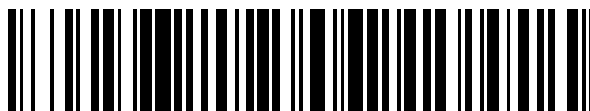


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 853**

51 Int. Cl.:

B22F 3/105 (2006.01)

B28B 1/00 (2006.01)

B29C 67/00 (2007.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 70/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2016 E 16198069 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 3170589**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte**

30 Prioridad:

17.11.2015 FR 1561025

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

12.03.2018

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D", 25, Rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

LAUCOURNET, RICHARD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 658 853 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte

5 Campo de la invención

La presente invención se inscribe en el campo de la fabricación de piezas en tres dimensiones sobre un soporte.

10 Las aplicaciones pretendidas se refieren principalmente a impresiones tridimensionales que consisten en depositar capas sucesivas de materiales sobre un soporte para formar una pieza en tres dimensiones.

La invención se refiere más particularmente a la fabricación aditiva de piezas metálicas.

15 Estado anterior de la técnica

La fabricación aditiva se define como el procedimiento de conformación de una pieza por adición de material, en oposición a la conformación tradicional por retirada de material (mecanizado).

20 La fabricación aditiva permite principalmente fabricar unas formas muy complejas, ciertas de ellas irrealizables con los procedimientos convencionales, y con una gran diversidad de materiales. Esto permite igualmente realizar unas piezas monobloque, es decir unas piezas sin ensamblaje. Los campos de aplicación de la fabricación aditiva son ya en la actualidad muy variados. Es muy utilizada para creación rápida de prototipos durante el diseño de un objeto teniendo por objetivo reducir los tiempos de fabricación de los prototipos y disminuir sus costes. La fabricación aditiva encuentra igualmente muchas aplicaciones en campos tales como la aeronáutica, la medicina (implantes óseos a la medida, implantes dentales) o incluso en el automóvil.

25 La fabricación aditiva metálica se basa principalmente en dos tecnologías que presentan unas propiedades y unas aplicaciones diferentes. La tecnología de fusión/sinterizado láser sobre lecho en polvo (o SLM/SLS en la literatura anglosajona por "*Selective Laser Melting/Sintering*") consiste en utilizar un láser o un haz de electrones para hacer fundir o sinterizar una capa fina de material en polvo. Se deposita a continuación una segunda capa y a continuación se funde/sinteriza sobre la capa anterior.

30 La tecnología de fusión/sinterizado por láser por proyección de polvo (o LMD en la literatura anglosajona por "*Laser Metal Deposition*") consiste en utilizar un láser para hacer fundir la superficie metálica de la pieza sobre la que se proyecta simultáneamente un chorro de polvo. Este polvo se funde y forma una capa que se fusiona con el sustrato.

35 Cualquiera que sea la tecnología de fabricación aditiva, se apoya en la construcción de piezas a partir de un soporte, bandeja o pistón metálico plano, frecuentemente de material idéntico o próximo al de la pieza depositada o formada sobre soporte. En consecuencia, la fabricación aditiva de una pieza metálica comprende sistemáticamente una operación final del procesamiento que se dirige a separar la pieza realizada de su soporte.

40 Esta operación de extracción desde el soporte de la pieza realizada se realiza generalmente por un procesamiento mecánico. El documento US 2014/0034626 describe la utilización de un hilo eléctrico para cortar la base de la pieza realizada con el fin de separarla del soporte. Este documento describe igualmente una técnica de reducción del soporte que se dirige a suprimir el soporte adherido a la pieza realizada.

45 Sin embargo, esta operación de extracción genera tres inconvenientes. En primer lugar, el soporte no es reutilizable en su estado tras la operación de extracción. Por ello, el soporte debe mecanizarse en general antes de poder reutilizarse para soportar una nueva pieza. En segundo lugar, después de la operación de extracción, la cara de la pieza realizada en contacto con el soporte presenta unos trazos del corte o unas asperezas debidas a los productos químicos utilizados para la reducción. De ese modo, es necesario efectuar un tratamiento superficial sobre la cara de la pieza realizada que estaba en contacto con el soporte. En tercer lugar, la operación de extracción es un proceso complejo, que impacta negativamente en el tiempo de realización de la pieza tridimensional.

55 Exposición de la invención

La presente invención se dirige a remediar los inconvenientes de la operación de extracción con la ayuda de una capa de sacrificio dispuesta sobre un soporte antes de la realización de la pieza tridimensional, y que permite la separación de la pieza con el soporte.

60 Con este fin, la invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte, incluyendo el procedimiento las siguientes etapas:

- depósito de una capa de sacrificio sobre el soporte,
- 65 - realización de una pieza en tres dimensiones por encima de la capa de sacrificio,

- hidrogenación de la capa de sacrificio de manera que implique una expansión volumétrica de la capa de sacrificio, y
- separación de la pieza del soporte por rotura de la capa de sacrificio expandida.

5 La invención permite de ese modo extraer rápidamente una pieza tridimensional de un soporte sin degradar el soporte. El soporte puede reutilizarse entonces para fabricar una nueva pieza tridimensional. Además, se mejora el estado de la superficie de la pieza obtenida con relación a los métodos de extracción de la técnica anterior. Ya no es necesario por tanto efectuar un procesamiento de la superficie sobre la cara de la pieza realizada en contacto con soporte. De ese modo, se reduce el tiempo de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte con relación a los procedimientos de fabricación del estado de la técnica.

10 Según un modo de realización, la capa de sacrificio contiene un material de la gama de los lantánidos, tales como el neodimio (Nd), el praseodimio (Pr), el disprosio (Dy), el cerio (Ce), o el lantano (La). Estos materiales o unas aleaciones que incluyan estos materiales están particularmente adaptados para soportar la realización de piezas metálicas mediante la técnica de fusión/sinterizado por láser sobre lecho de polvo o mediante la técnica de fusión/sinterizado por láser mediante proyección de polvo. Además, la hidrogenación de estos lantánidos crea en consecuencia una expansión volumétrica de estos materiales, facilitando de ese modo la etapa de separación de la pieza del soporte porque se debilita la capa de sacrificio.

15 Según un modo de realización, la capa de sacrificio se realiza a partir de magnesio (Mg). Este material está igualmente adaptado para soportar la realización de piezas metálicas mediante la técnica de fusión/sinterizado por láser sobre lecho de polvo o bien mediante la técnica de fusión/sinterizado por láser por proyección de polvo. Además, la hidrogenación del magnesio crea en consecuencia una expansión volumétrica, que facilita la etapa de separación de la pieza del soporte. Contrariamente a las tierras raras que son los lantánidos, el magnesio es un material más común y menos complejo de extraer.

20 Según un modo de realización, la etapa de hidrogenación se efectúa con hidrógeno puro o hidrógeno diluido en un gas neutro, tal como nitrógeno, argón o helio. Este modo de realización permite transformar eficazmente la capa de sacrificio.

25 Según un modo de realización, la etapa de hidrogenación se efectúa en un recinto estanco. Este modo de realización permite limitar el impacto de los gases ambientes sobre la transformación de la capa de sacrificio.

30 Según un modo de realización, la etapa de depósito de la capa de sacrificio sobre el soporte se realiza mediante un depósito físico en fase de vapor (o PVD en la literatura anglosajona por "*Physical Vapor Deposition*"). Este modo de realización está particularmente adaptado al depósito de una capa de sacrificio de tierras raras o de magnesio.

35 Según un modo de realización, la etapa de depósito de la capa de sacrificio sobre el soporte se realiza mediante un depósito químico en fase de vapor (o CVD en la literatura anglosajona por "*Chemical Vapor Deposition*"). Este modo de realización está igualmente adaptado al depósito de una capa de sacrificio de tierras raras o de magnesio.

40 Según un modo de realización, la etapa de depósito de la capa de sacrificio sobre el soporte se realiza mediante electrodeposición. Este modo de realización está igualmente adaptado al depósito de una capa de sacrificio de tierras raras o de magnesio.

45 Según un modo de realización, la etapa de separación de la pieza del soporte se efectúa a temperatura ambiente bajo una presión parcial de hidrógeno inferior al 5 % de la presión atmosférica. Preferentemente, la separación se efectúa en un entorno no explosivo para evitar que el hidrógeno contenido en la capa de sacrificio pudiera crear una explosión.

50 Según un modo de realización, la etapa de depósito de la capa de sacrificio sobre el soporte se configura de manera que se obtenga un grosor de la capa de sacrificio superior a 5 micrómetros. Este modo de realización permite obtener una separación eficaz de la pieza y del soporte.

55 Breve descripción de la figura

La manera en la que puede realizarse la invención y las ventajas que se derivan de ella surgirán mejor de los ejemplos de realización que siguen, dados a título indicativo y no limitativo, con la ayuda de una figura adjunta:

60 La figura 1 ilustra un organigrama de las etapas del procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según un modo de realización de la invención.

Ejemplos de realización de la invención

65 La figura 1 ilustra un organigrama de las etapas del procedimiento de fabricación de una pieza tridimensional.

Una primera etapa 11 consiste en depositar una capa de sacrificio sobre un soporte. La capa de sacrificio se realiza preferentemente a partir de metales de tierras raras, tales como los lantánidos, de una aleación de lantánidos, o de magnesio (Mg). Los metales siguientes de la gama de los lantánidos están particularmente adaptados para realizar toda o parte de la capa de sacrificio: el neodimio (Nd), el praseodimio (Pr), el disprosio (Dy), el cerio (Ce), y el lantano (La).

El depósito de la capa de sacrificio se realiza mediante un depósito físico en fase de vapor o PVD, mediante un depósito químico en fase de vapor o CVD, o mediante electrodeposición hasta obtener un grosor de la capa de sacrificio superior a 5 micrómetros.

Una segunda etapa 12 consiste en fabricar la pieza tridimensional. La pieza tridimensional puede realizarse, por ejemplo, mediante el proceso de fusión/sinterizado por láser sobre lecho de polvo o SLM/SLS. El principio de este proceso es hacer fundir una fina capa de polvo (metálica, plástica, cerámica,...) con la ayuda de un láser de gran potencia. En una primera etapa, se extiende una fina capa de polvo mediante un rodillo sobre un pistón de fabricación recubierto por la capa de sacrificio. Al comienzo de la realización de la pieza, el pistón está en su punto más alto.

Durante una segunda etapa, esta capa de polvo se sinteriza/funde mediante un láser de gran potencia que traza una sección en 2D sobre la superficie del polvo, la solidificación tiene lugar inmediatamente después de la parada del láser.

Durante una tercera etapa, el pistón que soporta el modelo en 3D en curso de realización desciende en el grosor de la capa realizada, mientras que los cartuchos de alimentación de polvo ajustan su nivel con el de la bandeja. Se extiende una nueva capa de polvo y se repite el proceso hasta la obtención del modelo 3D. En el curso de este proceso, debe controlarse la atmósfera de la cámara de construcción de la máquina con el fin de asegurar la homogeneidad de las propiedades de la pieza y evitar la oxidación del polvo metálico realizado y el de la capa de sacrificio sensible igualmente a la oxidación.

La pieza tridimensional puede realizarse igualmente mediante el proceso de fusión/sinterizado por láser mediante proyección de polvo o LMD. Este proceso consiste en hacer fundir la superficie de una pieza metálica depositada sobre la capa de sacrificio con la ayuda del láser. Simultáneamente, se proyecta un chorro de polvo sobre la zona en fusión. Este polvo funde sobre la zona en fusión y llega así a formar una capa que se fusiona con el sustrato. Esta tecnología se utiliza a la vez para elaborar unas piezas en 3D y para reparar piezas. Presenta principalmente la ventaja de tener una muy buena cohesión metalúrgica entre el revestimiento aplicado y el sustrato. Este proceso puede utilizarse igualmente para realizar unos tratamientos superficiales especiales teniendo como objetivo final mejorar la resistencia a la corrosión o al desgaste.

Como variante, pueden realizarse otros procesos de construcción de una pieza tridimensional sin separarse del espíritu de la invención. Como resultado de esta segunda etapa 12, se crea una pieza tridimensional. Esta pieza está siempre unida al soporte por medio de la capa de sacrificio.

La tercera etapa 13 consiste en hidrogenar la capa de sacrificio para obtener una expansión volumétrica de la capa de sacrificio y reducir así su resistencia. El proceso de hidrogenación consiste en incorporar hidrógeno en el material constitutivo de la capa de sacrificio.

De ese modo, cuando la capa de sacrificio se realiza de magnesio (Mg), la hidrogenación tiene por efecto transformar el magnesio en hidruro de magnesio (MgH_2) con una expansión volumétrica sustancialmente igual al 29 % de su volumen inicial. Igualmente, cuando la capa de sacrificio se realiza de neodimio (Nd), la hidrogenación tiene por efecto transformar el neodimio en hidruro de neodimio (NdH_3) con una expansión volumétrica sustancialmente igual al 29 % de su volumen inicial.

Cuando la capa de sacrificio se realiza de praseodimio (Pr), la hidrogenación tiene por efecto transformar el praseodimio en hidruro de praseodimio (PrH_3) con una expansión volumétrica sustancialmente igual al 18,4 % de su volumen inicial.

Cuando la capa de sacrificio se realiza de disprosio (Dy), la hidrogenación tiene por efecto transformar el disprosio en hidruro de disprosio (DyH_3) con una expansión volumétrica sustancialmente igual al 22,6 % de su volumen inicial.

Cuando la capa de sacrificio se realiza de cerio (Ce), la hidrogenación tiene por efecto transformar el cerio en hidruro de cerio (CeH_3) con una expansión volumétrica sustancialmente igual al 22,8 % de su volumen inicial.

Finalmente, cuando la capa de sacrificio se realiza de lantano (La), la hidrogenación tiene por efecto transformar el lantano en hidruro de lantano (LaH_3) con una expansión volumétrica sustancialmente igual al 17,2 % de su volumen inicial.

5 Esta etapa de hidrogenación se efectúa preferentemente con hidrógeno puro o diluido en un gas neutro (nitrógeno, argón, helio) en un recinto estanco. La acción del hidrógeno transforma la capa de sacrificio depositada y conduce a un hinchado y una debilitación de la capa de sacrificio, permitiendo la separación de la pieza de soporte. Además, la hidrogenación no modifica la estructura de una pieza metálica creada mediante el proceso de fusión/sinterizado por láser por proyección de polvo o mediante el proceso de fusión/sinterizado por láser sobre lecho de polvo.

La última etapa 14 consiste en separar la pieza del soporte. La separación puede realizarse a temperatura ambiente bajo una presión parcial de hidrógeno reducida inferior al 5 % de la presión atmosférica en un entorno no explosivo.

10 La invención permite de ese modo realizar una pieza tridimensional y simplificar la etapa de separación de la pieza realizada del soporte. Ya no es necesario efectuar un procesamiento de la superficie de la cara de la pieza que estaba en contacto con el soporte. Además, el procedimiento de la invención reduce el tiempo de realización de una pieza tridimensional, principalmente para las piezas metálicas realizadas mediante el proceso de fusión/sinterizado por láser por proyección de polvo o mediante el proceso de fusión/sinterizado láser sobre lecho de polvo.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte, *caracterizado* por que incluye las etapas siguientes:
- depósito (11) de una capa de sacrificio sobre el soporte,
 - realización (12) de una pieza en tres dimensiones por encima de la capa de sacrificio,
 - hidrogenación (13) de la capa de sacrificio de manera que implique una expansión volumétrica de la capa de sacrificio, y
 - 10 - separación (14) de la pieza del soporte por rotura de la capa de sacrificio expandida.
- 15 2. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según la reivindicación 1, *caracterizado* por que la capa de sacrificio contiene un material de la gama de los lantánidos, tales como el neodimio (Nd), el praseodimio (Pr), el disprosio (Dy), el cerio (Ce), o el lantano (La).
3. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según la reivindicación 1, *caracterizado* por que la capa de sacrificio contiene magnesio (Mg).
- 20 4. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según una de las reivindicaciones 1 a 3, *caracterizado* por que la etapa de hidrogenación (13) se efectúa con hidrógeno puro o hidrógeno diluido en un gas neutro, tal como nitrógeno, argón o helio.
- 25 5. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según una de las reivindicaciones 1 a 4, *caracterizado* por que la etapa de hidrogenación (13) se efectúa en un recinto estanco.
6. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según una de las reivindicaciones 1 a 5, *caracterizado* por que la etapa de depósito (11) de la capa de sacrificio sobre el soporte se realiza mediante un depósito físico en fase de vapor o PVD.
- 30 7. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según una de las reivindicaciones 1 a 5, *caracterizado* por que la etapa de depósito (11) de la capa de sacrificio sobre el soporte se realiza mediante un depósito químico en fase de vapor o CVD.
- 35 8. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según una de las reivindicaciones 1 a 5, *caracterizado* por que la etapa de depósito (11) de la capa de sacrificio sobre el soporte se realiza mediante electrodeposición.
- 40 9. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según una de las reivindicaciones 1 a 8, *caracterizado* por que la etapa de separación (14) de la pieza del soporte se efectúa a temperatura ambiente bajo una presión parcial de hidrógeno inferior al 5 % de la presión atmosférica.
- 45 10. Procedimiento de fabricación de una pieza en tres dimensiones sobre un soporte según una de las reivindicaciones 1 a 9, *caracterizado* por que la etapa de depósito (11) de la capa de sacrificio sobre el soporte se configura de manera que se obtenga un grosor de la capa de sacrificio superior a 5 micrómetros.

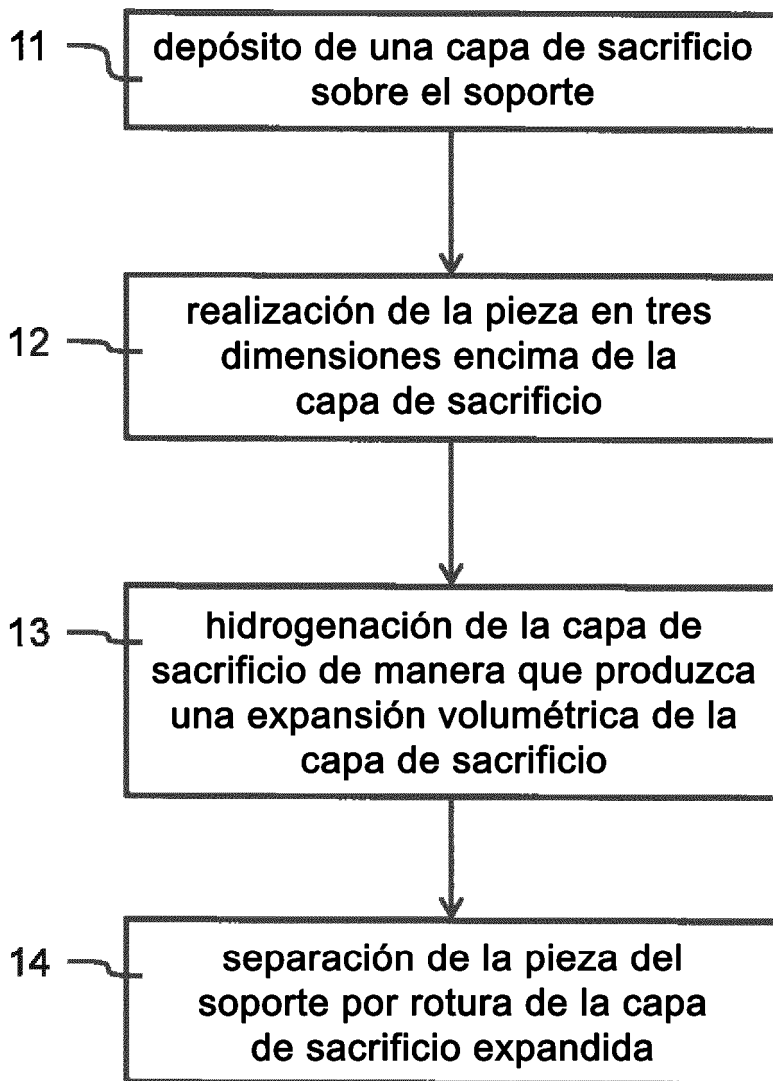


Fig. 1