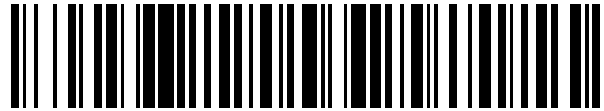


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 974**

21 Número de solicitud: 201830319

51 Int. Cl.:

B33Y 80/00 (2015.01)

B22C 9/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

28.03.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

01.10.2019

71 Solicitantes:

PARDO GARCÍA, Mario (100.0%)
C/ Erreenteri, 60
48150 Sondika (Bizkaia) ES

72 Inventor/es:

PARDO GARCÍA, Mario

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UNA PIEZA**

57 Resumen:

Procedimiento de fabricación de una pieza, que comprende los pasos de obtener una estructura hueca con la forma de la pieza a fabricar, obteniéndose la estructura hueca mediante un proceso de fabricación aditiva en material plástico, revestir exteriormente la estructura hueca con un material de revestimiento, verter un material dentro de la estructura hueca, dejar solidificar el material, y retirar el material de revestimiento para obtener la pieza.

ES 2 725 974 A1

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UNA PIEZA

5 Sector de la técnica

La presente invención está relacionada con los procedimientos de fabricación de piezas mediante moldeo por inyección o gravedad, especialmente piezas metálicas, si bien puede ser aplicable a otro tipo de piezas tal como por ejemplo de material cerámico, o resinas.

10

Estado de la técnica

Convencionalmente se conocen diferentes procedimientos para la fabricación de piezas metálicas, entre los que se encuentran el mecanizado, la estampación o el moldeo por inyección o gravedad. Estas tecnológicas permiten obtener piezas de un buen acabado superficial y de cualquier tipo de tamaño, sin embargo, tiene una serie de inconvenientes.

15

Por ejemplo, el mecanizado implica pérdida de material, además de generar una gran cantidad de residuos como viruta o taladrina. La estampación requiere de complejos y costosos utillajes. Mientras que el moldeo por inyección o gravedad requiere de la fabricación de moldes específicos para cada pieza a fabricar. Así por ejemplo los moldes para el moldeo por inyección o gravedad se obtienen a partir de la forma de la pieza que se quiere fabricar, debiendo de obtener primeramente dicha forma mediante un proceso de fabricación convencional, tal como por ejemplo mecanizado.

20

25

Además, de forma general estos procedimientos convencionales, y especialmente la estampación y el moldeo por inyección o gravedad, no permiten obtener piezas de geométricas complejas. A parte de eso, este tipo de procedimientos no es adecuado para la aplicación de ingeniería inversa, ya que generalmente este tipo de procedimientos se realiza en talleres o pequeñas industrias que no disponen de medios para aplicar ingeniería inversa

30

En los últimos años, para la obtención de piezas metálicas está empezando a cobrar gran importancia la fabricación aditiva, comúnmente conocida como 'Impresión 3D'. La fabricación aditiva es un proceso por el cual un archivo 3D es convertido en un objeto físico mediante la adición capa por capa de material.

35

La fabricación aditiva metálica permite obtener geometrías complejas, minimiza la cantidad de material empleado y residuo generado, y es compatible con la ingeniería inversa, pero a pesar de estas ventajas evidentes, es una tecnología en crecimiento que tiene una serie de inconvenientes.

El principal inconveniente de esta tecnología es que requiere disponer de impresoras 3D capaces de trabajar con aleaciones metálicas, las cuales tienen un alto coste no asumible por muchas empresas, y especialmente por talleres o pequeñas industrias. Además, el tipo de aleaciones metálicas que se pueden emplear es muy limitada. Además, cuando se requiere fabricar una pieza, dado que la fabricación aditiva consiste en una deposición de capas, se crean interfases entre las capas de material que dan lugar a zonas debilitadas en donde ante esfuerzos cortantes se pueden producir roturas en la pieza.

Se hace por tanto necesario un procedimiento sencillo y de bajo coste que pueda ser fácilmente aplicado en talleres o pequeñas industrias para poder obtener piezas metálicas de geometrías complejas y con la posibilidad de aplicar ingeniería inversa.

Objeto de la invención

20

La invención se refiere a un procedimiento mejorado para la fabricación de piezas que comprende los pasos de:

- obtener una estructura hueca con la forma de la pieza a fabricar, obteniéndose la estructura hueca mediante un proceso de fabricación aditiva en material plástico,
- revestir exteriormente la estructura hueca con un material de revestimiento,
- verter un material dentro de la estructura hueca,
- dejar solidificar el material, y
- retirar el material de revestimiento para obtener la pieza.

30

De acuerdo con ello el procedimiento de la invención se pueden obtener piezas de cualquier geometría con una inversión en equipamiento mínima. Así, únicamente se requiere emplear una impresora 3D de plástico con la que se puede fabricar la estructura hueca con cualquier tipo de geometría que hará la función de molde en un proceso convencional de moldeo por inyección o gravedad. La obtención de este molde mediante fabricación aditiva de plástico

35

permite aplicar ingeniería inversa, con lo que se pueden obtener todo tipo de moldes para el vertido del material de una manera rápida y sencilla.

Además, el procedimiento de la invención tiene las siguientes ventajas respecto de la fabricación aditiva metálica.

Los materiales empleados en la impresión aditiva de metales, requieren preparaciones especiales, que reducen la disponibilidad de los mismos y hacen que su coste sea elevado. La invención permite producir piezas en cualquier material, con geometrías que hasta ahora solo se podían obtener con una impresora de metal.

Otra de las ventajas de la invención frente a la fabricación aditiva metálica es la reducción de los tiempos de producción. Después de la fabricación mediante impresión 3D metálica, es necesario realizar un enfriamiento controlado, lo que añade plazos de ejecución más largos. La invención elimina esta fase, no siendo necesario hornos de templado.

El coste de adquisición de equipo para la fabricación aditiva metálica es muy superior al equipamiento necesario para llevar a cabo la invención. Así por ejemplo una empresa que disponga de medios para aplicar moldeo por inyección o gravedad únicamente requiere adquirir una impresora 3D de material plástico.

En la fabricación aditiva está presente una intercapa que no solo afecta a la parte estética de la pieza, sino que también influye en sus propiedades mecánicas, limitando la resistencia mecánica a esfuerzos de flexión y torsión que impliquen tracción entre las capas. Con el procedimiento de la invención se elimina ese problema, puesto que toda la pieza se fabrica de forma continua, sin capas.

Descripción detallada de la invención

La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de piezas mediante moldeo por inyección o gravedad en donde el molde para la fabricación de la pieza se obtiene por fabricación aditiva en una impresora 3D de material plástico.

El procedimiento comprende los siguientes pasos:

35

- obtener una estructura hueca con la forma de la pieza a fabricar, obteniéndose la estructura hueca mediante un proceso de fabricación aditiva en material plástico,
- revestir exteriormente la estructura hueca con un material de revestimiento,
- verter un material dentro de la estructura hueca,
- 5 ▪ dejar solidificar el material, y
- retirar el material de revestimiento para obtener la pieza.

A continuación, se entra a describir en detalle cada uno de dichos pasos.

10 Paso 1:

La estructura hueca se obtiene a partir de un archivo de datos, en formato .STL, que son archivos utilizados en la fabricación aditiva. El archivo de datos se puede obtener:

- 15 • Planos en CAD: Partiendo de un archivo .CAD, el cual es exportado a un formato reconocible por el software de fabricación aditiva, como el formato .STL.
- Ingeniería inversa: Otra de las formas de obtención del archivo de datos que permiten diseñar la estructura hueca, es la ingeniería inversa. Mediante el uso de un
- 20 escáner, se digitalizan las superficies de la geometría, con el fin de replicar el modelo para la fabricación.

En el diseño de la estructura hueca hay que tener en cuenta algunos parámetros de diseño, que condicionan el colado posterior de material a alta temperatura dentro de la estructura hueca, la copia exacta del modelo de la pieza a fabricar, y la calidad final de la pieza (acabado):

- Espesor de la capa y acabado de la estructura hueca que genera la forma.
- Espacio donde va a circular posteriormente el material fundido. Este espacio es
- 30 directamente proporcional a la viscosidad de metal a la temperatura de colado.
- Estructura de relleno de la pieza a fabricar.
- Diseño de canales de entrada de material fundido y salida de gases, para permitir el relleno completo y exacto de la geometría.
- Si el tamaño de la pieza supera la capacidad de la impresora 3D, se diseña por
- 35 elementos y finalmente se procede a soldarlas mediante calor. La temperatura de pegado coincide con la temperatura de impresión del cabezal.

Una vez obtenidos los archivos .STL, éstos son importados a un editor de STL.

5 En este software editor lo primero que se hace es generar la estructura hueca con el grosor de pared y forma requeridas.

La elección del grosor de pared ha de ir en concordancia con el material plástico con el que se quiere imprimir la estructura hueca (polímero) y con el material seleccionado para fabricar la pieza final.

10

El material plástico para la obtención de la estructura hueca son filamentos de ácido poliláctico (PLA) o filamentos de nylon y fibra de carbono.

15 El material vertido dentro de la estructura hueca puede ser un metal fundido, tal como acero o aluminio, un material cerámico fundido, o una resina, o un cemento que se vierten a temperatura ambiente.

20 A continuación, se muestra una tabla con unos ejemplos de realización no limitativos de las posibles combinaciones del material plástico para la impresión 3D de la estructura hueca, el material vertido y el grosor mínimo de la pared de la estructura hueca.

<u>Material de Impresión</u>	<u>Material vertido</u>	<u>Grosor de la pared</u>
PLA	Acero	Mayor de 1.6mm
Nylon + Carbono	Acero	Mayor de 1.6mm
PLA	Aluminio	Mayor de 1.2mm
Nylon + Carbono	Aluminio	Mayor de 1.2mm
PLA	Cerámica	Mayores de 0.8
Nylon + Carbono	Cerámico	Mayores de 0.8
PLA	Resina	Sin limitación
Nylon + Carbono	Resina	Sin limitación
PLA	Cemento	Sin limitación
Nylon + Carbono	Cemento	Sin limitación

25 Cuando se emplea resina o cemento, el grosor de pared de la estructura hueca no tiene un mínimo, ya que la resina o el cemento se vierten a temperatura ambiente y no atacan al material plástico de la estructura hueca. Sin embargo, cuando se emplea un material cerámico fundido a alta temperatura (750-1600 °C), es recomendable utilizar un grosor de pared superior a 0.8 mm en caso de cerámica. (Estos datos se han tomado cuando se

trabaja con impresoras 3D de boquillas de 0.4 mm de diámetro).

En el caso de material metálico fundido, es recomendable utilizar espesores mayores de 1.6 mm para aceros y de 1.2 mm para aluminio. Un grosor menor podría dar problemas, ya que, al entrar el material fundido a alta temperatura en contacto con la geometría plástica, puede llegar a carbonizar por completo paredes inferiores a 0.8 mm.

Una vez definido el grosor de la pared de la estructura hueca, se diseña el volumen interno de la pieza que se desea fabricar finalmente. Con el fin de conseguir una notable reducción de peso en dicha pieza final fabricada, se genera un patrón de estructuras de relleno internas que rellenan el volumen de dicha pieza final fabricada. Este patrón de relleno ayuda- además- a evitar el “warping” o alabeo y deformación de la estructura hueca de material plástico, mediante la impresión de trazos cortos trabajando de forma simultánea en los ejes X e Y.

El tamaño de las estructuras de relleno es variable y va en concordancia con las propiedades del material a verter dentro de la estructura hueca.

Estas estructuras de relleno tienen tres objetivos:

- Fabricar la estructura hueca de material plástico sin deformaciones.
- Obtener piezas finales con pesos muy reducidos, manteniendo resistencia mecánica exigida a la pieza final, mediante el uso de programas de simulación mediante elementos finitos.
- Permitir que el metal vertido pueda rellenar todas las cavidades internas de la estructura hueca.

En esta línea se ha observado que en el caso de materiales metálicos, es recomendable que las estructuras de relleno sean unos elementos con unas dimensiones de 10x10x10 mm (alto, ancho, profundidad). Con este formato se logra que el material vertido en la estructura hueca fluya con facilidad por su interior, rellenado sus cavidades y copiando de forma fidedigna la geometría. Se ha comprobado que los tiempos de enfriamiento/curado de piezas metálicas o resinosas están directamente relacionados con las dimensiones de estos elementos.

En este primer paso también se diseñan los canales de alimentación y salida de gases que

completan el diseño de la estructura hueca. En caso de estructuras huecas muy complejas, se puede auxiliar con programas de diseño de flujos mediante elementos finitos.

5 Una vez diseñada la estructura hueca con la que se quiere fabricar la pieza, se importa la geometría al programa que controla la impresora 3D, donde comienza el proceso de diseño del programa de impresión. Esta fase consiste en diseñar los parámetros de funcionamiento de la impresora 3D para que fabrique la estructura hueca con los condicionantes y parámetros previamente diseñados.

10 Una vez definida la estructura hueca, su volumen interior y el grosor de la pared, el siguiente paso a tener en cuenta es la altura de capa de impresión. Este valor es crucial ya que la rugosidad generada como consecuencia de la altura de capa de la impresión plástica se copiará en la pieza final.

15 Mientras que en el caso de las resinas esta rugosidad es muy evidente, en el caso del PLA, se han conseguido buenos resultados con alturas de capa de 0.4 mm gracias al fundido del metal, que provoca una regularización de la superficie, eliminando de hecho la rugosidad de la intercapa de la piel.

20 En lo referente a los tiempos de impresión, el PLA nos permite reducirlos en gran medida. La fácil "imprimabilidad" hace que se pueda imprimir con velocidades por encima de los 50 mm/s. En el caso del Nylon + Carbono los tiempos de impresión nunca podrán superar los 20 mm/s para evitar la generación de grumos, que darían como resultado un fallo de la impresora.

25 Con estos datos se selecciona el material con el que se realizará la estructura hueca de material plástico. Existen una gran cantidad en el mercado, pero una vez analizados se ha optado por simplificar el proceso utilizando los dos polímeros indicados anteriormente, ácido poliláctico (PLA) o nylon y fibra de carbono.

30 El PLA es un material de origen orgánico, cuya principal ventaja de es su alto módulo y su fácil "imprimabilidad". Las propiedades químicas de este material lo hacen perfecto para su aplicación, tanto en resinas, como en materiales metálicos. En el caso de las resinas la baja compatibilidad con éstas, hace que resulte sencillo separarla de la geometría colada.

35 En el caso de los materiales metálicos, el choque térmico hace que un espesor inferior a 0.8

mm del grosor de la pared se volatilicen adhiriendo el material restante al material refractario facilitando su separación de la pieza metálica una vez conformada.

Los datos básicos de impresión empleando PLA son los siguientes:

5

- Grosor de la pared: 1.2 a 1.6 en función del metal.
- Velocidad de impresión: 50 mm/s.
- Temperatura de la cama: 45 ° C.
- Temperatura del cabezal: 200 ° C.
- Altura de capa: 0.4 mm.

10

El nylon y fibra de carbono es un material con muy buenas propiedades mecánicas. La principal ventaja de este material es su gran afinidad con las resinas epoxi. En el caso de colar este tipo de materiales se podrían conseguir estructuras huecas en las que su función no sea únicamente la de retener el material, sino que éstas den unas mejores propiedades mecánicas a la pieza final. En este último caso, la estructura hueca no solo tiene la función de dar forma a la pieza, sino que podría formar parte de ella, mejorando sus características.

15

Los datos básicos de impresión empleando nylon y fibra de carbonoNY son los siguientes:

20

- Grosor de la pared: 1.2 a 1.6 en función del metal.
- Velocidad de impresión: 20 mm/s.
- Temperatura de la cama: 70 ° C.
- Temperatura del cabezal: 280 ° C.
- Altura de capa: 0.4 mm.

25

Paso 2:

Una vez terminada la impresión 3D, la estructura hueca se introduce en un recipiente con el material de revestimiento.

30

En el caso de emplear un material fundido para rellenar la estructura hueca, el material de revestimiento es un material refractario, tal como:

35

- Arenas químicas: Permiten fundir piezas de gran tamaño y complejidad. Se endurecen incorporando una mezcla de aglomerante químico, fabricado con resinas y catalizador.

- Arena verde: Mezcla de arena de sílice y bentonita, con un amplio campo de aplicaciones. Proceso muy versátil.
- 5 ▪ Escayola más aditivos: material que se utiliza para metales a baja temperatura. Tiene una gran capacidad de copiar las formas.

Cuando no se emplean materiales fundidos para el vertido, tal como por ejemplo cemento, el material de revestimiento puede ser de otro tipo.

10

Paso 3.

En el interior de estructura hueca impresa en material plástico y recubierta exteriormente por el material de revestimiento, se vierte el material que dará lugar a la pieza final.

15

La estructura hueca sirve de soporte y proporciona la forma, mientras que el material de revestimiento, permite que el material vertido no deforme la estructura hueca plástica, lo cual es especialmente relevante cuando la estructura hueca se rellena con un material fundido a alta temperatura.

20

Paso 4

Por último, se retira el material de revestimiento y la estructura hueca de plástico para obtener la pieza final. En el caso de que se requiera que la pieza final disponga de la estructura hueca, únicamente se retirará el material de revestimiento.

25

30

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de fabricación de una pieza, caracterizado por que comprende los pasos de:

5

- obtener una estructura hueca con la forma de la pieza a fabricar, obteniéndose la estructura hueca mediante un proceso de fabricación aditiva en material plástico,
- revestir exteriormente la estructura hueca con un material de revestimiento,
- verter un material dentro de la estructura hueca,
- 10 ▪ dejar solidificar el material, y
- retirar el material de revestimiento para obtener la pieza.

2.- Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado por que el material plástico para la obtención de la estructura hueca son filamentos de ácido poliláctico o filamentos de nylon y fibra de carbono.

15

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el material vertido es acero.

4.- Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado por que la estructura hueca tiene un grosor de pared de al menos 1,6 mm.

20

5.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el material vertido es aluminio.

25

6.- Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado por que la estructura hueca tiene un grosor de pared de al menos 1,2 mm.

7.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el material vertido es cerámico.

30

8.- Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado por que la estructura hueca tiene un grosor de pared de al menos 0,8 mm.

9.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el material vertido es

35

resina.

10.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el material vertido dentro de la estructura hueca está a una temperatura entre 750-
5 1600 ° C.

11.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el material vertido es cemento.

10 12.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el interior de la estructura hueca se imprimen unas estructuras de relleno.

13.- Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado por que las estructuras de relleno tienen unas dimensiones de 10mm de ancho, por 10mm de alto, por 10mm de
15 profundidad.

14.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la estructura hueca se fabrica en partes que se sueldan por aplicación de calor.

20 15.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el material de revestimiento es un material refractario como escayola más aditivos, o arenas químicas, o arena verde.

25 16.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para obtener la pieza se retira el material de revestimiento junto con la estructura hueca.

30



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201830319

②② Fecha de presentación de la solicitud: 28.03.2018

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B33Y80/00** (2015.01)
B22C9/04 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2017297086 A1 (DEBRUIN MARK) 19/10/2017, figura 1; párrafo 45-51	1-16
X	GB 2515773 A (SMITH KEVIN) 07/01/2015, páginas 2-3	1-3,5,10,12,15-16
A	US 2017297086 A1 (DEBRUIN MARK) 19/10/2017, Todo el documento.	1-16
A	GB 749813 A (MORRIS BEAN & COMPANY) 30/05/1956, Todo el documento.	1-16

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
14.01.2019

Examinador
C. Rodríguez Tornos

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B33Y, B22C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC