

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 843 106**

51 Int. Cl.:

**B29C 67/00** (2007.01)

**B33Y 50/02** (2015.01)

**B29C 64/393** (2007.01)

**B29C 64/182** (2007.01)

**B29C 64/165** (2007.01)

**B33Y 10/00** (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2017 PCT/EP2017/084124**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2018 WO18127429**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2017 E 17818164 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2020 EP 3565714**

54 Título: **Un procedimiento para imprimir un producto 3D y un dispositivo de impresión 3D**

30 Prioridad:

**03.01.2017 WO PCT/EP2017/050077**

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

**15.07.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**EDVINSSON, JERRY**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 843 106 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**

Un procedimiento para imprimir un producto 3D y un dispositivo de impresión 3D

**Campo técnico**

5 Un procedimiento para la fabricación de uno o más productos 3D en un lote mediante fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa y un dispositivo de impresión 3D para fabricar uno o más productos 3D en un lote mediante fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa.

**Antecedentes**

10 Las técnicas de fabricación aditiva comprenden un proceso que comporta unir o combinar materiales para fabricar productos 3D a partir de datos de modelado 3D, comúnmente un archivo de diseño asistido por ordenador, usualmente capa a capa, a diferencia de las metodologías de fabricación sustractiva, tales como el mecanizado tradicional. Estos elementos de volumen elementales, a veces denominados «voxels», pueden crearse y yuxtaponerse utilizando una variedad de principios técnicos diferentes, por ejemplo mediante suministro de gotas de monómeros fotopolimerizables por medio de un cabezal de impresión, mediante fotopolimerización selectiva con una fuente de luz UV cerca de la superficie de un baño de monómero (técnica de esterolitografía), o mediante fusión de polvo de polímero (fusión selectiva por láser (SLM, por sus siglas en inglés) o sinterizado selectivo por láser (SLS, por sus siglas en inglés)) por mencionar unos pocos.

15 Las técnicas de fabricación aditiva permiten definir la geometría de productos 3D con una gran cantidad de flexibilidad, pero plantean un número de problemas. En algunos campos, existe la necesidad de fabricar productos relativamente grandes y geoméricamente complicados y a un bajo coste. En otros campos, la atención se ha centrado en fabricar productos pequeños incluso a microescala o nanoescala. Con independencia del campo, el tiempo de fabricación puede tener un impacto significativo en los costes. Para reducir el tiempo de fabricación, se ha trabajado para imprimir productos continuos que no presentan sustancialmente capas distintas. Dichos procedimientos de fabricación que permiten la impresión de dichos productos pueden tener la ventaja de no estar restringidos a posicionar el modelo 3D de una manera específica con respecto al volumen de impresión.

20 Parece sin embargo que muchos de los procedimientos de fabricación aditiva están restringidos además a la fabricación de un producto cada vez. Existen varias desventajas en esto por razones obvias. Una razón es por supuesto que, si es posible fabricar dos productos en un lote, el tiempo de fabricación se verá reducido de manera significativa. Sin embargo, una vez se ha comprendido que dos o más productos han de producirse en un solo lote, surgen otros problemas.

25 La publicación internacional WO 2016/053263 A1 describe la partición virtual de un volumen de impresión en volúmenes de parte para poder imprimir varios objetos diferentes al mismo tiempo. La finalidad de la partición en el documento D1 es poder asignar diferentes partes del volumen de impresión a diferentes clientes y ordenar trabajos de impresión tan eficazmente en el espacio como sea posible en el volumen de impresión físico disponible.

30 El documento EP 2363270 A2 describe la impresión de más de un artículo a la vez, en particular un objeto principal y un bastidor de soporte alrededor del objeto principal. La finalidad subyacente es ahorrar material de impresión, ya que el material de impresión solo tiene que ser aplicado en un área donde un objeto se está imprimiendo realmente. El documento D2 describe que pueden imprimirse diferentes partes de un objeto con tinta (aglutinante) de diferentes colores.

35 El documento US 2006/0108712 A1 describe un dispositivo y procedimiento para producir un objeto tridimensional por medio de un procedimiento de producción generativo que pretende aumentar la velocidad de producción mediante la disposición de las unidades de aplicación y contenedores de construcción de manera que puedan moverse con relación al otro de un modo que permita la optimización de la aplicación del material de construcción y la solidificación del material aplicado.

40 La publicación internacional WO 2017/108108 A1 describe un solo volumen de construcción que puede dividirse en múltiples espacios de construcción virtuales, y en el que puede adjudicarse diferente material de construcción a cada espacio de construcción a partir de los parámetros requeridos por el modelo específico de objeto que ha de producirse en ese espacio.

**Compendio**

45 La presente descripción tiene por objeto proporcionar un procedimiento para fabricar un producto 3D que permite que uno o más productos 3D se fabriquen en un solo lote de impresión físico, de manera que el uno o más productos 3D presentan diferentes propiedades dentro del mismo producto o entre productos. Este objeto se logra al menos parcialmente por medio del procedimiento según la reivindicación 1.

El objeto se logra al menos parcialmente por medio de un procedimiento para controlar la fabricación de uno o más productos 3D en un lote de impresión físico mediante fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa

utilizando un dispositivo de impresión 3D según la reivindicación 1. El dispositivo de impresión 3D comprende una unidad de control adaptada para gobernar una pluralidad de parámetros de proceso. El lote de impresión físico presenta un volumen de impresión 3D físico y el procedimiento comprende las etapas de: proporcionar un volumen de impresión 3D virtual representativo del volumen de impresión 3D físico del lote de impresión físico; partir el volumen de impresión 3D virtual en al menos una primera y una segunda zona; asignar a la primera zona un primer parámetro de proceso, y a la segunda zona un segundo parámetro de proceso, siendo el primer parámetro de proceso y el segundo parámetro de proceso del mismo tipo pero presentando diferentes valores; por el que el primer parámetro de proceso es diferente del segundo parámetro de proceso. El procedimiento comporta además proporcionar un lote de impresión virtual representativo del lote de impresión físico, consistiendo el lote de impresión virtual en uno o más modelos 3D correspondientes al uno o más productos 3D y disponer el lote de impresión virtual dentro del volumen de impresión 3D virtual de manera que el lote de impresión virtual está dispuesto en el volumen de impresión 3D virtual con una primera parte del lote de impresión virtual posicionada en la primera zona virtual del volumen de impresión 3D virtual y una segunda parte del lote de impresión virtual posicionada en la segunda zona virtual del volumen de impresión 3D virtual.

Tal como se describe en la presente memoria, el primer parámetro de proceso puede diferir del segundo parámetro de proceso en tipo o puede ser el mismo tipo de parámetro de proceso, pero presentando un valor diferente.

Los parámetros de proceso seleccionables disponibles pueden diferir entre los distintos tipos de procesos de impresión 3D, tales como entre procesos en los que el material de construcción, p.ej. polímeros y metales, se utiliza también para consolidar el material de construcción en un producto coherente mediante sinterizado o fusión del material de construcción y procesos en los que se utiliza un agente de unión separado tal como un aglutinante adhesivo para aglutinar el material de construcción en un producto coherente.

Los parámetros de proceso relevantes tal como se describen en la presente memoria pueden ser una o más de las variables seleccionables del proceso tales como el tipo de material de construcción, la relación entre las cantidades aplicadas de material de construcción y adhesivo, el tamaño de partícula del material de construcción, el tipo de adhesivo, la temperatura del adhesivo, la presión de aplicación del adhesivo, el espesor de aplicación de capa, la velocidad de la unidad de aplicación de capa, la velocidad de la unidad de unión de capa, el suministro de calor, la resistencia de haz de energía, el calor suministrado a una boquilla de extrusión, la aplicación de colorantes u otros aditivos, etc.

Mediante la selección cuidadosa de los parámetros de proceso, pueden controlarse las propiedades o características del producto o productos resultantes tales como resistencia, densidad/peso, precio, resolución, fragilidad, elasticidad, durabilidad, etc. Los parámetros de proceso pueden seleccionarse también teniendo en cuenta aspectos medioambientales, aspectos higiénicos, compatibilidad y adecuación para entrar en contacto con comestibles tales como alimentos o bebidas, etc.

La presente descripción proporciona un procedimiento y un dispositivo que permite tiradas de producción eficientes, a saber, fabricación rentable. Permite una fabricación flexible de uno o más productos 3D que presentan diferentes propiedades en un mismo lote, a saber, una tirada, al permitir el ajuste y control de los parámetros de proceso para obtener diferentes propiedades tales como peso y porosidad, coste por producto 3D, resistencia del producto 3D tal como se establece en la presente memoria.

El procedimiento por lotes tal y como se describe en la presente memoria puede utilizarse para producir un producto que presenta diferentes propiedades en partes diferentes del producto y/o para producir dos o más productos en los que al menos un producto difiere de al menos un otro producto en el lote en que presenta una propiedad diferente tal como diferente resolución, diferente densidad, que comprende un aditivo diferente o una cantidad diferente de aditivo, etc.

La producción de productos que presentan diferentes propiedades puede utilizarse con ventaja para fines de prueba, tales como al probar condiciones de proceso para optimizar el proceso de impresión. Como el lote de uno o más productos puede producirse con diferentes parámetros de proceso en diferentes partes del volumen de impresión 3D físico, el proceso puede utilizarse para probar el efecto de p.ej. variar la cantidad de agente de unión que ha de aplicarse, variar el tipo de agente de unión, variar la presión en las boquillas de aplicación, variar la temperatura del agente de unión aplicado, etc. El producto o productos producidos pueden examinarse y sus propiedades pueden evaluarse como una función de un parámetro de proceso específico.

El volumen de impresión 3D virtual del lote se puede partir a lo largo de uno o más ejes: Z, X, o Y, preferiblemente al menos a lo largo del eje de altura, Z. El volumen de impresión 3D virtual puede partirse ventajosamente según un sistema de coordenadas cartesianas. Preferiblemente, al menos uno de los ejes está alineado con una dirección a lo largo de la cual se desplaza una unidad de aplicación de capa, más preferiblemente los ejes X e Y forman un plano y las capas de material están sustancialmente o completamente alineadas con dicho plano. La partición puede estar alineada con una dirección de desplazamiento que presentan las unidades móviles individuales en el dispositivo de impresión 3D. Esto simplificará el algoritmo y la facilidad con la que un usuario puede interactuar con el dispositivo de impresión 3D.

5 El dispositivo de impresión 3D puede comprender una unidad de visualización de imagen. El volumen de impresión 3D virtual puede mostrarse en forma de una imagen en la unidad de visualización de imagen. El volumen de impresión 3D virtual se representa preferiblemente como el volumen de impresión físico disponible real dibujado a escala. Esto proporcionará una representación visual y fácilmente comprensible del volumen de impresión 3D físico disponible y permitirá que un usuario ordene convenientemente y organice los modelos 3D que han de imprimirse en las diferentes zonas del volumen de impresión 3D virtual.

10 La partición del volumen de impresión 3D virtual puede implementarse mediante la partición de la imagen en la unidad de visualización en la primera y la segunda zonas. Esto permite que un usuario parta fácilmente el volumen de impresión 3D virtual disponible y ordene los modelos 3D seleccionados en el volumen de impresión 3D virtual disponible vía el volumen de impresión 3D virtual. La partición puede disponerse para ser efectuada arrastrando y soltando perímetros de delimitación de la primera y segunda zonas p.ej. en forma de líneas, curvas u otras formas. Como alternativa o complemento, los perímetros de delimitación de las zonas virtuales pueden formarse por medio de valores introducidos por un operario del dispositivo de impresión 3D.

15 La imagen partida en la unidad de visualización puede convertirse a datos legibles por dispositivo de impresión 3D. Una vez el operario ha seleccionado los modelos 3D para imprimir y ha partido el volumen de impresión 3D virtual en el número seleccionado de zonas, la imagen y los datos que representa pueden convertirse a datos legibles por dispositivo de impresión 3D. Los datos legibles por dispositivo de impresión 3D pueden a continuación reenviarse al dispositivo de impresión 3D como instrucciones al dispositivo de impresión 3D y sus diferentes unidades.

20 Los datos legibles por dispositivo de impresión 3D pueden enviarse al dispositivo de impresión 3D p.ej. de manera inalámbrica o vía cables tales como fibra óptica. Si la unidad de visualización está dispuesta en el dispositivo de impresión 3D, los datos se convierten en el dispositivo de impresión 3D a datos legibles por dispositivo de impresión 3D.

25 La imagen en la unidad de visualización puede ser representativa de una sección transversal del volumen de impresión 3D físico disponible del lote. Únicamente a modo de ejemplo, puede formarse una sección transversal adecuada a lo largo de al menos dos ejes X, Y, Z, preferiblemente a lo largo del eje Z y el eje X o el Y. La altura es ventajosa para ilustrar ya que facilita al operario posicionar los modelos 3D.

30 A la al menos primera zona y/o la segunda zona se le puede asignar al menos un parámetro de proceso adicional. El al menos un parámetro de proceso adicional puede ser diferente o el mismo, pero es preferiblemente diferente. Dicho parámetro de proceso adicional puede ser un agente de coloración seleccionado, agente aglutinante adicional, un aditivo, o similar. Al permitir la selección de uno o más parámetros de proceso adicionales, cada zona puede personalizarse según el deseo del operario. Debería mencionarse que la asignación de un parámetro adicional puede estar delimitada por los mismos perímetros que la primera y la segunda zonas, a saber, las zonas. Opcionalmente, puede implementarse un nuevo conjunto de zonas. El volumen de impresión 3D virtual puede de esta manera partirse en zonas adicionales que pueden estar parcialmente o completamente superpuestas a las zonas previas. De este modo cada parámetro de proceso seleccionado puede ser el objeto de la partición del volumen de impresión 3D virtual en un número seleccionado de zonas. El volumen de impresión 3D virtual puede así partirse en una o más zonas adicionales, pudiendo dicha una o más zona adicional superponerse a la primera y/o la segunda zona, o estar alineada con la primera y/o segunda zona.

40 La adición de al menos un modelo 3D representativo de un producto 3D imprimible en el volumen de impresión 3D virtual puede hacerse antes, simultáneamente a, o después de la partición del volumen de impresión 3D virtual en la primera y la segunda zonas. Opcionalmente, pueden añadirse dos o más modelos 3D representativos de productos 3D imprimibles en el volumen de impresión 3D virtual antes, simultáneamente a, o después de la partición del volumen de impresión 3D virtual en la primera y la segunda zonas. El/los modelo/s 3D se añade/n al volumen de impresión 3D virtual y preferiblemente se muestra/n en la unidad de visualización como una imagen representativa del volumen de impresión 3D disponible. Resulta ventajoso que la partición pueda efectuarse independientemente del momento en que se añaden los modelos 3D en el volumen de impresión 3D virtual. Esto proporciona gran flexibilidad para que un operario ordene fácilmente cómo y cuándo se imprimen realmente los productos 3D, y proporcione los productos 3D con las propiedades deseadas vía la selección de los parámetros de proceso. Debido al hecho de que es el volumen de impresión 3D disponible el que se parte y no modelos 3D individuales, la partición puede hacerse independientemente de los modelos 3D. Tal y como se expone en la presente memoria, el al menos un modelo/s 3D puede arrastrarse y soltarse en la imagen que representa al menos una porción del volumen imprimible 3D.

55 El procedimiento puede comprender la etapa de: iniciar la impresión de los al menos dos productos 3D. Una vez el operario ha partido el volumen de impresión 3D virtual e importado los modelos 3D, el operario puede iniciar la impresión de los productos 3D. El inicio del proceso de impresión no requiere necesariamente ser efectuado directamente después de que los datos se han convertido a datos legibles por dispositivo de impresión 3D. En su lugar, una vez se ha iniciado la impresión, los datos derivados del volumen de impresión 3D virtual, la partición y los modelos 3D pueden convertirse capa a capa y transferirse como instrucciones capa a capa. Esto permite a un operario añadir modelos 3D durante el proceso de impresión 3D.

Los al menos dos productos 3D pueden ser diferentes productos 3D en términos de tamaño, forma, resolución, espesor de capa, concentración de adhesivo, o combinaciones de los mismos. Alternativamente, los al menos dos productos 3D pueden ser idénticos el uno al otro, pero cada producto puede comprender una porción que difiere de otra porción del producto con respecto a resolución, espesor de capa, composición, etc. Por consiguiente, los productos pueden estar basados en el mismo modelo 3D pero pueden variar p.ej. en tamaño o resolución o pueden presentar propiedades variables dentro del mismo producto dependiendo de cómo se ha dispuesto el modelo 3D del producto en relación a las zonas en el volumen de impresión 3D virtual partido. Esto proporciona un procedimiento de fabricación flexible y fácilmente adaptable.

El procedimiento puede ser una etapa de procedimiento en la fabricación de uno o más productos 3D en un lote mediante fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa utilizando un dispositivo de impresión 3D.

La presente descripción tiene por objeto además proporcionar un dispositivo de impresión 3D para fabricar uno o más productos 3D en un lote de impresión físico mediante fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa. El dispositivo de impresión 3D comprende una unidad de aplicación de capa para aplicar una capa de material a granel, una unidad de unión de capa para aglutinar una porción seleccionada de la capa aplicada a fin de formar un producto 3D. El dispositivo de impresión 3D comprende una unidad de control adaptada para gobernar al menos un parámetro de proceso. La unidad de control está dispuesta para proporcionar un volumen de impresión 3D virtual representativo del volumen de impresión 3D físico del lote de impresión físico y para partir el volumen de impresión 3D virtual en al menos una primera y una segunda zona y; asignar a la primera zona un primer parámetro de proceso, y a la segunda zona un segundo parámetro de proceso, siendo el primer parámetro de proceso y el segundo parámetro de proceso del mismo tipo pero presentando diferentes valores. El primer parámetro de proceso es diferente con respecto al segundo parámetro de proceso. El dispositivo de impresión 3D está configurado para proporcionar un lote de impresión virtual representativo del lote de impresión físico, consistiendo el lote de impresión virtual en uno o más modelos 3D correspondientes al uno o más productos 3D físicos en el lote de impresión físico y está configurado para disponer el lote de impresión virtual que comprende el al menos un modelo 3D dentro del volumen de impresión 3D virtual de manera que el lote de impresión virtual está dispuesto en el volumen de impresión 3D virtual con una primera parte del lote de impresión virtual posicionada en la primera zona virtual del volumen de impresión 3D virtual y una segunda parte del lote de impresión virtual posicionada en la segunda zona virtual del volumen de impresión 3D virtual.

La presente descripción también proporciona un dispositivo que permite tiradas eficientes, a saber, fabricación rentable. Permite una fabricación flexible de múltiples productos 3D en un lote, a saber, una tirada, en términos de permitir la manipulación de diferentes parámetros tales como peso y porosidad, coste por producto 3D, resistencia del producto 3D, por mencionar unos pocos.

La unidad de control del dispositivo de impresión 3D puede comprender una unidad de visualización, tal como se expone en la presente memoria, y puede estar configurada para proyectar una imagen en la unidad de visualización, siendo la imagen representativa de al menos partes de un volumen de impresión 3D físico disponible del lote. Opcionalmente o adicionalmente, puede visualizarse una representación virtual de la totalidad del volumen de impresión 3D físico disponible del lote de impresión físico. La unidad de visualización puede estar dispuesta de manera remota, a una distancia del dispositivo de impresión 3D, o puede estar localmente dispuesta próxima a o integrada en el dispositivo de impresión 3D.

La acción de aglutinación y la aplicación de las capas de material se repiten hasta que se forman el uno o más productos 3D. El procedimiento tal como se describe en la presente memoria proporciona una producción flexible de productos 3D que permite el control individual de la resolución para cada producto 3D e incluso de diferentes partes de un producto 3D de manera simple y eficaz. El procedimiento permite que se fabriquen al menos dos productos 3D con diferente resolución en el mismo lote. Por tanto, no es necesario escoger entre alta resolución, a saber, un alto número de capas de material relativamente delgadas, y un tiempo de fabricación rápido que puede lograrse usando capas de material relativamente gruesas. Mediante el control del espesor de las capas de material, puede gobernarse la relación de agente aglutinante y material a granel. La porosidad y el peso de los productos 3D finales puede así manipularse. Solo a modo de ejemplo, menos agente aglutinante puede proporcionar productos más ligeros, pero más frágiles y menos duraderos lo que a veces puede ser aceptable. Si se desean productos más robustos, puede aplicarse más agente aglutinante con respecto al espesor de la capa de material.

La descripción también se refiere a un programa informático que comprende medios de código de programa para llevar a cabo las etapas según el procedimiento descrito en la presente memoria, cuando el programa se ejecuta en un ordenador.

La descripción también se refiere a un medio legible por ordenador que lleva un programa informático que comprende medios de código de programa para llevar a cabo el procedimiento descrito en la presente memoria cuando el producto de programa se ejecuta en un ordenador.

Debería mencionarse que las características descritas con respecto al procedimiento pueden ser también aplicables al dispositivo y las características descritas con respecto al dispositivo pueden ser también aplicables al procedimiento.

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

### Breve descripción de los dibujos

Se describirán más detalladamente realizaciones no limitativas con referencia a las figuras adjuntas en las que:

- 5 la figura 1 muestra modelos 3D en forma de un muñeco que ilustra una opción para imprimir productos 3D similares que presentan diferente resolución y tamaño;
- la figura 2 es una vista esquemática de un dispositivo de impresión 3D para fabricación aditiva;
- la figura 3 es una vista esquemática de un volumen de impresión 3D virtual que ilustra el volumen de impresión disponible de un lote, y modelos 3D seleccionados para ser impresos, con una vista en perspectiva;
- 10 la figura 4 muestra el volumen de impresión 3D virtual 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 procedimiento opcionales y;
- la figura 6 muestra un diagrama de proceso esquemático de etapas de procedimiento opcionales.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

- 15 Por la expresión «fabricación aditiva» se entiende en la presente memoria, según la norma internacional ASTM 2792-12, técnicas de fabricación que comprenden un proceso que comporta unir o combinar materiales para fabricar productos 3D a partir de datos de modelado 3D tales como un archivo de diseño asistido por ordenador p.ej. CAD, usualmente capa a capa, a diferencia de las metodologías de fabricación sustractiva, tales como el mecanizado
- 20 tradicional. El procedimiento de fabricación aditiva descrito en la presente memoria es preferiblemente un procedimiento de inyección de aglutinante en el cual un agente de unión, preferiblemente un agente de unión líquido, se deposita de manera selectiva sobre un material particulado para unir el material particulado. El agente de unión líquido puede ser cualquier agente de unión adecuado, tal como se expone en la presente memoria. Los procedimientos de inyección de aglutinante pueden ser particularmente útiles cuando se forman objetos relativamente grandes tales como muebles, elementos de construcción, etc. Otros procedimientos de fabricación aditiva que pueden
- 25 beneficiarse de la presente descripción son fusión de lecho de polvo, deposición de energía dirigida, extrusión de material, fotopolimerización, inyección de material o laminación de hojas.

En la presente memoria se describirán realizaciones de la presente descripción p. ej. con referencia a polvo de madera como material particulado. Debería mencionarse sin embargo que el procedimiento o dispositivo descrito en la presente memoria no está limitado a polvo de madera como tal.

- 30 Con referencia a la figura 1, se describirá con mayor detalle el procedimiento según la descripción para fabricar uno o más productos 3D en un lote por medio de fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa. El procedimiento incluye que una capa de material, preferiblemente material particulado, en este caso polvo de madera, se aplica sobre un soporte, que sobre la capa de polvo de madera se deposita agente aglutinante, después de lo cual se aplica una
- 35 capa adicional de polvo de madera sobre la capa de polvo de madera anterior. Dicha aplicación alterna de polvo de madera y deposición de agente aglutinante se repite un número deseado de veces, de manera que el polvo de madera se une en un producto continuo por medio del agente aglutinante tanto dentro de cada capa como entre capas adyacentes.

- La figura 1a ilustra un ejemplo de un modelo 1 virtual en forma de un muñeco y la figura 1b ilustra de manera esquemática cómo el modelo 1 se ha dividido en láminas 2 virtuales orientadas horizontalmente. Por consiguiente, el
- 40 modelo existe como datos de modelado 3D, p.ej. en un fichero CAD, en un programa informático. El modelo 1 basado en ordenador se utiliza después como datos de entrada a una unidad de control del dispositivo de impresión 3D según la descripción para crear un producto 3D físico real sustancialmente similar, en el ejemplo un muñeco, que se compone de polvo de madera y agente aglutinante. Los fundamentos de una técnica de capa a capa adecuada se describen en la solicitud de patente internacional núm. WO2006033621A1 cedida a L3F y no se describirán detalladamente en la
- 45 presente memoria.

- Las capas 2b de polvo de madera en el producto 3D físico real que corresponden a las láminas 2 del modelo virtual serán más difíciles de distinguir en el producto 21 real, especialmente si se utilizan capas más delgadas para construir el producto. Por tanto, con capas más delgadas se produce una resolución más alta. Como resulta evidente de la
- 50 figura 1b, la forma del producto se crea por medio de la formación de una pluralidad de capas, preferiblemente más de 10 capas y usualmente más de 50 capas, que pueden presentar áreas unidas de diferentes tamaños y diferentes formas, para superponerse entre sí. Solo a modo de ejemplo, si un producto que tiene 1 metro de altura ha de crearse a partir de capas que presentan un espesor del orden de 1 mm, se requerirán aproximadamente 1000 capas.

El uno o más productos 3D se fabrican por lotes, presentando el lote un volumen de impresión físico. El volumen de impresión físico es el volumen disponible que puede utilizarse para fabricar productos 3D. Tal como se describirá en

la presente memoria, un procedimiento según la descripción permitirá la fabricación de uno o más productos 3D, preferiblemente dos o más productos 3D, que presentan diferentes propiedades tales como diferente espesor de capa de material, a saber, diferente resolución. Puede llevarse a cabo una acción de aglutinación en cada capa de material aplicada para consolidar la capa y aglutinarla a una capa aplicada previamente. Cuando todas las capas se han aplicado y unido en un objeto coherente se forma finalmente un producto 3D de conformidad con los datos del modelo virtual que se ha cargado en el dispositivo de impresión 3D.

Por medio de la presente descripción, la resolución del uno o más productos 3D puede controlarse variando el espesor de las capas de material aplicadas de manera que estableciendo un valor más alto para el espesor de capa, el procedimiento de fabricación puede hacerse tanto más rentable como más rápido, pero con una resolución más baja en el producto o parte de producto 3D. De manera correspondiente, un valor inferior para el espesor de capa resultará en un producto o parte de producto 3D que presenta una resolución más alta, pero al precio de un proceso de impresión que requiere más tiempo.

Con referencia de nuevo a la figura 1b, tal como puede apreciarse, el muñeco puede así fabricarse no solo en diferentes tamaños, sino también con diferente resolución, a saber, con diferente espesor de capa. De este modo es posible también fabricar p.ej. dos muñecos de igual tamaño pero que presentan diferente resolución, a saber, con diferente espesor de capa. Tal y como se describirá a continuación, esto puede hacerse ventajosamente mediante la partición de una representación virtual del volumen de impresión 3D físico disponible en zonas virtuales diferentes. Cada zona virtual define un límite dentro del cual gobierna un parámetro de proceso específico, a saber, las zonas virtuales definen límites para diferentes parámetros de proceso de manera que los modelos virtuales de objetos imprimibles 3D pueden posicionarse completa o parcialmente dentro de las zonas virtuales. Los productos 3D producidos según el procedimiento tal como se describe en la presente memoria se proporcionarán de este modo con diferentes características en diferentes productos 3D en el mismo lote y/o con diferentes características dentro del mismo producto 3D dependiendo de la partición del volumen de impresión 3D virtual en zonas virtuales, la asignación de parámetros de proceso a las zonas y el posicionamiento de los modelos virtuales del producto 3D que ha de imprimirse en relación con las zonas virtuales dentro del volumen de impresión 3D virtual partido.

La figura 2 ilustra un dispositivo de impresión 3D para fabricar uno o más productos 3D en un lote por medio de fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa, en este caso un producto continuo de polvo de madera. El dispositivo incluye una unidad 3 de aplicación de capa para alimentar material particulado, en la realización mostrada polvo de madera, que forma una capa de material sobre un soporte 4. Una unidad 5 de unión de capa, en este caso una unidad de deposición para efectuar una acción de aglutinación, p.ej. mediante deposición de agente aglutinante, sobre porciones seleccionadas de la capa de polvo de madera aplicada. El dispositivo según las realizaciones de la presente memoria puede comprender además una unidad opcional de aplicación de elemento de refuerzo para aplicación de elementos de refuerzo tales como filamentos de refuerzo continuos p.ej. cuerdas de nailon.

Para fines orientativos, 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 de impresión 3D según la descripción ilustrada en la figura 2, el dispositivo de impresión 3D comprende un receptáculo 6, que por motivos de claridad se muestra cortado en la parte frontal. Una placa 4 base, a la que también se hace referencia como soporte 4, está dispuesta dentro del receptáculo 6 y es verticalmente ajustable a lo largo del eje Z. Sin embargo, debería mencionarse que, en vez de presentar un soporte verticalmente ajustable, el soporte puede ser fijo y las otras unidades pueden ser ajustables en una dirección vertical a fin de permitir la formación de capas de material y la realización de una acción de aglutinación. Solo a modo de ejemplo, la unidad 3 de aplicación de capa y la unidad 5 de unión de capa y opcionalmente una unidad de nivelado si la misma está presente pueden ser verticalmente ajustables con respecto al soporte.

En el extremo superior del receptáculo 6, la unidad 3 de aplicación de capa, a la que a continuación se hará referencia como el alimentador 3, está dispuesta en un carro 8 móvil junto con la unidad 5 de unión de capa y una unidad 7 opcional de nivelado de capa para nivelar la capa y/o para eliminar el exceso de polvo de madera. El alimentador 3 y la unidad 7 de nivelado de capa están dispuestos para movimiento recíproco a lo largo de al menos el eje X, a saber, en una dirección paralela a la placa 4 base, por ejemplo desde un primer extremo 10 hasta un segundo extremo 11 del receptáculo 6 y viceversa. La unidad 5 de unión de capa que presenta al menos una boquilla 12, preferiblemente una pluralidad de boquillas 12 individuales, para la deposición del agente aglutinante, está preferiblemente dispuesta para su desplazamiento a lo largo de los dos ejes X, Y, preferiblemente en un plano paralelo al soporte 4, a fin de permitir la deposición de agente aglutinante en las áreas deseadas. En principio, también podría utilizarse un medio de deposición dispuesto para desplazamiento a lo largo de un solo eje. Dicha disposición es menos preferida ya que requiere un medio de deposición que muestre un gran número de boquillas separadas dispuestas a lo largo de un eje que es perpendicular en relación con el eje de desplazamiento del medio de deposición. Alternativamente pueden utilizarse otros mecanismos para depositar agente aglutinante. Solo a modo de ejemplo, pueden utilizarse uno o más brazos robóticos tales como uno o más brazos robóticos cartesianos. Pueden utilizarse diferentes disposiciones opcionales para adaptar el espesor de las capas de material a granel tales como un raspador y/o un elemento rotatorio tal como un cilindro o cepillo. También puede proporcionarse una unidad de eliminación de exceso de material a granel tal como un dispositivo de succión y/o de soplado para retirar material a granel excedente.

La unidad 7 de nivelado de capa puede hacerse funcionar para nivelar cada capa aplicada, o para nivelar después de que se ha aplicado un número seleccionado de capas. Solo a modo de ejemplo y en términos generales, la unidad 7 de nivelado puede tener un ciclo de nivelado para cada ciclo de la unidad 3 de aplicación de capa. Opcionalmente la unidad 7 de nivelado de capa puede tener un ciclo por cada segundo ciclo, o más, de la unidad 3 de aplicación de capa.

El dispositivo de impresión 3D comprende además una unidad 19 de control conectada de manera operativa con una unidad 20 de visualización. La unidad 20 de visualización puede estar posicionada de manera remota con respecto al dispositivo de impresión 3D y puede estar conectada vía cables o de manera inalámbrica p. ej. vía wifi o vía otros protocolos de comunicación, o vía una red 3G, 4G o 5G. La unidad 19 de control puede incluir un ordenador provisto de un programa para convertir uno o más modelos 3D virtuales en señales, siendo utilizadas dichas señales para controlar diferentes componentes del dispositivo, tales como la unidad 3 de aplicación de capa, la unidad 5 de unión de capa, la unidad 7 de nivelado de capa y la placa 4 base. Por medio de la transmisión de estas señales a los motores 30, 31 que están dispuestos para accionar los componentes mecánicos, el producto según la invención puede producirse de modo automático. Tal como se menciona anteriormente, la unidad 19 de control y la unidad 20 de visualización pueden estar dispuestas localmente en el dispositivo de impresión 3D o de manera remota al mismo. En la fig. 2 se ilustra una ubicación remota mediante la inscripción de la unidad 19 de control y la unidad 20 de visualización en una caja rayada.

En la realización mostrada, se aplica agente aglutinante en porciones seleccionadas de una capa de material a granel a fin de formar una geometría específica del producto 3D por medio de una distribución controlada de agente aglutinante en cada capa de material a granel. En la producción, las porciones de las capas de material a granel donde se ha depositado agente aglutinante se consolidarán y formarán el uno o más productos 3D, mientras que las porciones remanentes de las capas de material a granel permanecerán desunidas, y de este modo no contribuirán al uno o más productos 3D acabados. Sin embargo, antes de ser eliminado, el material desunido puede constituir un soporte para los productos 3D durante su fabricación.

La figura 3 ilustra cómo los datos de modelado 3D pueden ser manipulados por un usuario tal como se representan en la unidad 20 de visualización. La figura 3 muestra una imagen 40 virtual de un lote de impresión, constituyendo la imagen 40 virtual una representación virtual del volumen PV de impresión físico del lote. Un número de modelos 3D que representan productos 3D imprimibles se visualizan en la imagen 40 virtual; una pluralidad de llaves 41, un martillo 42 y una pluralidad de atornilladores 43. Los modelos 3D se han dispuesto en diferentes posiciones dentro del volumen PV de impresión, preferiblemente siguiendo un sistema de coordenadas cartesianas.

También se ilustran en la figura 3 una pluralidad de zonas 50 virtuales. Tal como se expone en la presente memoria, el volumen PV de impresión 3D virtual se ha partido en al menos una primera y una segunda zona 50, 50' virtual. La primera y la segunda zonas 50, 50' virtuales definen límites virtuales dentro del volumen PV de impresión 3D virtual. En estas zonas 50, 50' virtuales diferentes, a cada una de las zonas 50, 50' virtuales se le ha asignado un parámetro de proceso que es diferente de un parámetro de proceso en la otra de las zonas 50, 50' virtuales. Mediante la asignación a la al menos primera y segunda zonas 50, 50' virtuales de al menos un parámetro de proceso que difiere, puede llevarse a cabo el procedimiento tal como se describe en la presente memoria para producir uno o más producto/s 3D que presentan diferentes propiedades en diferentes partes de un mismo producto 3D y/o que presentan propiedades que difieren entre productos diferentes. Solo a modo de ejemplo, los parámetros de proceso pueden ser cualquier variable del proceso que puede seleccionarse a fin de controlar propiedades o características del producto resultante tales como espesor de capa de material, concentración de adhesivo, velocidad de unidad de aplicación de capa, velocidad de unidad de unión de capa, calor, energía de haz, tamaño de haz, tamaño de partícula, tipo de partícula, calor en boquilla de extrusión, temperatura de adhesivo, velocidad de adhesivo o material desde las boquillas, diferentes adhesivos/materiales, y/o colores. Los diferentes parámetros de proceso asignados a las diferentes zonas virtuales en el volumen de impresión 3D virtual gobiernan las propiedades y características de los productos 3D producidos, tales como resistencia, peso, precio, resolución, color, durabilidad, respeto medioambiental, compatibilidad alimentaria, etc.

La figura 4 muestra una vista del volumen de impresión virtual de la figura 3 tal como se ve a lo largo del eje X. Las zonas 50, 50' virtuales están definidas por perímetros 51, 51' de delimitación. En la realización mostrada, todos los perímetros 51, 51' de delimitación son sustancialmente líneas rectas, excepto un perímetro de delimitación que es un perímetro 51' circular de la zona 50c virtual que está dibujada alrededor de uno de los atornilladores 43. La periferia del volumen PV de impresión 3D virtual define los límites exteriores de las zonas virtuales adyacentes. Tal como puede apreciarse en la figura 4, al menos uno de los perímetros 51 de delimitación es paralelo al eje Y. Por tanto, el volumen PV de impresión 3D virtual puede así partirse a lo largo de al menos uno de los ejes X, Y, Z.

Mediante la partición del volumen de impresión 3D virtual en dos o más zonas virtuales, p.ej. tal como se muestra en la realización de la figura 4, al volumen de impresión 3D virtual, y así a cualquier modelo 3D posicionado completa o parcialmente dentro de una zona virtual en el volumen de impresión 3D virtual, se le pueden asignar diferentes parámetros de proceso tales como diferente espesor de capa de material, diferente concentración de agente de unión o similares. Esto permite a un operario ordenar y coordinar la fabricación de una pluralidad de productos 3D de una manera muy fácil y eficiente.

El operario puede simplemente añadir al menos un modelo 3D a la imagen del volumen de impresión 3D virtual que representa el volumen de impresión 3D físico y después de eso partir el volumen de impresión 3D virtual en al menos una primera y una segunda zona virtual. Se pueden asignar a las zonas virtuales diferentes parámetros de proceso para permitir que se fabriquen productos impresos 3D con diferentes propiedades en un mismo lote.

5 Con referencia a la figura 4 y comenzando desde cero, u origen, del eje Z y yendo en sentido ascendente pueden identificarse ocho zonas:

1ª zona, 50a, una llave, espesor de capa de material 0,1 mm.

2ª zona, 50b, un atornillador, espesor de capa de material 0,3 mm.

3ª zona, 50c, un atornillador, espesor de capa de material 0,1 mm.

10 4ª zona, 50d, sin modelo 3D, espesor de capa de material 0,4 mm.

5ª zona, 50e, dos llaves, espesor de capa de material 0,9 mm.

6ª zona, 50f, tres llaves, espesor de capa de material 0,05 mm.

7ª zona, 50g, un martillo y parte de una llave de la 6ª zona, espesor de capa de material 0,1 mm.

8ª zona, 50h, una llave, espesor de capa de material 0,25 mm.

15 Después de haber partido el volumen de impresión 3D virtual en zonas virtuales adecuadas y asignar a las zonas diferentes parámetros de proceso, un usuario puede importar, o añadir de otro modo, modelos 3D de productos para ser imprimidos al volumen de impresión 3D virtual, colocando los modelos 3D completa o parcialmente dentro de una o más de las zonas para de este modo seleccionar propiedades para cada producto 3D basadas en los parámetros de proceso asignados a las diferentes zonas virtuales en el volumen de impresión 3D virtual. También es posible que  
20 los modelos 3D se importen, o añadan de otro modo, antes de que el volumen de impresión 3D se haya partido en diferentes zonas. El simple proceso de partir el volumen de impresión 3D permite que un operario asigne diferentes parámetros de proceso a diferentes productos 3D en un lote sin manipular realmente los modelos 3D. Por tanto, los datos de los modelos 3D permanecen intactos. En una realización, el procedimiento puede comprender la etapa de:  
25 proporcionar un modelo 3D que contiene datos de partición de zona. En este caso, la partición de zona, o las condiciones para una zona, se lleva con los datos para el modelo 3D y así, puede importarse junto con los datos para el modelo 3D. Un modelo 3D puede de este modo contener datos para posicionar automáticamente, o asignar, el modelo 3D a una zona específica.

El procedimiento permite que se fabriquen copias del mismo producto 3D pero con diferentes propiedades como consecuencia de estar formado bajo la influencia de diferentes parámetros de proceso. Productos 3D de alta resolución y baja resolución pueden así fabricarse simultáneamente, e incluso en el mismo plano X-Y.  
30

El procedimiento tal como se describe en la presente memoria puede comportar controlar el espesor de capa y de este modo la resolución de conformidad con la enseñanza de la solicitud de patente internacional PCT/EP2017/050079 en trámite junto con la presente. El procedimiento puede comprender una etapa de: fijar un primer espesor de una capa de referencia y formar una o más capas de material que presentan un segundo espesor. El segundo espesor  
35 puede fijarse como un múltiplo de un entero y el primer espesor de la capa de referencia. Si el primer espesor de la capa de referencia es  $T_r$  y el entero es  $n$ , entonces el múltiplo del primer espesor de la capa de referencia y el entero es  $n \cdot T_r$ . Utilizando un mínimo común denominador, a saber, la capa de referencia, al seleccionar el espesor de las capas de material en el lote, pueden fabricarse productos 3D fácilmente, más rápidamente y a menor coste. La etapa proporciona un procedimiento flexible que permite el control individual de la resolución para cada producto 3D de una manera simple y eficaz incluso en el mismo plano. El entero puede ser desde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más, tal como 1-10, más preferiblemente en el intervalo de 1-10 000, 1-5000, o 1-1000, o 1-100. En una realización, el entero es  $>1$ . El entero 1 puede así estar excluido o, en otras palabras, en una realización el entero puede ser 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más, preferiblemente en el intervalo de 2-10, 2-10 000, 2-5000, 2-1000, 2-100.  
40

A continuación, se describirán ejemplos no limitativos para ilustrar etapas opcionales en el procedimiento descrito en la presente memoria.  
45

#### Ejemplo 1

La figura 5 muestra un diagrama de proceso esquemático que ilustra una realización del procedimiento según la presente descripción. En este caso, el dispositivo utiliza polvo de madera como material a granel y un adhesivo termoplástico como agente aglutinante. El polvo de madera presenta un tamaño de partícula medio de 0,05 mm.

50 En la etapa 100, un ordenador que comprende una unidad de visualización, que forma parte de una unidad de control para fabricar uno o más productos 3D por medio de fabricación aditiva utilizando una técnica de capa a capa, se carga con datos de modelado 3D para uno o más productos 3D, preferiblemente una pluralidad de productos 3D. En este caso los modelos 3D son un martillo, un atornillador y una llave. Los modelos 3D pueden descargarse de Internet, p.ej.

vía un servidor 101 basado en la nube o pueden recuperarse de un dispositivo de almacenamiento local tal como un disco duro en el ordenador. Los modelos 3D pueden posicionarse en el volumen de impresión 3D virtual a fin de determinar cuándo y en qué orden deberían fabricarse. La manera más fácil de hacer esto es separar los tres productos 3D con respecto al eje Z (tal como se muestra en la figura 4 por ejemplo) de manera que no estén dispuestos en el mismo plano definido por los ejes Y-X.

En la etapa 110, el volumen de impresión 3D virtual se parte en diferentes zonas virtuales. La partición del volumen de impresión 3D virtual puede hacerse de diferentes modos tales como visualmente mediante la introducción de perímetros de delimitación p.ej. en forma de líneas, en una imagen que representa el volumen de impresión 3D físico. Las líneas representan valores en un sistema de coordenadas cartesianas definido por los ejes Z, X, e Y. Otra manera de establecer perímetros de delimitación puede ser estrictamente numérica.

En la etapa 120, el operario asigna parámetros de proceso a cada zona virtual. Opcionalmente, el operario puede asignar desviaciones de un número de parámetros de proceso prefijados que automáticamente son asignados a cada zona. Solo a modo de ejemplo, un parámetro de proceso para una primera zona puede ser que el espesor de una capa de material aplicada se fije en 0,1 mm, y un parámetro de proceso para una segunda zona puede ser que el espesor de una capa de material aplicada se fije en 0,3 mm. La diferencia en el espesor de las capas de material aplicadas proporcionará dos productos 3D producidos a partir de modelos 3D posicionados en las diferentes zonas con diferente resolución. Por consiguiente, los diferentes parámetros de proceso asignados a las diferentes zonas virtuales del volumen de impresión virtual partido pueden utilizarse p.ej. para producir productos 3D que difieren en términos de presentar una relación material/agente de unión diferente, o como una opción presentar diferente espesor de capa de material pero presentar la misma relación material/agente de unión.

En la etapa 130, los modelos 3D y el volumen de impresión 3D partido se convertirán a datos legibles por dispositivo de impresión 3D y se reenviarán al dispositivo de impresión 3D como instrucciones a las diferentes unidades del dispositivo de impresión 3D. Los datos formados por la entrada y términos anteriores para los modelos 3D pueden enviarse opcionalmente a la unidad de control de dispositivo que convierte los datos de entrada en datos legibles que contienen instrucciones para el dispositivo de impresión 3D. El dispositivo de impresión 3D está ahora listo para fabricar los productos 3D seleccionados.

Durante la fabricación, la unidad de aplicación de capa aplica repetidamente capas de material que presentan un espesor seleccionable, tal como 0,1 mm, en el volumen de impresión disponible, a saber, el plano definido por los ejes Y-X, mientras la unidad de unión de capa aplica repetidamente agente aglutinante en un patrón correspondiente a una lámina específica del uno o más modelo/s 3D o aglutina la capa de cualquier otra manera adecuada. En este caso, la aplicación de agente aglutinante se controla de manera que se logra la cantidad correcta de ciclos de capas de material para el modelo 3D específico. En este caso específico, después de cada ciclo la unidad de aplicación de capa ha aplicado una capa de material que presenta el espesor de 0,1 mm, la unidad de unión de capa aplica agente aglutinante cada ciclo en la 1ª zona y en el área seleccionada de la llave en la 1ª zona 50a. De manera similar la unidad de unión de capa aplica agente aglutinante cada tercer ciclo en el área seleccionada del atornillador en la 2ª zona 50b. De manera similar la unidad de unión de capa aplica agente aglutinante cada ciclo en el área seleccionada del atornillador en la 3ª zona 50c. La unidad de unión de capa aplica agente aglutinante cada ciclo en el área seleccionada de la llave. Esto puede controlarse mediante la apertura y cierre selectivos de las válvulas que inyectan el agente aglutinante de la unidad de unión de capa, por ejemplo. De este modo se logran las diferentes resoluciones. Las capas pueden formarse utilizando un mínimo común denominador, a saber, una capa de referencia, al seleccionar el espesor de las capas de material en el lote. Cada capa de material se forma después como un múltiplo de la capa de referencia y un entero.

#### Ejemplo 2

En términos generales, y con referencia a la figura 6, un procedimiento puede comprender una o más de las siguientes etapas:

En la etapa 200 la unidad de control del dispositivo de impresión 3D recibe los datos de entrada legibles derivados del uno o más modelo/s 3D y las diferentes zonas virtuales y sus perímetros de delimitación del volumen de impresión 3D.

En la etapa 210, la unidad de aplicación de capa aplica una o más capas de material a granel, p.ej. de material particulado, preferiblemente polvo de madera, de manera que se forma una capa de material que presenta el mínimo espesor fijado por el operario, en este caso 0,1 mm. El espesor de capa de material de 0,1 mm es seleccionado en este caso con referencia a la figura 4 y la 1ª zona. Puede ejecutarse una etapa de nivelado opcional mediante el uso de una unidad de nivelado después de cada capa de material aplicada, o después de un número seleccionado de capas de material aplicadas.

En la etapa 220 la unidad de control comprueba si los datos de entrada legibles requieren que se deposite agente aglutinante sobre superficies seleccionadas de la capa de material previamente extendida basándose en el espesor para cada capa de material y las posiciones relativas de los modelos 3D en el volumen de impresión 3D con respecto a los ejes X, Y, y Z. Debería mencionarse que pueden haber sido seleccionados otros parámetros de proceso. Por

tanto, la etapa puede ser para comprobar los requerimientos para el parámetro de proceso seleccionado p.ej. concentración de adhesivo, velocidad de unidad de aplicación de capa, velocidad de unidad de unión de capa, resistencia, peso, precio, resolución, aspectos medioambientales, por mencionar unos pocos.

En caso afirmativo, en la etapa 230, se aplica agente aglutinante en las superficies seleccionadas.

- 5 En caso negativo, volver a 210, la unidad de aplicación de capa aplica otra capa de material.

En la etapa 240, la unidad de control comprueba si se requieren capas de material adicionales. En caso afirmativo, volver a 210.

- 10 En caso negativo, en la etapa 250, el procedimiento se termina y pueden realizarse postratamientos y acciones opcionales tales como eliminar material de acceso, vaciar el volumen de impresión, realizar procedimientos de limpieza y mantenimiento, etc.

Material a granel

- 15 Por material a granel se entiende en la presente memoria cualquier material que puede utilizarse para formar un producto 3D ejecutando una acción de aglutinación sobre el material a granel. Preferiblemente el material a granel es un material particulado pero pueden utilizarse materiales líquidos tales como polímeros líquidos, cera, metal, aleaciones o similares. El material particulado puede ser un material particulado inerte o un material particulado reactante. Una capa de material puede comprender una o más capas de material a granel.

Pueden seleccionarse ejemplos de material particulado inerte de metales, polímeros inertes, sales inertes, materiales orgánicos inertes o cerámicas inertes, o combinaciones de los mismos.

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

- 20 Ejemplos de polímeros inertes incluyen poli (metil metacrilato), poliestireno, poliamida, poliéster, un látex, polietileno, polipropileno, poliuretano, cloruro de polivinilo, acetato de polivinilo, pirrolidona de polivinilo de enlace cruzado, poliuretano hidrofílico, poli (etileno tereftalato), uretano termoplástico, copolímero de acrilonitrilo estireno, poliolefina termoplástica, un polímero de base epoxi, poliéter, poliamina, un poliácido, un policarbonato, un polímero de vinilo, una poliamida aromática, un polímero dieno, poli (fenileno óxido), polisiloxano, polinobornano, poliisopreno, un éter de polifenileno, copolímero de bloque estireno-butadieno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliestireno de alto impacto y copolímeros de los mismos.

- 25 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 potasio aluminio, polifosfato de sodio, acetato de sodio, sulfato de calcio hidratado, fosfato de calcio, silicato de sodio, y cal hidratada (Ca (OH) 2).

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

- 35 Ejemplos de cerámicas inertes incluyen yeso, piedra 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

- 40 Un material a granel preferido puede ser polvo de madera. La expresión polvo de madera tal como se usa en la presente memoria se refiere a un polvo hecho de un material de madera. Para producir el polvo de madera pueden utilizarse como material inicial diferentes especies arbóreas, madera blanda o madera dura, tales como pino, píceas, abedul, alerce u otros, y diferentes formas de madera provenientes 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 provenientes del mecanizado de madera homogénea, tales como serrín, virutas de cúter, o similares. El polvo de madera incluirá así las mismas sustancias que la madera inicial, tales como lignina, pectina y ceniza.

- 45 En comparación con el polvo de madera hecho de material de madera, la celulosa o fibras de celulosa pueden derivarse de material de madera, pero han sido tratadas en un número de etapas de proceso, y así representan otro tipo de material. Una fibra de celulosa es así un material más refinado y elegante y en algunos aspectos carece de sustancias que el polvo de madera incluiría. Solo a modo de ejemplo, las fibras de celulosa pueden ser fibras naturales tales como fibras de algodón o fibras de lino, fibras fabricadas a partir de p.ej. plantas que han sido procesadas en pulpa. Ejemplos de plantas son cultivos, madera, hojas o similares. Las fibras de rayón o viscosa son ejemplos de fibras de celulosa fabricadas.

- 50 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 (madera) fácilmente accesible. La utilización de polvo de madera puede

suponer incluso que material considerado como material de desecho se transforme en útil. Además, el polvo de madera es biodegradable y puede utilizarse para fabricar productos 3D biodegradables y, por tanto, respetuosos con el medio ambiente.

## Tamaño de materia particulada

- 5 Las partículas del material particulado tal como polvo p.ej. polvo de madera, pueden tener diferentes formas y tamaños. El tamaño de partícula puede ser desde relativamente pequeño, de manera que el polvo obtiene una consistencia harinosa, hasta relativamente grande, que implica que las partículas individuales pueden distinguirse en una inspección visual. Ventajosamente, las partículas de un polvo dado son sustancialmente del mismo tamaño a fin de obtener una calidad uniforme del producto final.
- 10 Para muchos productos, puede utilizarse un tamaño de partícula en el intervalo de tamaño 0,001-5 mm, y preferiblemente del orden de 0,01-2 mm al formar las capas de material. Si, por ejemplo, se escoge un tamaño de partícula de 1 mm, puede asegurarse por medio de filtrado, al que a veces se hace referencia como análisis de tamiz, que las partículas de un mismo polvo presentan un tamaño que no excede, por ejemplo, de 1,2 mm, y un tamaño que no baja de, por ejemplo, 0,8 mm.
- 15 El tamaño de la materia particulada individual puede ser tan pequeño como tamaño atómico, o nanotamaño. Solo a modo de ejemplo, pueden formarse capas de material átomo a átomo mediante el uso de epitaxia de haz molecular (MBE, por sus siglas en inglés) que permite el apilado vertical de capas atómicas individuales, a saber, el eje Z, en combinación con litografía de sonda de escaneo, que utiliza una punta extremadamente afilada para mover y colocar átomos individuales en una dirección lateral, a saber, los ejes X e Y. Puede utilizarse un dimensionador de partículas láser Analysette 22 NanoTec, de Fritsch. Dicho dispositivo generalmente tiene un rango de medición de 0,01-2100 µm. Norma ISO 13320. Sigue 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 FRITTSCH MaS.
- 20
- 25 Otros procedimientos de medición de tamaño de partículas que pueden utilizarse para determinar un tamaño de partícula son análisis de tamiz, sedimentación, análisis de partículas por imagen, conteo microscópico, por mencionar unos pocos.

## Acciones de aglutinación

- 30 Acciones de aglutinación adecuadas pueden ser añadir agente aglutinante, añadir uno o más reactantes químicos para formar un agente aglutinante sobre o en la capa de material, tratamiento de calor para p.ej. fundir porciones de la capa de material de manera que la capa de material está unida. Otras acciones de aglutinación pueden ser tratamiento de radiación, radiación electromagnética, haz de electrones, tratamiento de luz o combinaciones de los mismos.

## Agente aglutinante

- 35 Pueden utilizarse diferentes tipos de agentes aglutinantes. Los agentes aglutinantes útiles tienen en común que son capaces de unir entre sí el polvo, o partículas, del material a granel de manera que puede lograrse una resistencia deseada u otras propiedades deseadas del producto 3D. El agente aglutinante puede estar basado en agua, pero el agente aglutinante es adecuadamente resistente al agua. Que el agente aglutinante deba ser resistente al agua o no, sin embargo, depende del producto 3D que ha de ser fabricado y de posibles postratamientos del producto. Un agente aglutinante adecuado es pegamento de madera, pero también podría utilizarse un adhesivo termoplástico, por ejemplo, uno basado en plástico, que es calentado durante la aplicación. La mayoría de los pegamentos de madera que están presentes en el mercado presentan las ventajas de ser relativamente rentables y fáciles de manejar, respetuosos con el medio ambiente y particularmente adecuados para unir materiales de madera. Ejemplos no limitativos de pegamento son pegamento de acetato de polivinilo (PVA), pegamento animal tal como pegamento de cuero, pegamento de poliuretano, adhesivos de resina de urea-formaldehído, pegamento de resina de resorcinol-formaldehído, pegamento de cianoacrilato preferiblemente con aditivo para tiempo de endurecimiento retardado.
- 40
- 45

El agente aglutinante también puede aplicarse como dos o más componentes individuales que juntos forman un agente aglutinante, p.ej. vía una reacción química entre los dos o más componentes tales como resina epoxi y endurecedor. El agente aglutinante puede formarse sobre la capa de material misma o antes de aplicarse sobre la capa de material.

- 50 La concentración o dilución del agente aglutinante (contenido de agua si se trata de un agente aglutinante basado en agua) puede variarse. De este modo, también el contenido de humedad del material a granel utilizado tiene cierta importancia, ya que la cantidad total de humedad proveniente del polvo y el agente aglutinante tiene que ser capaz de al menos humedecer el material en el grado deseado a fin de permitir la unión de porciones seleccionadas de las capas de material a granel. El contenido de humedad del material a granel también debería adaptarse a fin de proporcionar al material a granel propiedades que hagan al material a granel fácil para trabajar al ser extendido en capas. El agente aglutinante puede aplicarse de manera que cada capa es saturada con agente aglutinante, o de manera que el agente aglutinante se hunde en la capa de material anterior, o incluso en capas de material anteriores. En este último caso, el agente aglutinante se aplica de manera que la capa de material se une entre sí pero no se
- 55

satura. En su lugar, el agente aglutinante puede aplicarse sobre una capa de material aplicada con posterioridad, pero aun así penetrar en la una o más capas de material anteriores. El agente aglutinante puede penetrar en dos o más tales como 2-6 capas de material previas. Esto proporcionará un producto 3D que es continuo en términos de que no o sustancialmente no podrían identificarse capas de material en el caso de que el producto 3D fuese abierto e inspeccionado.

5

#### Aditivos

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

10

Un ejemplo de un aditivo tal es un agente colorante, pigmento colorante, o similar, a fin de proporcionar al producto final cierto color. Por medio de la elección de diferentes colores del agente aglutinante para diferentes capas del producto, el producto acabado puede obtener diferentes colores en diferentes superficies visibles.

15

Otros aditivos son elementos de refuerzo tales como cuerdas de refuerzo, p. ej. cuerdas de nailon.

Pueden añadirse además uno o más retardantes de llama. Los retardantes de llama se dividen generalmente en tres grupos: minerales, compuestos organohalógenos y compuestos organofósforos. Ejemplos de minerales son: hidróxido de magnesio (MDH), hidróxido de aluminio (ATH), fósforo rojo, compuestos de boro, huntita e hidromagnesita, y varios hidratos. Ejemplos de compuestos organohalógenos son organocloros tales como derivados de ácido cloréndico y parafinas cloradas; compuestos bromados poliméricos tales como poliestirenos bromados, oligómeros de carbonato bromados (BCO), oligómeros epoxi bromados (BEO), anhídrido tetrabromoftálico, tetrabromobisfenol A (TBBPA) y hexabromociclododecano (HBCD), organobromos tales como éter de decabromodifenilo (decaBDE), decabromodifeniletano (un sustituto de decaBDE).

20

25

Puede añadirse además un sinergista de retardante de llama para mejorar la eficacia del retardante de llama, tal como trióxido de antimonio, pentóxido y antimonato de sodio.

Ejemplos de compuestos organofósforos son fosfonatos tales como metilfosfonato de dimetilo (DMMP); y fosfinatos tales como fosfinato de dietilo de aluminio, fosfato de trifenilo (TPP), bis (difenilfosfato) de resorcinol (RDP), difenilfosfato de bisfenol A (BADP), y fosfato de tricresilo (TCP).

30

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

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para controlar la fabricación de uno o más productos 3D en un lote de impresión físico mediante fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa utilizando un dispositivo (10) de impresión 3D, comprendiendo dicho dispositivo (10) de impresión 3D una unidad (19) de control adaptada para gobernar una pluralidad de parámetros de proceso, presentando dicho lote de impresión físico un volumen de impresión 3D físico, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- proporcionar un volumen (40) de impresión 3D virtual representativo de dicho volumen (PV) de impresión 3D físico de dicho lote;
  - partir dicho volumen (40) de impresión 3D virtual en al menos una primera y una segunda zona (50a-50h) virtual;
  - asignar a dicha primera zona (50a-50h) un primer parámetro de proceso, y a dicha segunda zona (50b-50h) un segundo parámetro de proceso, siendo el primer parámetro de proceso y el segundo parámetro de proceso del mismo tipo pero presentando diferentes valores; por el que dicho primer parámetro de proceso es diferente con respecto a dicho segundo parámetro de proceso;
  - proporcionar un lote de impresión virtual representativo de dicho lote de impresión físico, consistiendo dicho lote de impresión virtual en uno o más modelos 3D correspondientes a dichos uno o más productos 3D; y
  - disponer dicho lote de impresión virtual dentro de dicho volumen (40) de impresión 3D virtual de manera que dicho lote de impresión virtual está dispuesto en dicho volumen (40) de impresión 3D virtual con una primera parte de dicho lote de impresión virtual posicionada en dicha primera zona virtual de dicho volumen de impresión 3D virtual y una segunda parte de dicho lote de impresión virtual posicionada en dicha segunda zona virtual de dicho volumen de impresión 3D virtual.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, por el que dicho volumen (40) de impresión 3D virtual de dicho lote se parte a lo largo de uno o más ejes; Z, X, o Y, preferiblemente al menos a lo largo del eje (Z) de altura.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho dispositivo de impresión 3D comprende además una unidad (20) de visualización, y por el que dicho volumen (40) de impresión 3D virtual se proporciona en la forma de una imagen en dicha unidad (20) de visualización, en el que la partición de dicho volumen (40) de impresión 3D virtual se implementa mediante la partición de al menos una porción de dicha imagen en dicha primera y dicha segunda zonas (50a-50h) virtuales, en el que dicha imagen partida se convierte a datos legibles por dispositivo de impresión 3D y en el que dicho procedimiento comprende
- enviar dichos datos legibles por dispositivo de impresión 3D a dicho dispositivo de impresión 3D.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, por el que dicha imagen es representativa de una sección (Z-Y) transversal de dicho volumen (PV) de impresión 3D físico de dicho lote de impresión físico.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por el que dicho al menos un parámetro de proceso es uno o más parámetro/s de proceso seleccionado/s de la lista de: espesor de capa de material, concentración de adhesivo, velocidad de unidad de aplicación de capa, velocidad de unidad de unión de capa, calor, energía de haz, tamaño de haz, tamaño de partícula, tipo de partícula, calor en la boquilla de extrusión, temperatura de adhesivo, velocidad de adhesivo o material desde las boquillas, tipo de agente de unión, tipo de material a granel, o contenido de aditivo.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por el que a dicha al menos primera zona (50a) y/o a dicha segunda zona (50b) se le asigna al menos un parámetro de proceso adicional.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por el que dicho procedimiento comprende la etapa de:
- añadir al menos un modelo (41, 42, 43) 3D representativo de un producto 3D imprimible, por el que dicho al menos un modelo (41, 42, 43) 3D es añadido antes, simultáneamente a, o después de dicha partición de dicho volumen (40) de impresión 3D virtual en dicha primera y dicha segunda zonas (50a-50h).
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por el que dicho volumen (40) de impresión 3D virtual se parte en una o más zonas (50a-50h) adicionales, dichas una o más zonas adicionales pueden superponerse a dicha primera y/o dicha segunda zona, o estar alineadas con, o posicionadas junto a, dicha primera y/o dicha segunda zona (50a-50h).
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por el que dicho procedimiento comprende la etapa de: iniciar la impresión de dichos al menos dos productos 3D.

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por el que dichos al menos dos productos 3D son productos 3D diferentes en términos de forma, resolución, espesor de capa, concentración de adhesivo, y/o combinaciones de los mismos.
- 5 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por el que dicho procedimiento es una etapa de procedimiento en la fabricación de uno o más productos 3D en un lote de impresión físico mediante fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa utilizando un dispositivo de impresión 3D.
12. Dispositivo de impresión 3D para fabricar uno o más productos 3D en un lote de impresión físico mediante fabricación aditiva que utiliza una técnica de capa a capa, comprendiendo dicho dispositivo de impresión 3D una unidad (3) de aplicación de capa para aplicar una capa de material a granel;
- 10 una unidad (5) de unión de capa para aglutinar una porción seleccionada de dicha capa aplicada a fin de formar un producto 3D;
- comprendiendo dicho dispositivo de impresión 3D una unidad (19) de control adaptada para gobernar al menos un parámetro de proceso;
- 15 en el que dicha unidad (19) de control está dispuesta para proporcionar un volumen (40) de impresión 3D virtual representativo de dicho volumen (PV) de impresión 3D físico de dicho lote de impresión físico;
- para partir dicho volumen (40) de impresión 3D virtual en al menos una primera y una segunda zona (50a-50h) virtual;
- para asignar a dicha primera zona (50a-50h) virtual un primer parámetro de proceso, y a dicha segunda zona (50a-50h) virtual un segundo parámetro de proceso, siendo el primer parámetro de proceso y el segundo parámetro de proceso del mismo tipo pero presentando diferentes valores, por lo que dicho primer parámetro de proceso es diferente con respecto a dicho segundo parámetro de proceso;
- 20 para proporcionar un lote de impresión virtual representativo de dicho lote de impresión físico, consistiendo dicho lote de impresión virtual en uno o más modelos 3D correspondientes a dichos uno o más productos 3D; y
- para disponer dicho lote de impresión virtual dentro de dicho volumen (40) de impresión 3D virtual de manera que dicho lote de impresión virtual está dispuesto en dicho volumen (40) de impresión 3D virtual con una primera parte de dicho lote de impresión virtual posicionada en dicha primera zona virtual de dicho volumen de impresión 3D virtual y una segunda parte de dicho lote de impresión virtual posicionada en dicha segunda zona virtual de dicho volumen de impresión 3D virtual.
- 25
13. Dispositivo de impresión 3D según la reivindicación 12, en el que dicha unidad (19) de control comprende una unidad (20) de visualización y está configurada para proyectar una imagen en dicha unidad (20) de visualización representativa de al menos partes de un volumen (PV) de impresión 3D disponible de dicho lote.
- 30
14. Programa informático que comprende medios de código de programa para llevar a cabo las etapas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, cuando el programa se ejecuta en un ordenador.
15. Medio legible por ordenador que lleva un programa informático que comprende medios de código de programa para llevar a cabo las etapas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, cuando el producto de programa se ejecuta en un ordenador.
- 35

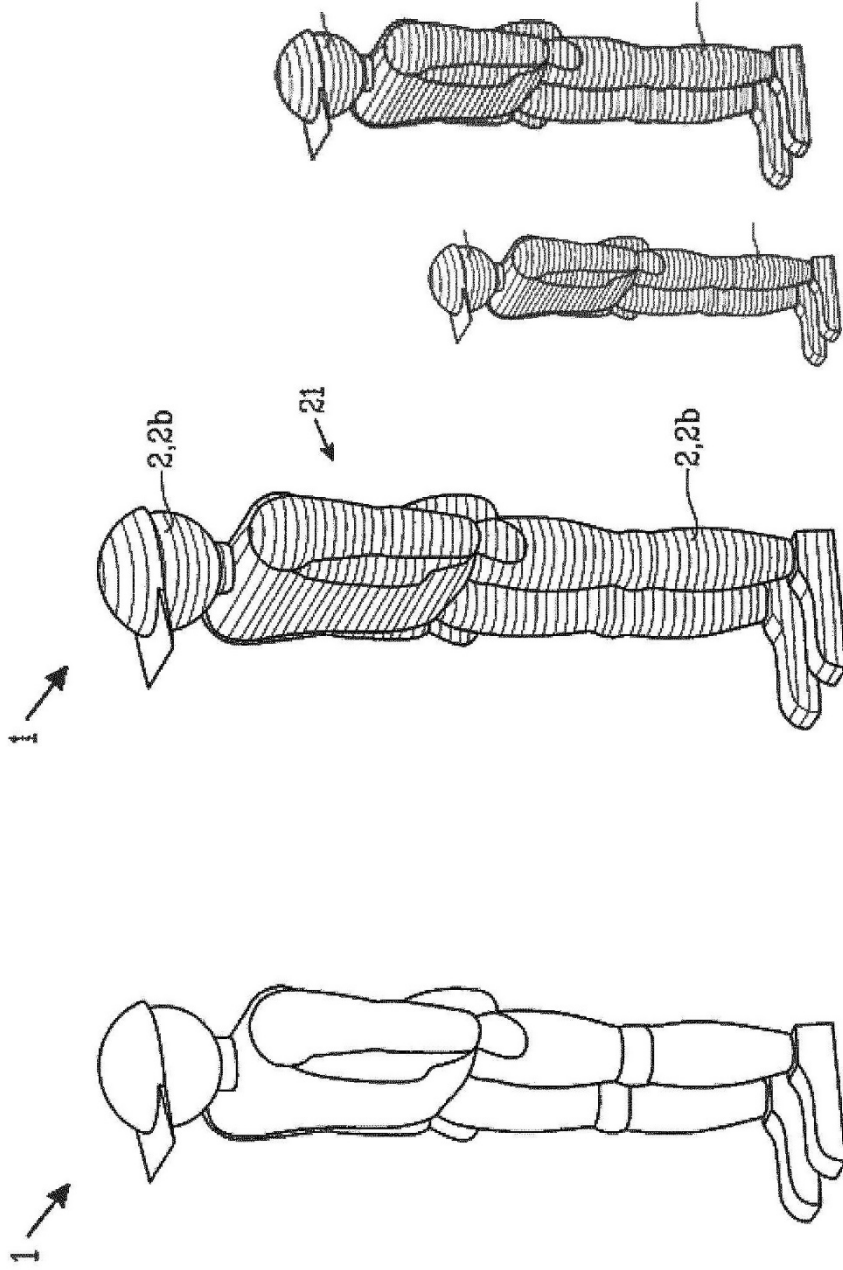


Fig 1b

Fig 1a

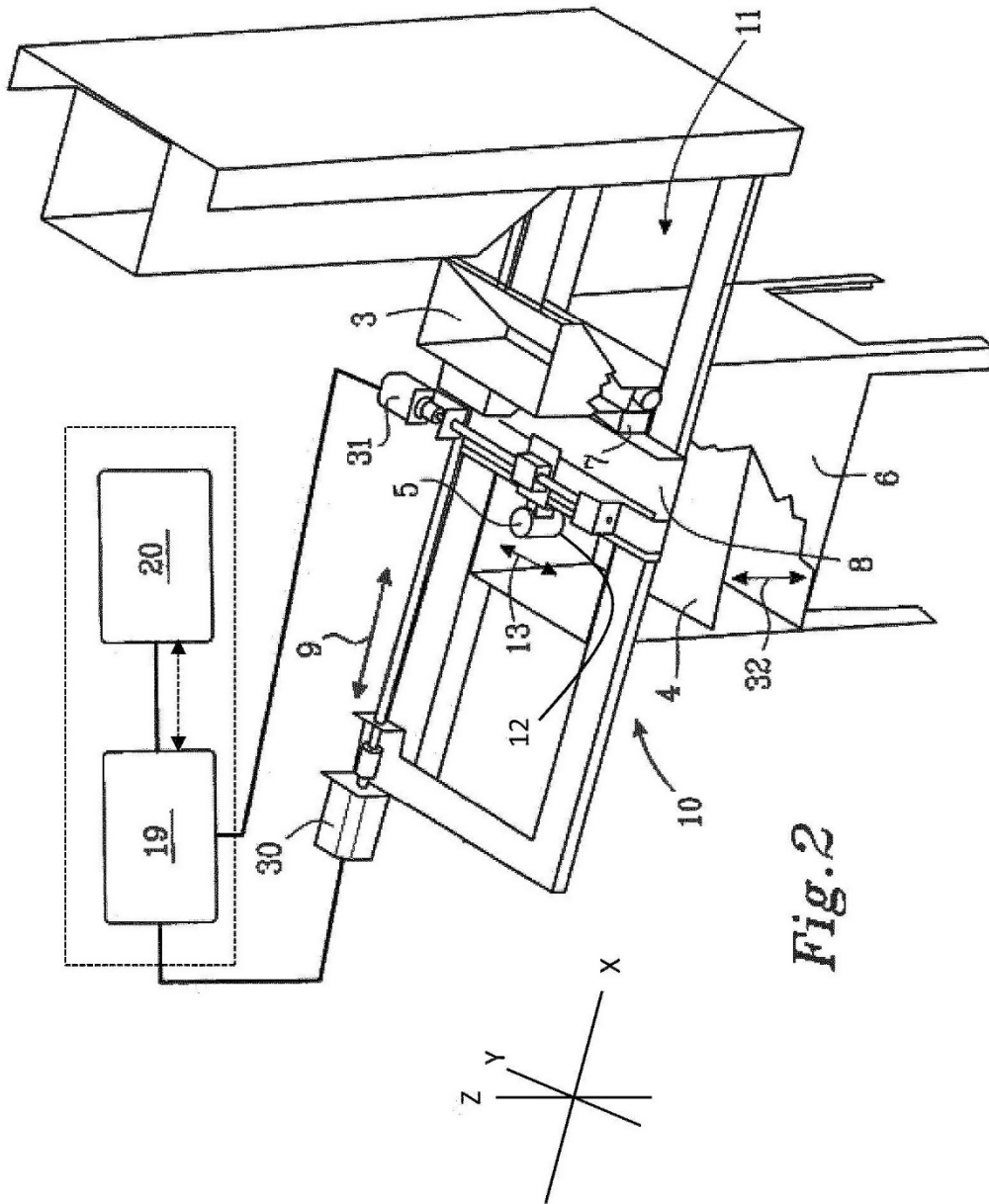
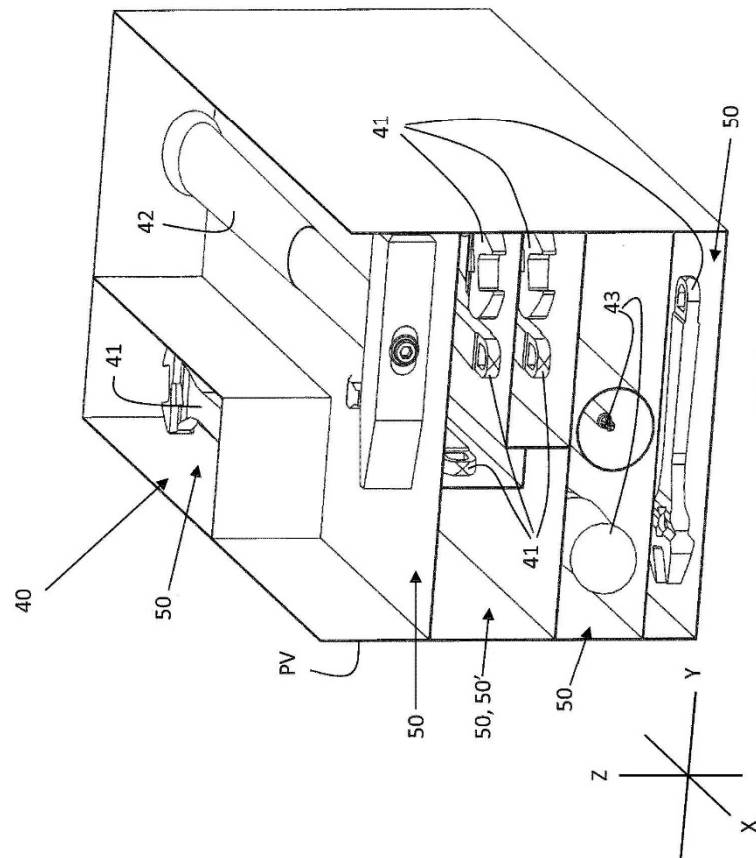


Fig.2



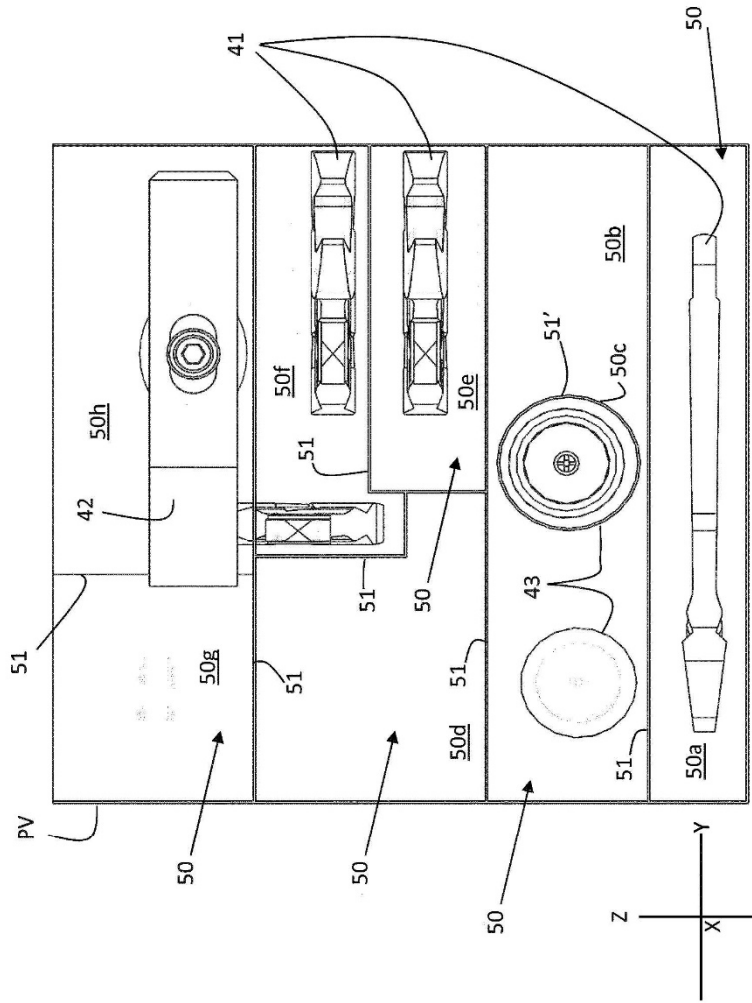


Fig 4

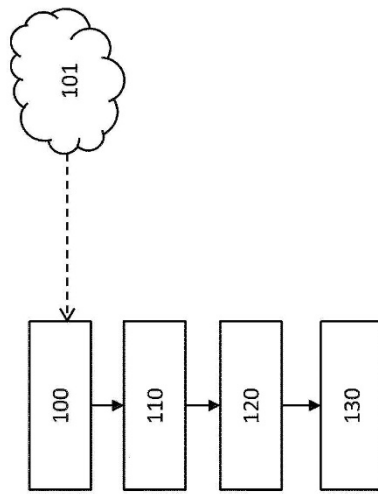


Fig 5

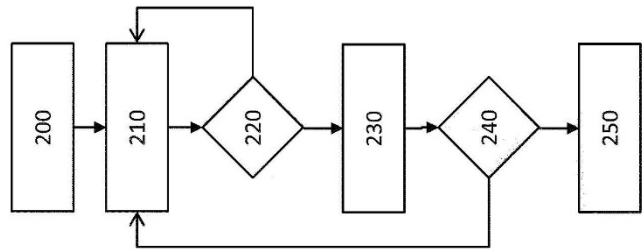


Fig 6