad de capas de material entre sí, de tal modo que se forman dichos uno o más productos 3D, y una unidad de control electrónico (ECU) para gobernar al menos la aplicación de dicha pluralidad de capas de material, en el que dicha unidad de control electrónico (ECU) está adaptada para gobernar dicha unidad (3) de aplicación de capas para depositar dicha pluralidad de capas de material paralelas a dicho soporte (4), utilizando un material que tiene un ángulo de reposo, de modo que se forma un volumen (51, 51', 51'') de material a granel, tal modo que dicho volumen (51, 51', 51'') de material a granel tiene al menos un lado que tiene un ángulo (α) que es igual o menor que el ángulo de reposo de dicho material utilizado para formar dicha pluralidad de capas de material, por lo que dicho volumen (51, 51', 51'') de material a granel está formado de tal modo que dicha parte superior (53) es más pequeña que dicha parte (52) de base.
- 10
11. El dispositivo de impresión en 3D según la reivindicación 10, en donde dicho soporte comprende al menos dos paredes de soporte, tal como tres o cuatro paredes (4a, 4b, 4c, 4d) de soporte.
- 15 12. Un programa informático que comprende medios de código de programa para realizar las etapas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, cuando el programa se ejecuta en una unidad de control electrónico del dispositivo de impresión en 3D según una cualquiera de las reivindicaciones 10-11.
- 20 13. Un medio legible por ordenador que lleva un programa informático que comprende medios de código de programa para realizar las etapas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9 cuando el producto de programa se ejecuta en una unidad de control electrónico del dispositivo de impresión en 3D según una cualquiera de las reivindicaciones 10-11.

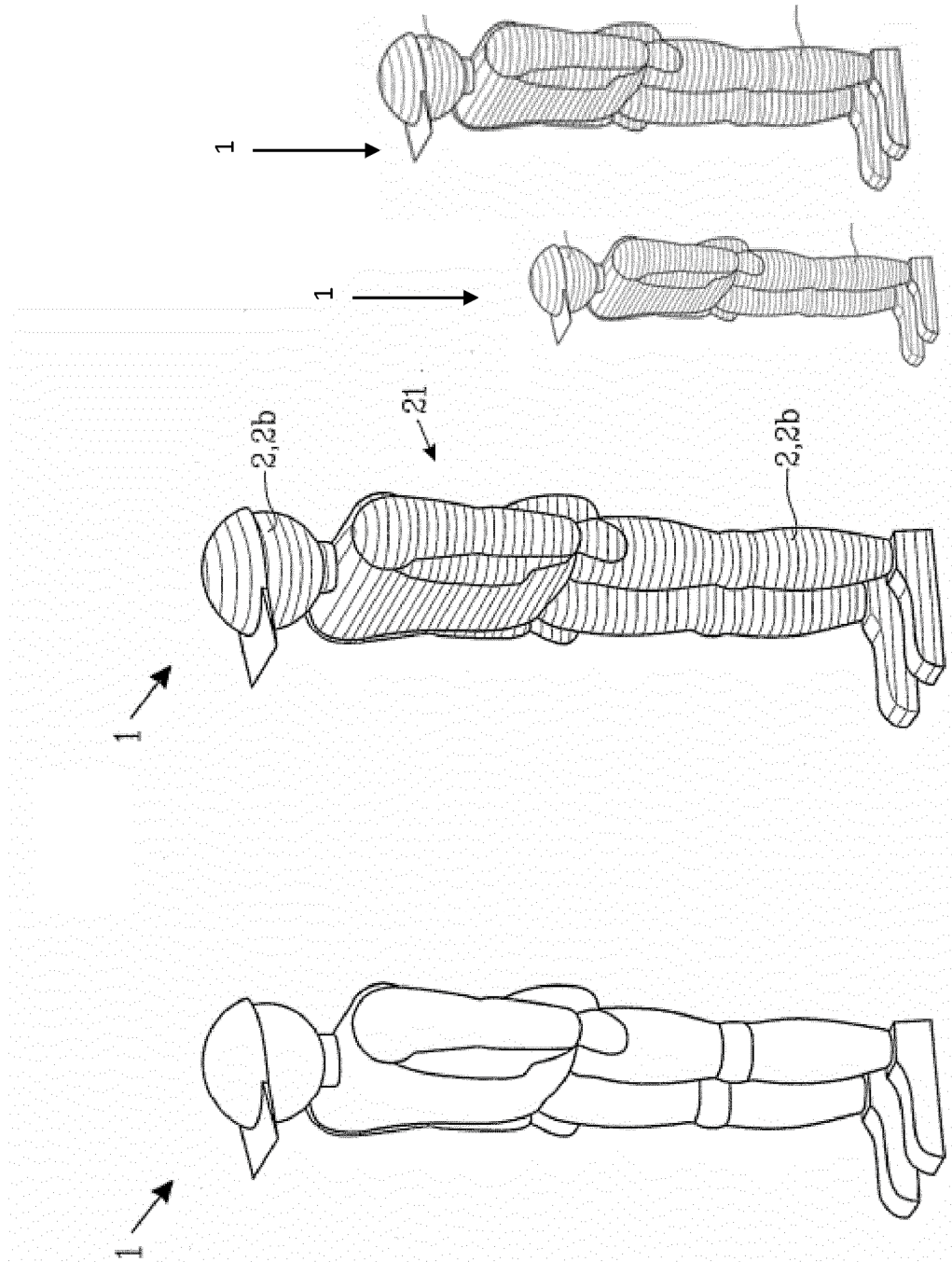


Figura 1b

Figura 1a

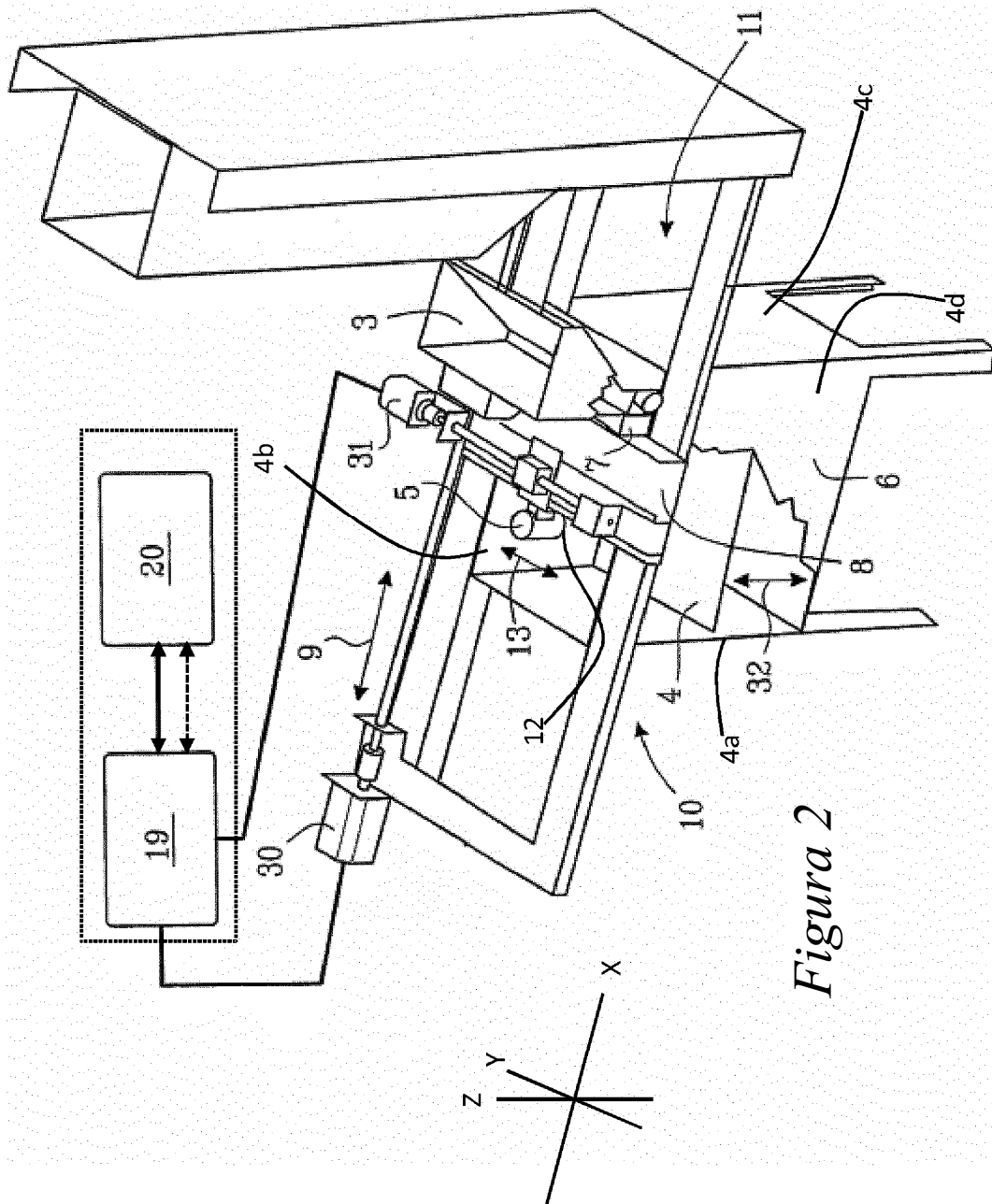


Figure 2

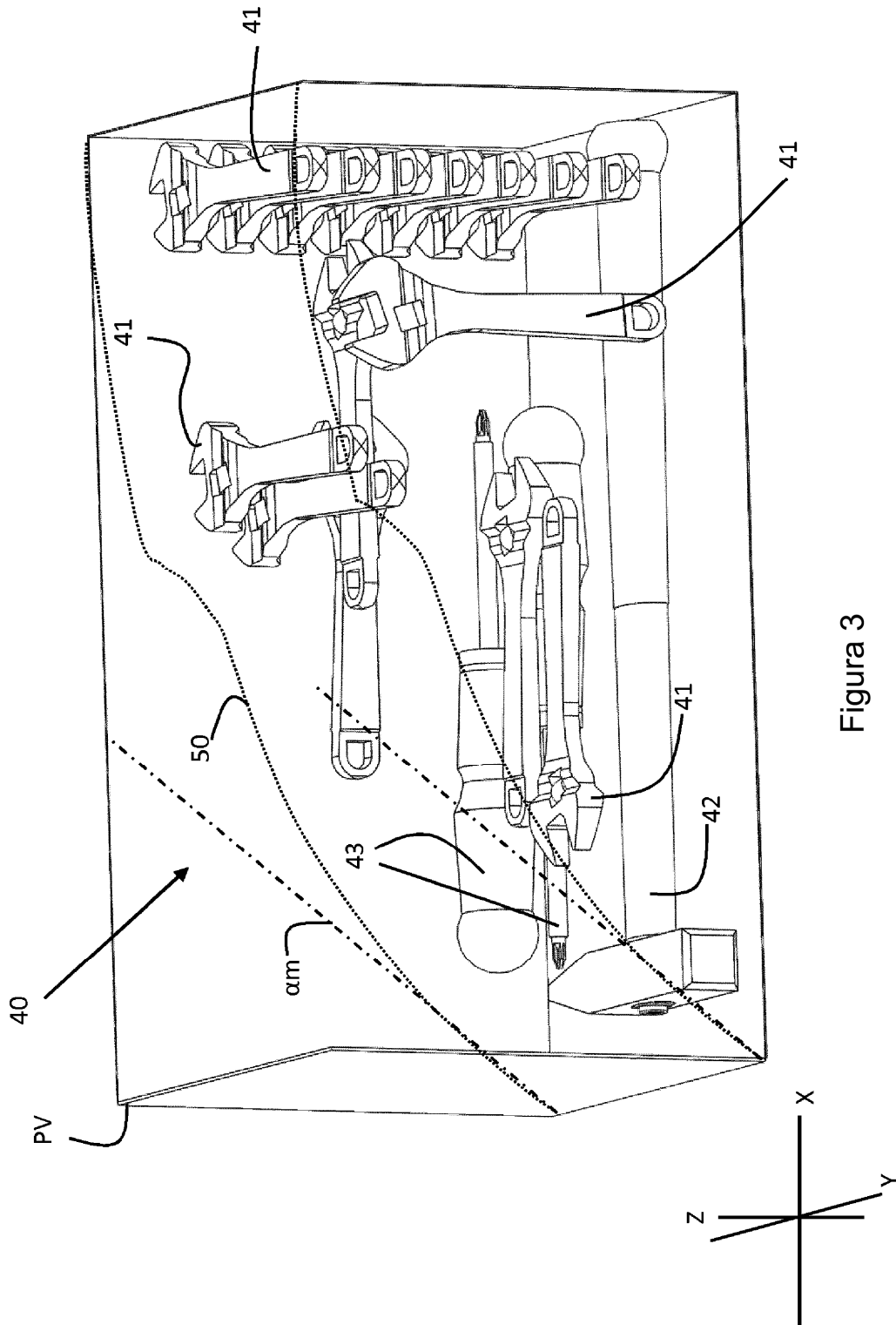


Figure 3

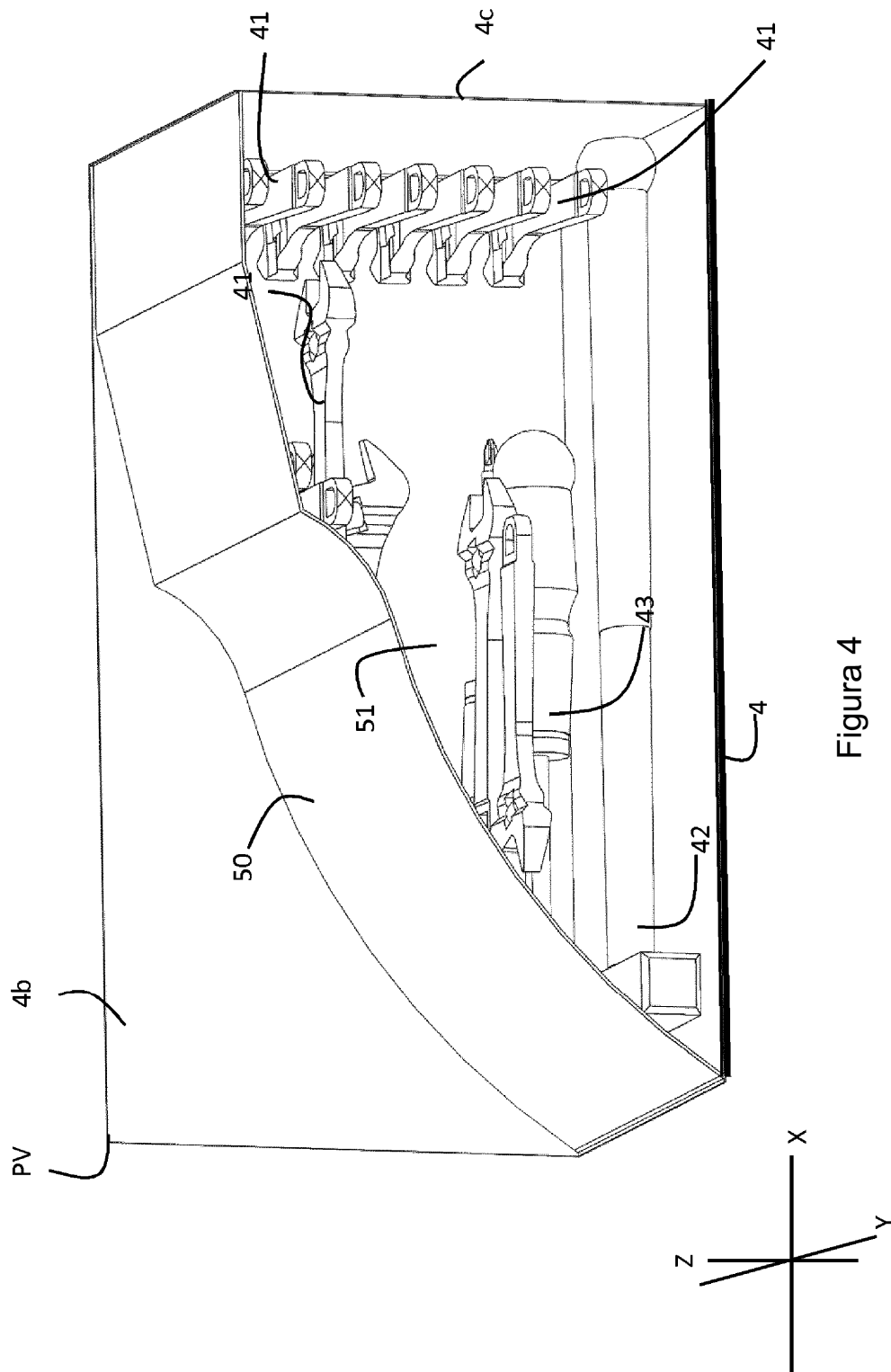


Figura 4

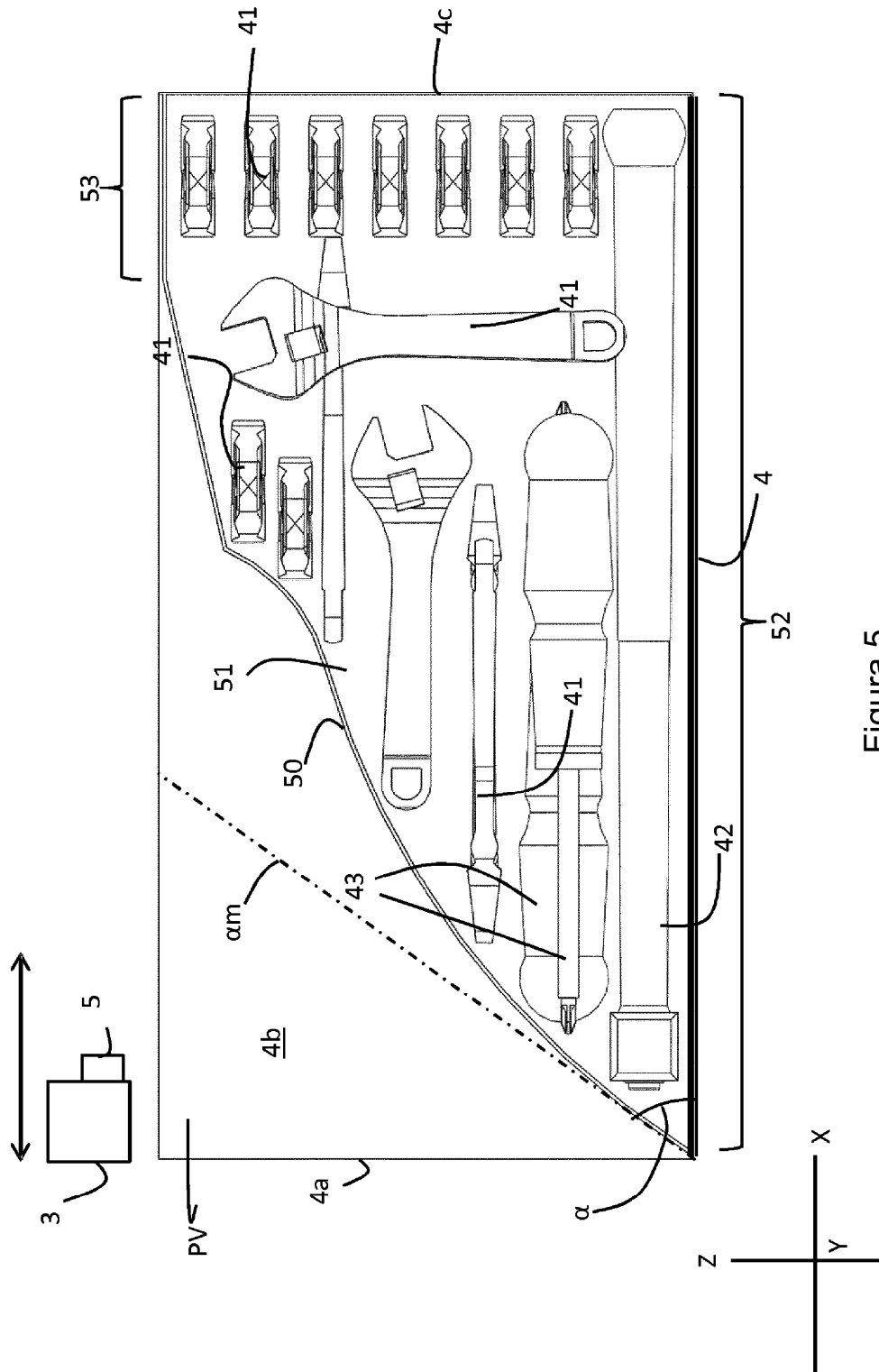


Figura 5

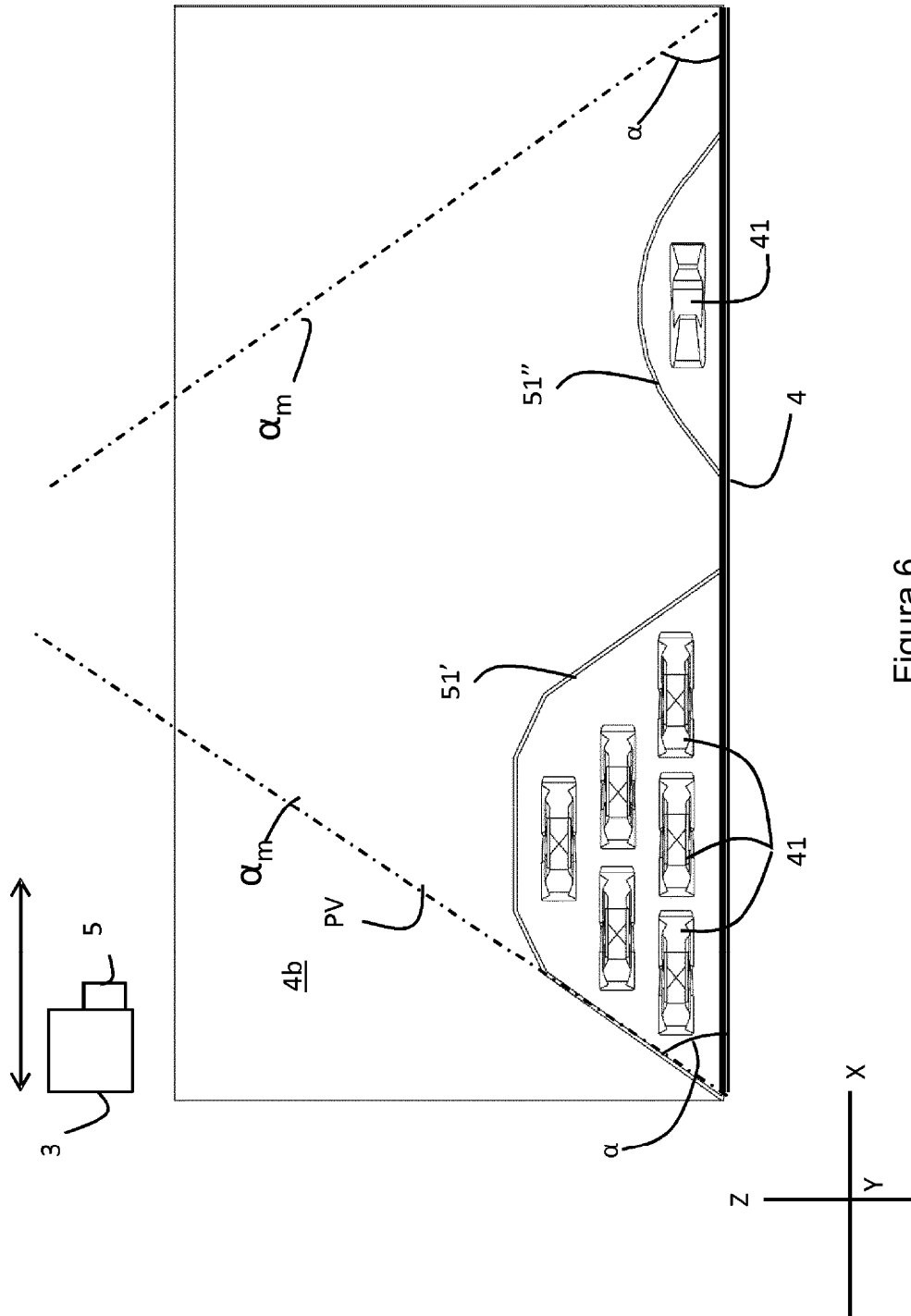


Figura 6

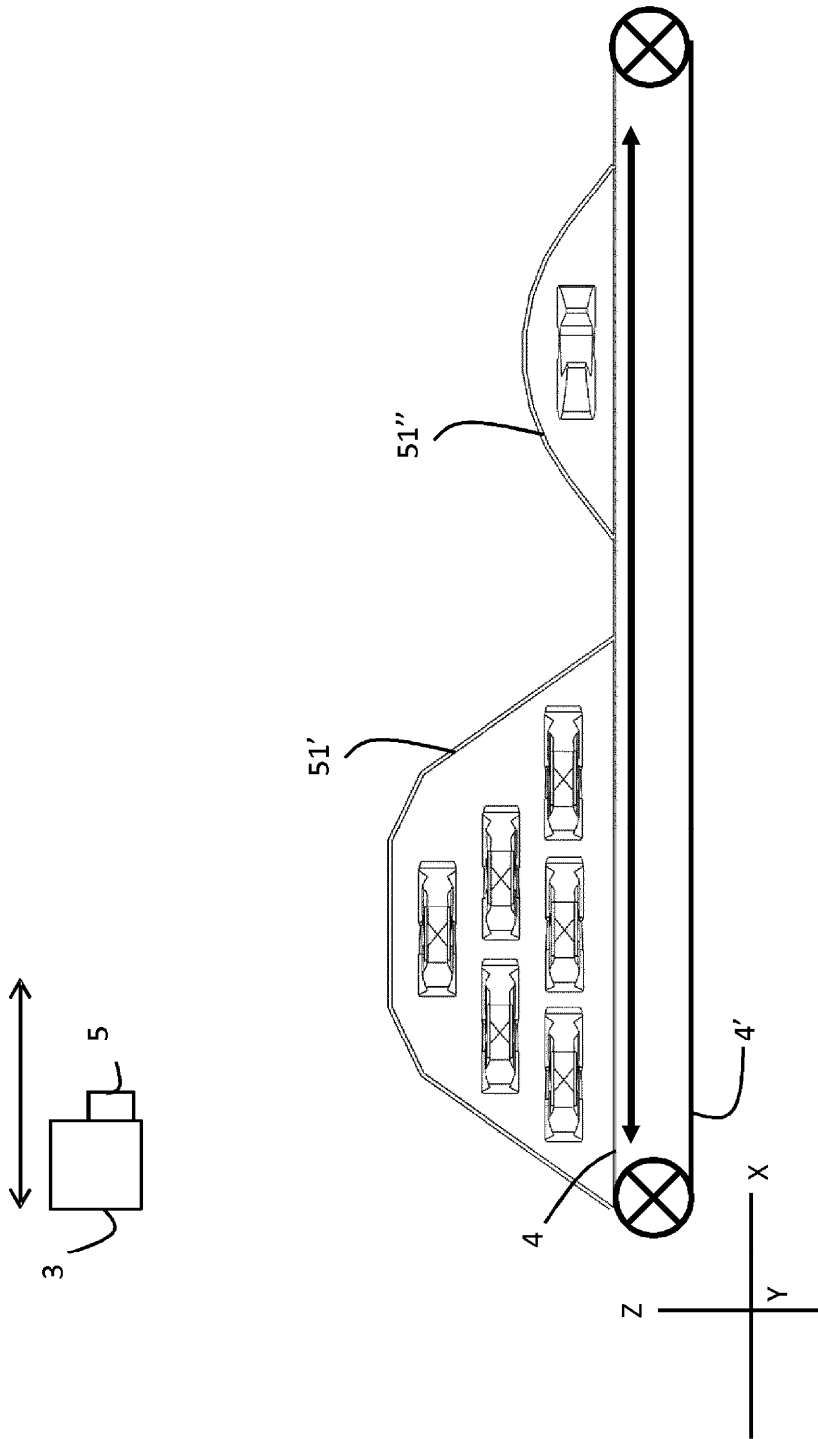


Figura 7

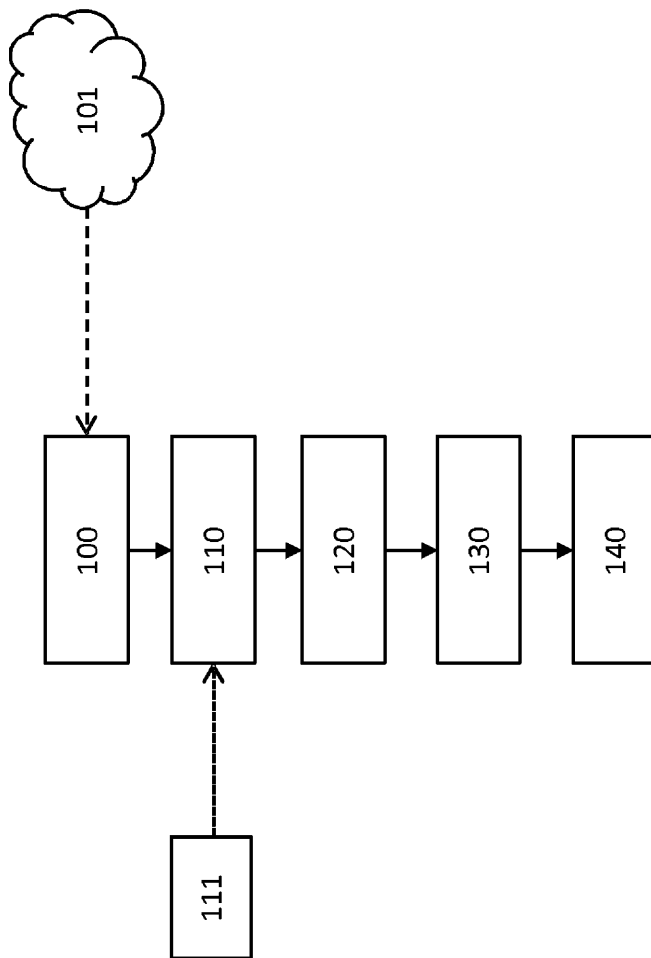


Figura 8