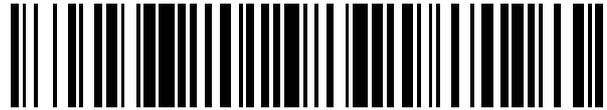


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 036**

21 Número de solicitud: 201500313

51 Int. Cl.:

B32B 7/00 (2006.01)

B29C 70/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

04.05.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.11.2016

71 Solicitantes:

**AERNNNOVA ENGINEERING DIVISION SAU
(100.0%)**

**C/ Leonardo da Vinci 13, Parque Tecnológico de
Álava**

01510 Miñano Mayor (Araba/Álava) ES

72 Inventor/es:

**CASTILLO ACERO, Miguel Ángel y
ESSA, Yasser**

54 Título: **Panel estructural de rigidez y resistencia variable y su proceso de fabricación**

57 Resumen:

La presente invención describe un panel estructural de rigidez y resistencia variable y su proceso de fabricación. El panel resulta del apilado de dos o más sub-paneles selectivamente deformables de menor espesor Fig. 3 o Fig. 4. Estos subpaneles pueden superponerse en diferente número, espesores y direcciones para obtener una estructura o panel final Fig. 6 con un espesor y unas propiedades mecánicas determinadas. El conjunto de subpaneles superpuestos puede ser fabricado mediante un proceso de impresión 3D, y los huecos resultantes como consecuencia de la geometría de cada subpanel pueden rellenarse con un material de relleno, pudiendo realizarse este proceso mediante inmersión en un líquido sometido a un proceso de curado posterior.

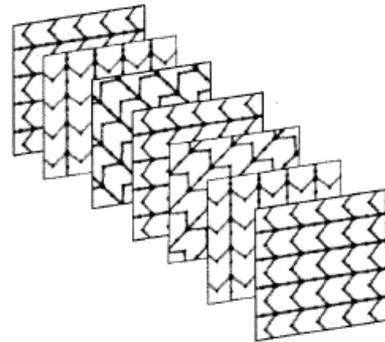


FIG 6

DESCRIPCIÓN

**PANEL ESTRUCTURAL DE RIGIDEZ Y RESISTENCIA VARIABLE Y SU
PROCESO DE FABRICACIÓN**

5 **SECTOR DE LA TÉCNICA**

Materiales y procesos de fabricación de paneles estructurales.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10

Desde hace bastantes años, son conocidos los materiales compuestos en la fabricación de estructuras de distinto tipo. En concreto, si hablamos de los materiales compuestos consistentes en fibras o haces de fibra embebidos en una matriz de resina termoestable o termoplástica, su utilización presenta diferentes
15 ventajas frente a los materiales isótropos convencionales, precisamente por la posibilidad que ofrecen estos materiales de conseguir propiedades estructurales diferenciadas según la dirección considerada, variando la cantidad de fibras orientadas en cada dirección, ya que son las fibras en estos materiales las que constituyen el principal elemento resistente.

20

Estos materiales compuestos elaborados como empilados de telas compuestas por fibras y embutidas en matriz de resina tienen la capacidad de poder diseñarse con propiedades mecánicas direccionales, pero por su propia naturaleza se trata de materiales eminentemente rígidos en todas sus direcciones. Hay aplicaciones, sin
25 embargo, en las que sería muy útil disponer de un material con una flexibilidad direccional. Esto llevó al nacimiento del concepto de Estructuras Selectivamente Deformables (ESD).

30

Bajo este concepto se han descrito (Amiryants et al., *Selectively Deformable Structures for Design of Adaptive Wing Smart Elements*, 27th International Congress of the Aeronautical Sciences, 2010) paneles con una geometría especial que les permite mostrar propiedades de rigidez direccionales, al mismo tiempo que pueden presentar flexibilidad frente a la deformación fuera de su plano. Este material puede ser fácilmente deformado en una dirección "útil", manteniendo la rigidez en las otras
35 direcciones proporcionando así el control y la forma de la estructura asignada bajo cargas externas aplicadas. El componente principal de una ESD es una célula de

carga de geometría variable, la célula que comprende de pared delgada reforzada de elementos rígidos centrales y periféricos, así como componentes elásticos de apoyo deformables. La rigidez en compresión/tensión resulta insignificante debido al orden especial de los elementos dentro de la célula mientras que la rigidez en flexión, torsión y cortadura se mantiene en niveles finitos asignados. Combinado en cadenas, las células pueden formar marcos de adaptación de cualquier estructura.

Las estructuras selectivamente deformables descritas hasta ahora consisten, por tanto, en estructuras en forma básicamente de panel, diseñadas con una geometría adaptada a las propiedades elásticas finales que se quieran conseguir para esa estructura en particular. No se dispone en el estado de la técnica actual de ningún material que pueda servir como base más o menos estándar para diseñar estructuras de propiedades elásticas a medida, al igual que se realiza con las propiedades mecánicas de las piezas de material compuesto a partir de telas elaboradas con fibras.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se engloba dentro del campo de los materiales y procesos para paneles estructurales. Se trata de una estructura tridimensional que comprende una serie de sub-paneles de rigidez altamente direccional superpuestos y dispuestos en distintas orientaciones para obtener distintas rigideces y resistencias para el conjunto resultante en función de la combinación de sub-paneles elegida.

Partiendo del concepto conocido de las Estructuras Selectivamente Deformables (ESD), la presente invención consiste en una estructura cuya deformabilidad y rigidez pueden ser diseñadas a medida superponiendo diferentes paneles de ESD en diferentes orientaciones espaciales, según necesidad.

Las ventajas del panel objeto de la invención son:

El establecer diferentes parámetros de definición del panel gracias al uso de diferentes secuencias de apilamiento de los sub-paneles de rigidez altamente direccional, permitiendo de una manera sencilla el cambio de las propiedades mecánicas en términos de rigidez y resistencia. El amplio alcance de la utilización de los paneles resultantes cuya configuración está adaptada a los niveles de carga en

cada aplicación. Por ejemplo, si queremos un panel que presente mayor resistencia y rigidez bajo condiciones de carga axial, habrá una mayoría de sub-paneles a 0°, mientras que si la carga interna dominante es cortadura, la mayoría de los sub-paneles tendrán orientación +/- 45°.

5

Es objeto de la presente invención la fabricación de la estructura caracterizada por la superposición de paneles ESD a partir de cualquier material mediante un proceso de impresión 3D, como la fabricación aditiva.

10

También es otro objeto de la presente invención el rellenar los huecos del material resultante con un material de relleno preferentemente flexible, como una resina elastómera compatible con el material del esqueleto.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

20

FIG 1 muestra una vista esquemática de una celdilla elemental altamente direccional.

25

FIG 2 muestra un esquema de otro tipo de celdilla elemental con sus principales parámetros geométricos.

FIG 3 muestra un sub-panel altamente direccional basado en las celdillas elementales mostradas en la FIG 1.

30

FIG 4 muestra un sub-panel altamente direccional basado en las celdillas elementales mostradas en la FIG 2.

FIG 5 muestra un esquema los paneles orientados en las cuatro direcciones, 0°, 90°, +45°, -45°.

35

FIG 6 muestra un panel resultado de apilar 7 sub-paneles en distintas direcciones.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

5 En una realización preferente de esta invención, la estructura final resulta de un proceso de fabricación aditiva o impresión 3D que posibilita que distintos sub-paneles constituidos por celdillas direccionales, se fabriquen en un único conjunto.

10 Las celdillas direccionales se pueden basar en distintas geometrías que comparten la misma propiedad de presentar una dirección con mayor rigidez y resistencia estructural, que su dirección perpendicular. Como ejemplo se muestra en FIG 1 una vista esquemática de una celdilla elemental altamente direccional basada en segmentos rectos y en FIG 2 otra configuración basada en tramos curvos. La geometría de esta célula elemental puede presentar pues distintas geometrías, espesores, radios, ángulos pero siempre con el elemento común de presentar una
15 dirección mecánicamente privilegiada respecto al perpendicular.

De la repetición de las celdillas elementales, resultan los sub-paneles en FIG 3 y 4 basados en los módulos incluidos en FIG 1 y 2 respectivamente.

20 Definida una dirección como referencia, dirección 0°, la orientación que damos a los sub-paneles, junto con el espesor "t" de cada sub-panel, resulta en unas características mecánicas distintas en rigidez y resistencia del panel en su conjunto. Por ejemplo, FIG 5 muestra unos sub-paneles orientados en cuatro direcciones distintas 0°, +45°, -45° y 90° respecto a la dirección tomada como referencia.

25 Para formar el panel final, se superponen uno encima de otro los sub-paneles que queramos utilizar para configurar las características mecánicas buscadas. Como ejemplo, FIG 6 muestra un panel resultado de apilar 7 sub-paneles en distintas direcciones; en este caso las direcciones de cada sub-panel son 0/90/-45/0/+45/90/0. El espesor del panel resultante, "t", es la suma de los espesores de
30 los sub-paneles, $t = \sum_{i=1}^{i=n} t_i$ Siendo "n" el número de sub-paneles.

En una realización preferente de la invención, el citado panel es configurado como sólido en un sistema Computer-Aided-Design (CAD) siguiendo el siguiente esquema:

- 35
- Diseñar primero en CAD elementos geométricos sólidos de distintas

configuraciones que cumplen con el requisito de presentar mayor rigidez en una dirección que en la perpendicular.

- 5 • Diseñar luego en CAD sub-paneles basados en la repetición de los elementos geométricos anteriores y que presentan en consecuencia rigidez y resistencia altamente direccional.
- 10 • Diseñar finalmente en CAD un panel que resulta del apilamiento según determinadas direcciones, como por ejemplo las direcciones 0°, +45°, -45° y 90°, de sub-paneles que presentan rigidez y resistencia altamente direccional.

El panel resultante diseñado como modelo sólido en CAD puede ser fabricado a partir de cualquier material por un proceso de impresión 3D como la fabricación
15 aditiva con dispositivos comercialmente disponibles. El resultado es una única pieza que presenta los huecos originados por su propia constitución. Estos huecos se pueden rellenar con algún material, ya sea para darle un mejor acabado superficial, propiedades de impermeabilidad, o para aportarle características mecánicas adicionales al conjunto final. El relleno puede ser necesario para conseguir
20 superficies de carga selladas lisas y continuas, por ejemplo, para aplicaciones aeronáuticas. Este material de relleno puede consistir en un elastómero compatible químicamente con el material base del esqueleto, que podría aportarse de forma líquida, mediante inmersión del "esqueleto" formado por la superposición de subpaneles, seguido de un proceso de curado de dicho material elastómero
25 formando un conjunto solidario con el esqueleto.

REIVINDICACIONES

1. Panel estructural de rigidez y resistencia variable que comprende la superposición de 2 o más sub-paneles selectivamente deformables orientados de forma distinta para conseguir el resultado de propiedades mecánicas objetivo.
5
2. Panel estructural según reivindicación 1, basado en impresión en 3D con materiales metálicos o no metálicos.
10
3. Panel estructural según reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por el relleno de los huecos de las celdillas de cada subpanel con un material de relleno.
4. Panel estructural según reivindicación 3, caracterizado porque el relleno de los huecos de los paneles se realiza mediante inmersión de dichos paneles en un material fluido compatible químicamente con el material base del esqueleto y que se cure solidariamente con él.
15
5. Panel estructural según reivindicaciones 3 ó 4 caracterizado porque el material de relleno es un material elastómero.
20

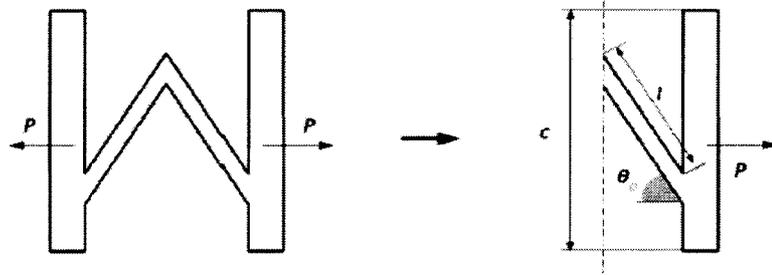


FIG 1

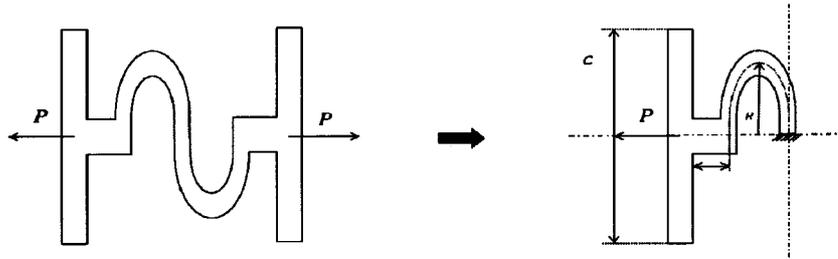


FIG 2

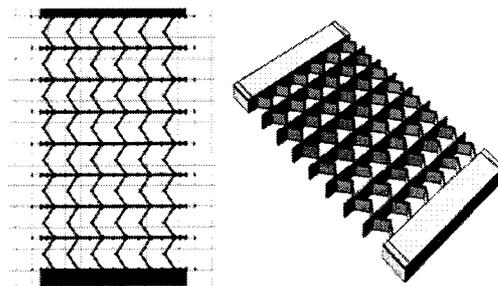


FIG 3

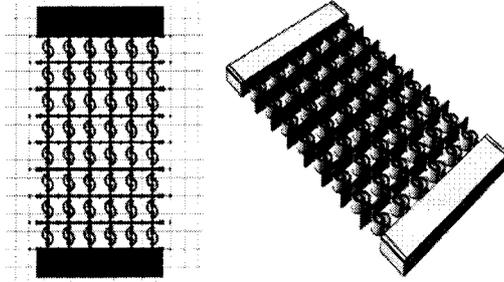


FIG 4

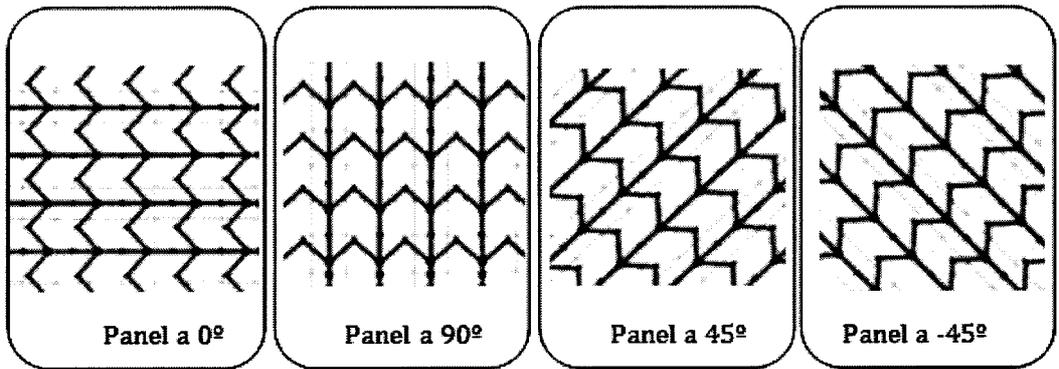


FIG 5

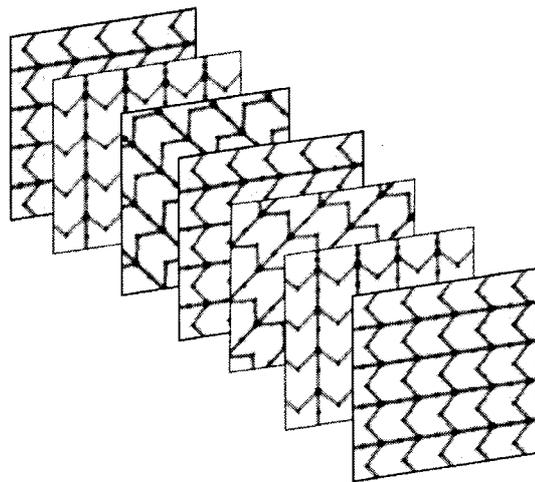


FIG 6



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201500313

②② Fecha de presentación de la solicitud: 04.05.2015

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B32B7/00** (2006.01)
B29C70/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5654518 A (DOBBS STEVEN K) 05.08.1997, página 5, líneas 20-28; páginas 6,7; figuras 2-5.	1-5
A	"Selectively Deformable Structures for Design of adaptative wing Smart elements" (Amiryants, Ishmuratov, Malyutin, Timokhin) 28.09.2010; 27 th International Congress of the Aeronautical Sciences"	1-5
A	US 2014001670 A1 (DREVER MICHAEL) 02.01.2014, párrafos 4,5,24.	1-5
A	US 7575807 B1 (BARVOSA-CARTER WILLIAM et al.) 18.08.2009, todo el documento.	1-5
A	EP 2698245 A1 (BOCK HEALTHCARE GMBH) 19.02.2014, todo el documento.	1-5

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
11.12.2015

Examinador
C. Rodríguez Tornos

Página
1/4

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

B29C, B32B

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.12.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2,5	SI
	Reivindicaciones 1,3,4	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-5	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 5654518 A (DOBBS STEVEN K)	05.08.1997
D02	"Selectively Deformable Structures for Design of adaptative wing Smart elements" (Amiryants, IShmuratov, Malyutin, Timokhin) 28.09.2010; 27 th International Congress of the Aeronautical Sciences"	28.09.2010
D03	US 2014001670 A1 (DREVER MICHAEL)	02.01.2014
D04	US 7575807 B1 (BARVOSA-CARTER WILLIAM et al.)	18.08.2009
D05	EP 2698245 A1 (BOCK HEALTHCARE GMBH)	19.02.2014

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

D01 divulga un panel compuesto por la superposición de sub-paneles orientados de forma distinta (figura 2) obteniendo unas determinadas propiedades mecánicas. Los huecos de las celdillas de cada sub-panel se rellenan con una resina epoxy que después del curado se expande en forma de espuma.

Tal y como están redactadas las reivindicaciones y a la luz del estado de la técnica divulgado en D01 no se observa novedad ni actividad inventiva en las reivindicaciones 1, 3 y 4.

D02 divulga un panel estructural formado por celdillas orientadas de forma selectivamente deformables y cuyas celdas se rellenan de un material elastómero.

En D03 se divulga el empleo de técnicas de impresión 3D para fabricación de paneles.

Por tanto, sería evidente para un experto en la materia recurrir a técnicas ya conocidas y divulgadas por ejemplo en D02 y D03 y obtener el objeto técnico de las reivindicaciones 2 y 5 sin el ejercicio de actividad inventiva.

En conclusión, las reivindicaciones 1-5 de la solicitud carecen de novedad y/o actividad inventiva (artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de patentes).