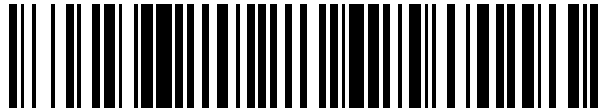


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 324**

21 Número de solicitud: 201631018

51 Int. Cl.:

B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)
B29C 67/00 (2007.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

26.07.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.02.2017

71 Solicitantes:

**CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS,
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS
(CIEMAT) (100.0%)
Avda Complutense, 40
28040 Madrid ES**

72 Inventor/es:

QUERAL MAS, Vicente Manuel

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE CONSOLIDACIÓN DE ESTRUCTURAS LIGERAS OBTENIDAS POR FABRICACIÓN ADITIVA**

57 Resumen:

Procedimiento y equipo de consolidación de estructuras ligeras obtenidas por fabricación aditiva, que comprende la inmersión progresiva de la estructura ligera (5) en un baño (7), mediante la aportación de un material de relleno fraguable o curable en dicha estructura ligera. El baño (7) contiene un líquido (8) de densidad aproximadamente igual a la del material de relleno, de modo que en cada momento la profundidad de inmersión será igual a la altura alcanzada por el material de relleno en el interior de la estructura ligera (5).

El equipo comprende una barra horizontal (1), soportada por un punto (3) de articulación intermedia, un baño (7) y suministrador (10) de material de relleno.

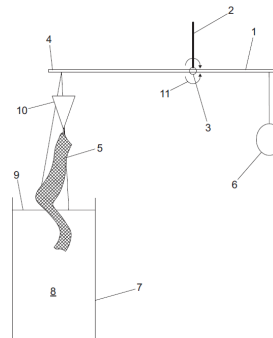


Fig. 1

ES 2 600 324 A1

**PROCEDIMIENTO DE CONSOLIDACIÓN DE ESTRUCTURAS LIGERAS
OBTENIDAS POR FABRICACIÓN ADITIVA**

Campo de la invención

5 La presente invención tiene por objeto un procedimiento de consolidación de estructuras ligeras obtenidas por fabricación aditiva, así como el equipo para llevar a cabo dicho procedimiento.

 La fabricación aditiva consiste esencialmente en la fabricación mediante deposición de capas de material, y permite producir piezas geométricas complejas,
10 pero costosas cuando se trata de piezas de grandes dimensiones.

 Existen equipos capaces de fabricar aditivamente piezas de grandes dimensiones, pero la mayoría son experimentales.

Antecedentes de la invención

 Para reducir los costes de fabricación es conocido el crear piezas nervadas que
15 en ocasiones se rellenan interiormente con materiales capaces de curar, para conseguir el fortalecimiento o consolidación de dichas piezas.

 Con el mismo fin es conocida la producción aditiva de piezas compuestas por una estructura ligera, por ejemplo, en forma de panal de abeja, a base de cerchas o componentes similares, que permiten reducir los tiempos de producción, la cantidad de
20 material de impresión y en definitiva los costes de fabricación. Sin embargo, estos sistemas suponen reducir considerablemente la resistencia de la estructura.

 Una solución al debilitamiento estructural consiste en rellenar la estructura ahuecada con materiales capaces de fraguar o curar.

 Una aplicación a superficies curvas se describe en la patente WO2013020901,
25 donde una forma superficial producida por fabricación aditiva se impregna con un polímero.

 Aplicado a volúmenes es conocido por la patente española P201300330 una estructura ligera fabricada aditivamente, con un recubrimiento laminar delgado que delimita el volumen de la pieza a obtener y que se rellena mediante un material capaz
30 de fraguar o curar.

En todos los casos, durante el moldeado del relleno de la estructura, debido al aligeramiento de la misma y de su recubrimiento laminar, se produce la deformación de la estructura, debido a la presión hidrostática del material de colada, pudiendo llegar a superar el requerimiento de exactitud dimensional del componente. Además, superado el límite elástico del recubrimiento laminar, podría fracturarse o la estructura podría colapsar durante el moldeado.

Descripción de la invención

10 La presente invención tiene por objeto un procedimiento de consolidación de estructuras ligeras obtenidas por fabricación aditiva, especialmente dirigido a la producción económica de grandes componentes robustos obtenidos mediante fabricación aditiva.

15 El procedimiento de consolidación de la invención está dirigido a piezas compuestas por una estructura liviana formada por cerchas y por un recubrimiento laminar exterior que define un volumen cerrado, piezas tales que durante el procedimiento de consolidación son reforzadas mediante un relleno interior obtenido por colada de un material fraguable o curable. El recubrimiento laminar puede disponerse solidario a las cerchas de la estructura por medio de fabricación aditiva de tal recubrimiento laminar o, adherirse una lámina flexible sobre las cerchas tras la fabricación aditiva de únicamente la estructura de cerchas.

25 De acuerdo con la invención, para eliminar los riesgos de deformación de la estructura hueca liviana y/o fractura del recubrimiento laminar, se lleva a cabo la inmersión progresiva de la estructura, con el recubrimiento laminar aplicado sobre la misma, en un baño que contenga un líquido de densidad aproximadamente igual a la del material de relleno, al mismo tiempo que se lleva a cabo la aportación de material de relleno en la estructura ligera. La inmersión progresiva de la estructura puede conseguirse mediante un equipo que, en su versión simplificada, utiliza la aportación de material de relleno dentro de la estructura como peso para sumergir la estructura, por medio del principio de Arquímedes.

30 Con este sistema se consigue que en todo momento estén equilibradas las presiones que actúan sobre la superficie interna y externa de la estructura del recubrimiento laminar, con lo que se eliminan los riesgos de deformaciones y/o rotura de estos componentes.

El procedimiento descrito permite superar las limitaciones derivadas del moldeo del material de relleno y permite fabricar estructuras extraordinariamente livianas por fabricación aditiva, y simultáneamente muy resistentes tras la aplicación del material de relleno, por medio de la inmersión progresiva de la estructura ligera en un líquido de densidad similar a la del material de relleno, lo cual permite minimizar las deformaciones debidas a la presión hidrostática del material de relleno.

El procedimiento de la invención permite la construcción de piezas obtenidas por fabricación aditiva sin límite teórico de vacuidad de la estructura liviana obtenida, debiendo entenderse como vacuidad la ratio entre el volumen de material creado aditivamente y el volumen total del objeto final obtenido, pudiendo imaginar cualquier gran componente robusto producido por un infinitésimo de material de impresión 3D.

El procedimiento de la invención se lleva a cabo con un equipo que permite sincronizar el aporte o colada de material de relleno con el grado de inmersión de la pieza en el líquido de densidad similar al de dicho material de relleno, para evitar deformaciones hidrostáticas.

Este equipo puede consistir en una barra horizontal que está soportada a través de un punto de articulación intermedio. De uno de los extremos de la barra se suspende la estructura ligera con el recubrimiento laminar, mientras que del otro extremo se suspende un contrapeso que equilibra el peso de la estructura y recubrimiento.

Por debajo del extremo del que se suspende la estructura ligera va dispuesto un baño contenedor del líquido de densidad similar a la del material de relleno, de modo que el extremo inferior de la estructura ligera quede a ras con la superficie de dicho líquido.

En esta situación se comienza el aporte progresivo de material de colada dentro de la estructura ligera, que irá produciendo la inmersión progresiva de dicha estructura en el baño, equilibrando profundidad sumergida y altura de material aportado y con ello las presiones que actúan sobre las superficies interna y externa de la estructura y recubrimiento, evitándose así la aparición de tensiones en dicha estructura y recubrimiento laminar.

Este equipo básico puede complementarse con sensores de presión, peso y nivel de líquido exterior e interior a la estructura hueca, todos ellos conectados a un computador, y un actuador vertical que eleva/sumerge la estructura hueca, de manera que pueda sincronizarse a voluntad la presión hidrostática exterior e interior por cálculo y acción computacional mediante el movimiento vertical voluntario de la estructura hueca.

La invención es aplicable, por ejemplo, a la fabricación y consumo de objetos personalizados relativamente grandes para automóviles o la vivienda, de componentes singulares para dispositivos científicos, bienes de equipo industrial y obras artísticas, componentes ligeros y eficientes de geometría compleja para aeronaves, embarcaciones o vehículos terrestres, etc.

Breve descripción de los dibujos

En la figura adjunta se muestra un ejemplo de realización no limitativo, en el que se representa un equipo para la consolidación o refuerzo de estructuras ligeras obtenidas por fabricación aditiva.

Descripción detallada de un modo de realización

El equipo mostrado en la figura 1 está compuesto por una barra horizontal (1), que va suspendida por un punto intermedio de un soporte (2) mediante una articulación (3) que permite la basculación de dicha barra, en uno u otro sentido sobre dicha articulación (3). De uno de los extremos (4) de esta barra (1) se suspende la estructura ligera (5), fabricada aditivamente, con el recubrimiento laminar aplicado sobre la misma. En el extremo opuesto de la barra (1) se cuelga un contrapeso (6) que equilibra el peso de la estructura ligera (5).

Por debajo de la estructura ligera (5) va dispuesto un baño o recipiente (7) contenedor de un líquido (8), por ejemplo, agua salada, de densidad aproximadamente igual a la del material de relleno que se introducirá en el interior de la estructura ligera (5), y que puede consistir en una resina reforzada con fibra u otro material adecuado. La altura de esta estructura se ajusta de modo que el extremo inferior de la misma quede inicialmente situado a ras de la superficie (9) del líquido (8).

A continuación, se comienza la aportación progresiva de material de relleno dentro de la estructura ligera (5), por ejemplo, a través de un embudo (10). El peso del material aportado provocará la basculación progresiva de la barra (1) en el sentido de la flecha (11) según el principio de Arquímedes, provocando la inmersión progresiva de la estructura ligera (5) en el seno del líquido (8), en la misma altura que el material de relleno alcance dentro de la estructura ligera (5), todo ello debido a que el material de relleno y el líquido (8) son de densidades similares.

Esta circunstancia permite que se equilibren las presiones que actúan sobre la superficie interna y externa de la estructura ligera (5) y su recubrimiento laminar, evitando así riesgos de deformaciones y/o roturas de tales componentes.

5 Una vez llena la estructura ligera (5) con el material de relleno y habiendo solidificado lo suficiente el material de relleno, puede extraerse dicha estructura para el secado y curado final del material colado.

No se considera necesario hacer más extensa esta descripción para que cualquier experto en la materia comprenda el alcance de la invención y las ventajas que de la misma se derivan.

10 Los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos serán susceptibles de variación siempre y cuando ello no suponga una alteración en la esencialidad del invento.

Los términos en que se ha redactado esta memoria deberán ser tomados siempre en sentido amplio y no limitativo.

15

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de consolidación de estructuras ligeras obtenidas por fabricación aditiva, cuyas estructuras incluyen un relleno de material fraguable o curable, que está
5 limitado por un recubrimiento laminar aplicado sobre dicha estructura, **caracterizado por que**, una vez aplicado el recubrimiento laminar sobre la estructura ligera, se procede a la inmersión progresiva de dicha estructura en un baño que contiene un líquido de densidad aproximadamente igual a la del material de relleno a aplicar, mediante la aportación de material de relleno en la estructura ligera, siendo en cada
10 momento la profundidad de inmersión de la estructura ligera igual a la altura alcanzada por el material de relleno en el interior de dicha estructura, de modo que queden equilibradas las presiones hidrostáticas que actúan interior y exteriormente sobre la estructura ligera y su recubrimiento laminar.

2.- Equipo para la consolidación de estructuras ligeras obtenidas por fabricación
15 aditiva, cuyas estructuras (5) incluyen un relleno de material fraguable o curable que queda limitado por un recubrimiento laminar aplicado sobre dicha estructura, **caracterizado por que** comprende una barra horizontal (1), soportada por un punto de articulación (3) intermedio; un baño (7) situado bajo uno de los extremos (4) de la barra horizontal, contenedor de un líquido (8) de densidad aproximadamente igual a la
20 del material de relleno; y un suministrador (10) de material de relleno situado por encima del baño (7); de cuya barra horizontal (1) se suspende, del extremo (4) situado por encima del baño (7), la estructura ligera (5) con el recubrimiento laminar aplicado, para recibir progresivamente el material de relleno, quedando inicialmente el extremo inferior de la estructura a ras con la superficie (9) del líquido contenido en el baño (7),
25 mientras que del extremo opuesto de la barra (1) se cuelga un contrapeso (6) que equilibra el peso de la estructura ligera (5) y su recubrimiento laminar.

3. Equipo según reivindicación 2, **caracterizado por que** incluye sensores de presión, peso y nivel de líquido exterior e interior a la estructura hueca, todos ellos conectados a un computador, y un actuador vertical que eleva/sumerge la estructura hueca, de
30 modo que pueda sincronizarse a voluntad la presión hidrostática exterior e interior por cálculo y acción computacional, mediante el movimiento vertical voluntario de la estructura hueca.

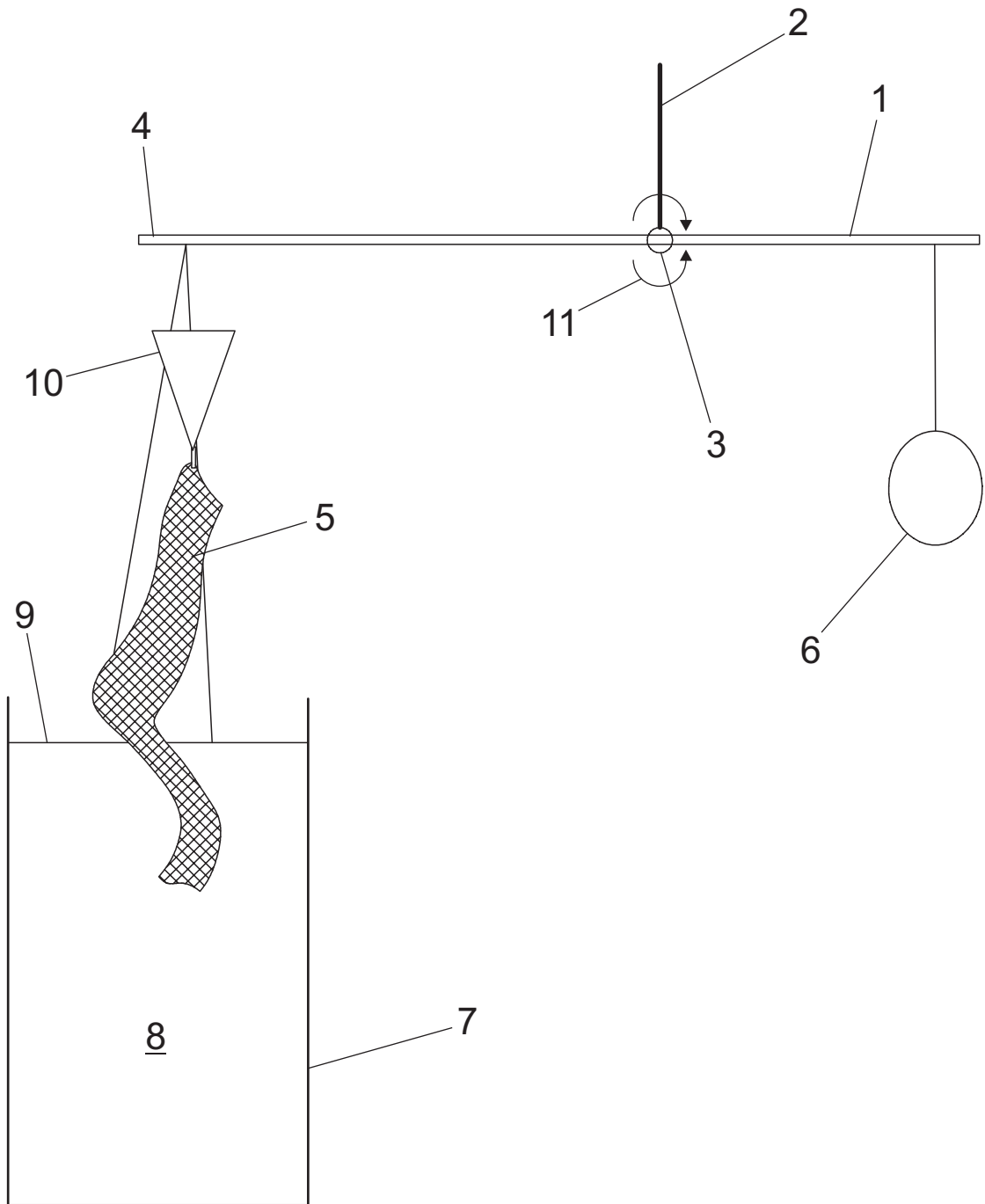


Fig. 1



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②¹ N.º solicitud: 201631018

②² Fecha de presentación de la solicitud: 26.07.2016

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤¹ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2005025905 A1 (PAN ALFRED I-TSUNG et al.) 03/02/2005, todo el documento.	1-3
A	WO 2013113883 A1 (RWTH AACHEN) 08/08/2013, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE AN-2013-M15776. Figuras.	1-3
A	US 2015165678 A1 (DING MING-HSIUNG et al.) 18/06/2015, todo el documento.	1-3

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 n.º:

Fecha de realización del informe
27.01.2017

Examinador
L. Molina Baena

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B33Y10/00 (2015.01)

B33Y30/00 (2015.01)

B29C67/00 (2017.01)

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

B33Y, B29C

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

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.01.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2005025905 A1 (PAN ALFRED I-TSUNG et al.)	03.02.2005

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica más próximo a la reivindicación 1. Dicho documento divulga un procedimiento de fabricación de estructuras ligeras obtenidas por fabricación aditiva, cuyas estructuras se constituyen a base de material fraguable o curable, en el que se realiza la aportación del material de dicha estructura en un baño que contiene un líquido viscoso, siendo en cada momento la profundidad de inmersión de la estructura ligera igual a la altura alcanzada por el material viscoso del baño, de modo que la presión hidrostática del baño actúe sobre la estructura ligera durante su fraguado.

Como puede observarse, la invención divulgada en D01 se aleja mucho de las características técnicas definidas en la reivindicación 1 ya que, aunque se utilice un baño para mejorar la exactitud geométrica de la estructura al fraguar el material, la reivindicación 1 define la utilización de un recubrimiento laminar y fundamenta la exactitud geométrica en el equilibrio de las presiones hidrostáticas interiores y exteriores gracias a que la densidad del fluido del baño es aproximadamente igual a la del material de aportación.

Por lo que no se ha encontrado ningún documento en el estado de la técnica, ni ninguna combinación de ellos, que pudiera llevar, de forma evidente, al experto en la materia a las características técnicas definidas en la reivindicación 1.

Por lo tanto, se considera que el objeto de la reivindicación 1 cumple el requisito de novedad (art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986), y cumple también el requisito de actividad inventiva (art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986).

Por otra parte, las reivindicaciones 2 y 3 incluyen una características técnicas propias y específicas de la aplicación del procedimiento definido en la reivindicación 1, por lo que se considera que un experto en la materia tampoco habría llegado a ellas de forma evidente a partir del estado de la técnica y que, por lo tanto, también cumplen los requisitos de novedad (art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986) y de actividad inventiva (art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986).