

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 719**

51 Int. Cl.:

B29C 70/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2011** E 11382106 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018** EP 2511080

54 Título: **Dispositivo para la elaboración de preformas de componentes reforzados con fibras de carbono**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.11.2018

73 Titular/es:

FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION (100.0%)
Parque Tecnológico de Bizkaia, C/ Geldo.
Edificio 700
48160 Derio, Bizkaia, ES

72 Inventor/es:

SEGURA MORENO, MIGUEL;
MEZZACASE LASARTE, RICARDO;
ESTENSORO ASTIGARRAGA, FRANCISCO,
JOSÉ;
GARCIA MARTINEZ, JOSE, RAMÓN;
IRASTORZA ARREGUI, XABIER;
COLLADO JIMÉNEZ, VALENTÍN y
BELOKI ZUBIRI, OIHANE

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 690 719 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

Dispositivo para la elaboración de preformas de componentes reforzados con fibras de carbono

5 Campo técnico de la invención

La presente invención está comprendida en el campo técnico del equipo para la fabricación automatizada de componentes de composite reforzados con fibras de carbono y particularmente de preformas tridimensionales para dichos componentes.

10

Antecedentes de la invención

Los componentes basados en composites reforzados con fibra de carbono se usan en diferentes áreas técnicas y sectores comerciales, tales como el área aeronáutica y espacial, y actualmente se han empezado a usar en aquellas aplicaciones con importantes requerimientos que combinen bajo peso y alta resistencia mecánica, tales como algunas aplicaciones en la industria de automoción, aplicaciones marinas y de defensa y aplicaciones de recreo tales como bicicletas, golf, raquetas de tenis y mástiles.

15

Las fibras de carbono en un tejido pueden disponerse de forma unidireccional o multidireccional. Existen diferentes formas de combinar resina polimérica con la fibra de carbono seca con el fin de formar la pieza de composite final, diferenciadas bien por el tipo de aplicación de fuerza para realizar el moldeado o bien por la forma de aplicación de calor para activar la resina.

20

En el caso de las piezas de composite con fibra de carbono, normalmente se han usado laminados prefabricados (preimpregnados) que combinan fibra y resina (junto con sus agentes de curado) en un laminado fabricado en condiciones controladas. Posteriormente estos preimpregnados se laminan sobre el molde del componente y generalmente se curan mediante aplicación de calor y presión, principalmente en autoclave. Los preimpregnados deben almacenarse en condiciones ambientales controladas, siendo válido su uso solamente durante un período de almacenaje determinado.

25

Debido a los altos costes de producción de las piezas de composite usando procesos de autoclave, se están desarrollando nuevos métodos de fabricación basados en inyección de resina. Estos procesos no requieren dichas condiciones de almacenamiento del material tan estrictas como aquellas de los preimpregnados en el caso de los procesos de autoclave. En estos casos, la fibra, que está seca o bien ligeramente mezclada con resina no activada (aglutinante), se lamina de forma manual sobre el molde con la forma del componente de composite. Este elemento intermedio, anterior al moldeado final del componente, se denomina una preforma. Después de este paso, se cierra el molde y se introduce la resina, activándola, por ejemplo, mediante la aplicación de calor. La resina puede introducirse en el molde bien por medio de vacío (infusión) o bien por medio del uso de presión positiva (inyección). Como cualquier proceso manual, se encuentra sometido a posibles variaciones de geometría o composición entre las distintas preformas fabricadas debidas a la intervención humana, que no asegura una uniformidad total en el trabajo.

30

35

40

Para evitar los procesos manuales, se han ideado diversos dispositivos que permiten trabajar en tres dimensiones ("3D") usando membranas flexibles en la fase de compactación de la preforma. Dichos dispositivos se describen, por ejemplo, en las solicitudes de patente US-20100007065-A1, JP-2007118598-A, JP- 2008230020-A y EP-1808282-A1. Algunos de los dispositivos descritos en estos documentos permiten también la activación del aglutinante durante la compactación, pero lo hacen por medios convencionales, como puede ser por conducción mediante resistencias en el molde, por radiación mediante lámparas infrarrojas, por convección mediante circulación de aire caliente, etc., que ralentizan el proceso de calentamiento.

50

Con respecto a la activación de aglutinante, se conocen procesos de activación del aglutinante mediante calentamiento resistivo que se basan en aumentar la temperatura haciendo circular corriente eléctrica a través de las fibras de carbono, conductoras eléctricas, de la preforma.

55

De esta manera, la solicitud de patente WO-01/92002-A2 describe una célula de procesamiento de fibra de carbono donde una de las posibles tecnologías de preformado que se plantea es la del calentamiento resistivo. La solicitud de patente WO-03/078141-A1 se refiere al procesamiento de composites termoplásticos (no preformas) usando calentamiento resistivo. La solicitud de patente US-20050236098-A1 también considera un calentamiento resistivo del material, estando en este caso el circuito resistivo ubicado en el molde. Finalmente, la solicitud de patente US-2005140064-A1 describe la fabricación de preformas mediante calentamiento resistivo en general. En ninguno de estos documentos se hace referencia a cómo compactar, ni a cómo conseguir que los electrodos empleados para conseguir el calentamiento resistivo apliquen la presión suficiente contra el tejido de fibra de carbono de una preforma de manera que se establezca el contacto eléctrico sin variaciones que puedan generar irregularidades en el curado y en consecuencia en las propiedades finales de la preforma. De la misma manera ninguno de estos documentos se basa en el uso de membranas flexibles para compactar la preforma.

60

65

Descripción de la invención

El objetivo de la presente invención es superar los inconvenientes del estado de la técnica descrito anteriormente por medio de un dispositivo para la preparación de preformas de componentes reforzados con fibras de carbono que comprende un molde de preformado que puede inmovilizarse en un banco de trabajo; una membrana de compactación estanca de elevada elongación, elásticamente deformable por acción de una fuerza neumática, de manera que es capaz de adaptarse a la geometría externa de una preforma dispuesta sobre el molde; un dispositivo de compactación con un marco de fijación en el que está montada la membrana y que puede acoplarse a un dispositivo elevador a través de un sistema de acoplamiento, para desplazar el dispositivo de compactación entre una posición retirada y una posición de compactación en la que la membrana queda superpuesta a la preforma dispuesta sobre el molde; medios de conexión neumática, conectable a un sistema neumático, y conectados al dispositivo de compactación, para generar, en dicha posición de compactación, una fuerza neumática sobre la membrana que fuerza la membrana a adaptarse a dicha geometría externa ejerciendo la fuerza de compactación sobre la preforma; un sistema de anclaje para anclar el dispositivo de compactación al banco de trabajo cuando la membrana está en la posición de compactación; y un sistema de calentamiento para activar un aglutinante presente en la preforma mediante calentamiento; en el que el sistema de calentamiento es un sistema de calentamiento resistivo que comprende al menos dos electrodos conectables a una fuente de alimentación eléctrica, y montados en el molde en posiciones en las que, al menos cuando la membrana ejerce dicha fuerza neumática sobre la preforma, contactan zonas extremas opuestas de la preforma, para generar un circuito eléctrico resistivo a través de las fibras de carbono de la preforma y así calentar dicho aglutinante a su temperatura de activación; al menos las partes del molde que están en contacto con la preforma y con los electrodos están hechas de un material eléctricamente aislante; el molde está eléctricamente aislado del banco de trabajo.

El dispositivo de acuerdo con la presente invención permite elaborar preformas de componentes fabricados en materiales reforzados total o parcialmente con fibras de carbono, mediante un método de compactación que combina la activación del aglutinante presente en los tejidos de carbono o bien aplicado externamente al laminado mediante un calentamiento resistivo basado en hacer circular una corriente eléctrica por las fibras de carbono, junto con la aplicación simultánea de presión o vacío de compactación sobre la preforma por medio de una membrana flexible.

De esta manera, por una parte, el calentamiento resistivo presenta la ventaja de que aplica el calor directamente sobre la preforma de carbono, sin las pérdidas por convección o radiación que se producen en otros tipos de calentamientos en los que las fuentes de calor están más alejadas que en el dispositivo descrito en esta patente. Por otra parte, al mejorar la homogeneidad de la presión de compactación debido a la fuerza uniforme de compactación ejercida por la membrana, se obtiene una mejor transmisión de la corriente eléctrica entre capas de carbono, y entre estas capas y los electrodos. Por lo tanto, la combinación de estos procesos mejora el contacto de las fibras de carbono con los electrodos situados en el molde de preformado, de forma que se obtiene una manera más directa, rápida y homogénea de activar el aglutinante, además de una forma sencilla de fijación de los electrodos sin elementos adicionales, como por ejemplo elementos de anclaje complementarios. Esta solución técnica de elaboración de preformas permite la automatización del proceso de preformado con la simple adición de un módulo de manipulación de tejidos de fibra de carbono.

La membrana flexible también permite compactar una amplia variedad de geometrías de preforma con un menor coste añadido a cada variante, debido al hecho de que la propia membrana actúa de contra molde en todos los casos. Cada geometría 3D sólo requiere la fabricación de su molde de preformado, sin necesidad de fabricar ningún contra-molde. De esta forma se obtiene un método de preformado que puede adaptarse de forma sencilla a geometrías de distintos tamaños (escalable) y distintas formas ya que se puede pasar con facilidad de geometrías 2D a geometrías 3D más complejas del molde de preformado.

Los electrodos, que pueden estar hechos de cobre, se montan preferentemente en cavidades axiales respectivas en posiciones opuestas y además presentan superficies externas adaptadas a la geometría externa del molde. Cada uno de los electrodos puede ajustarse al molde, sin necesidad de medios de conexión externos, ya que la fijación de los electrodos al molde durante el proceso de compactación se asegura mediante la presión que ejerce sobre ellos la membrana flexible. Con ello se mejora el contacto de las fibras de carbono con los electrodos situados en el molde de preformado, de forma que se obtiene una manera más rápida, controlada, repetitiva y homogénea de activar el aglutinante y compactar la preforma. El circuito eléctrico resistivo generado por los electrodos puede ser un circuito de corriente continua.

El hecho de que el molde de preformado esté eléctricamente aislado del banco de trabajo evita la circulación de corriente eléctrica a través de elementos diferentes de las preformas que comprenden fibra de carbono. Este aislamiento eléctrico puede conseguirse fabricando la totalidad del molde, o al menos las partes del molde que están en contacto con la preforma y, preferentemente, también las que están en contacto con el banco de trabajo, de un material eléctricamente aislante. El molde también debe estar hecho de materiales con cierta resistencia a la temperatura de activación del aglutinante presente en la preforma. Para asegurar que no se produzca un flujo

eléctrico entre el molde y el banco de trabajo, el dispositivo también puede comprender una placa eléctricamente aislante interpuesta montada entre el molde y el banco de trabajo. Se aísla de esta manera el banco de trabajo del posible contacto de elementos por los que circule corriente eléctrica. La placa aislante y el banco de trabajo pueden estar provistos de agujeros que permiten el paso de las conexiones eléctricas desde los electrodos del molde hasta la parte inferior del banco en donde puede estar situada la fuente de alimentación eléctrica.

El sistema de calentamiento puede incluir, además de los electrodos, conexiones eléctricas y una fuente de alimentación programable. Cada electrodo, por fuera de la zona que corresponde a la preforma de carbono, incorpora el elemento de conexión a cada uno de los cables eléctricos respectivos que cierran el circuito del sistema de calentamiento resistivo, por medio del cual se transmite calor directamente sobre la preforma de carbono, por lo que se producen menores pérdidas térmicas en el proceso de activación del aglutinante.

De acuerdo con la invención, el molde puede comprender al menos un alojamiento para alojar un termopar que registra y controla la temperatura durante la activación del aglutinante de la preforma. Estos termopares que registran y controlan la temperatura durante el proceso de activación del aglutinante, de forma que se controlen los tiempos de calentamiento y enfriamiento de la preforma.

El dispositivo de acuerdo con la presente invención puede diseñarse para que sea capaz de trabajar tanto con presión de compactación positiva o negativa (vacío) ya que la membrana flexible es capaz de trabajar con presión positiva y negativa. Este hecho hace a este dispositivo muy versátil para trabajar con una amplia gama de materiales y de geometrías.

Por lo tanto, en una realización preferida del dispositivo de compactación, este último es una campana que comprende una cámara neumática interior y estanca, delimitada por uno de sus lados por la membrana montada en el marco de fijación, y al menos una conexión de gas comprimido para generar en dicha posición de compactación una presión positiva en la cámara neumática, forzando a la membrana a ejercer dicha fuerza de compactación sobre la preforma, de tal manera que la preforma se presiona contra dichos electrodos. De acuerdo con esta realización preferida, la campana puede estar dotada además de al menos una conexión de vacío para generar en la cámara neumática una presión negativa que fuerza a la membrana a adoptar en la cámara neumática una posición retraída, en la que la membrana no contacta la preforma cuando la campana está superpuesta a la preforma, evitándose así que un contacto prematuro de la membrana descoloque la preforma dispuesta en el molde de preformado.

En la campana de compactación se pueden integrar además distintos elementos de seguridad, como son, por ejemplo, válvula de seguridad por sobrepresión dentro de la cámara, válvula de cierre con escape al aire, detector de posición de cierre de los anclajes de la campana, componentes conductores del dispositivo conectados a toma de tierra.

El dispositivo elevador puede ser, por ejemplo, una columna de movimiento lineal vertical, que permite el movimiento de ascenso y descenso de la campana durante el proceso de compactación de preformas. El sistema de acoplamiento mediante el que se acopla al dispositivo elevador a la campana, puede ser, por ejemplo una placa de fijación montada o integrada en la parte superior de la campana de compactación.

En otra realización alternativa del dispositivo de compactación, el marco de fijación en el que está montada la membrana es herméticamente acoplable sobre el banco de trabajo para formar, en dicha posición de compactación, un espacio estanco entre la membrana, el marco de fijación y el banco de trabajo, y el sistema de conexión neumática comprende al menos una conexión de vacío conectable a un sistema de succión, y conectado a dicho espacio estanco para generar una presión negativa en dicho espacio estanco que fuerza la membrana a ejercer la fuerza de compactación sobre la preforma. De acuerdo con esta realización alternativa, la conexión de vacío puede estar integrada en el marco de fijación y/o en el banco de trabajo.

El sistema de anclaje puede comprender una pluralidad de elementos de anclaje neumáticos que comprenden cada uno un anclaje hembra montado en el banco de trabajo y un anclaje macho, insertable en el anclaje hembra, montado en el dispositivo de compactación en la periferia del marco de fijación. Estos elementos de anclaje neumáticos de anclaje al banco de trabajo, deben ser capaces de soportar las importantes cargas verticales generadas al presurizar la campana.

De acuerdo con lo que se infiere de la anterior descripción, la presente solución permite automatizar la fase de compactación y generar una geometría permanente en la preforma, anterior al proceso de moldeo con la resina, y reducir los tiempos de ciclo de fabricación del molde de preformado, permitiendo actuar en geometrías 3D y agilizar y mejorar el rendimiento del proceso de activación del aglutinante, que puede estar presente en la preforma en porcentajes en peso del orden de 2 al 5 %, aprovechando las sinergias entre las funciones de la membrana flexible de alta elongación y el calentamiento resistivo que se reivindican en la presente solicitud.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describen aspectos y realizaciones de la invención sobre la base de unos dibujos esquemáticos en los que

- 5 la Figura 1 es una vista en perspectiva de una realización del dispositivo de acuerdo con la presente invención;
- la Figura 2a es una vista en perspectiva frontal de una realización de una campana de compactación, del molde correspondiente y del banco de trabajo, de acuerdo con la presente invención;
- 10 la Figura 2b es una vista en perspectiva lateral de la realización de la campana de compactación, el molde correspondiente y el banco de trabajo mostrados en la Figura 2a;
- la Figura 3 es una vista correspondiente a la Figura 2b, pero que muestra también la preforma sin compactar colocada sobre el molde;
- la Figura 4a es una vista en perspectiva lateral de la campana de compactación de las Figuras anteriores en su posición de trabajo sobre el molde dispuesto en el banco de trabajo;
- 15 la Figura 4b es una vista en perspectiva frontal correspondiente a la Figura 4a, pero que muestra también el interior de la campana y la membrana;
- la Figura 5 es una vista en perspectiva antero-superior de la membrana de la campana de compactación en su posición de trabajo sobre el molde;
- 20 la Figura 6a es una vista en perspectiva frontal que corresponde a la Figura 3;
- la Figura 6b es una vista parcial ampliada de la parte del dispositivo marcada con un círculo en la Figura 6a;
- la Figura 6c es una vista parcial en sección por la línea A-A mostrada en la Figura 6b y que muestra además la sección correspondiente de la membrana de compactación colocada sobre el molde;
- la Figura 7 es una vista parcial en perspectiva de la campana de compactación acercándose a su posición de trabajo sobre el molde;
- 25 la Figura 8a es una vista de una realización de uno de los elementos de anclaje neumáticos que sirven para asegurar la posición de la campana de compactación en su posición de trabajo;
- la Figura 8b es una vista en perspectiva que muestra las piezas del elemento de anclaje mostrado en la Figura 8a;
- 30 la Figura 9 es un esquema eléctrico del sistema de calentamiento resistivo.

Estas figuras muestran números de referencia que identifican los siguientes elementos

- 1 Columna neumática
- 2 Molde
- 35 2.1 Ranura axial
- 3 Preforma de fibra de carbono
- 3.1 Fibras de carbono
- 4 Electrodo de cobre
- 5 Membrana de compactación de alta elongación
- 40 6 Campana de compactación
- 6.1 Cámara neumática
- 7 Marco fijación de membrana
- 8 Terminal eléctrico
- 8.1 Cable de conexión
- 45 9 Placa aislante
- 9.1 Agujero
- 10 Anclajes neumáticos de la campana
- 10.1 Anclaje hembra
- 10.2 Anclaje macho
- 50 11 Conexión de aire comprimido de la campana
- 12 Conexión de toma de vacío de la campana
- 13 Canales para termopares
- 14 Banco de trabajo
- 14.1 Agujero
- 55 15 Sistema de fijación de la campana a columna de compactación
- 16 Fuente de alimentación eléctrica programable

Realizaciones de la invención

- 60 En la realización del dispositivo de acuerdo con la invención mostrada en las figuras, este dispositivo comprende una campana -6- de compactación acoplada a una columna neumática -1- mediante un sistema de fijación -15- que comprende una placa integrada en la parte superior de la campana -6- y una escuadra de fijación acoplada a la columna neumática -1-. Mediante el accionamiento de la columna neumática -1- es posible realizar movimientos de ascenso y descenso de la campana -6-. La campana está verticalmente alineada con un molde de preformado -2-
- 65 montado en un banco de trabajo -14-. De esta manera, la columna neumática -1- puede desplazar la campana -6- entre una posición retirada superior y una posición de compactación inferior en la que la membrana -5- queda

superpuesta a la preforma -3- dispuesta sobre el molde -2- y anclada al banco de trabajo -14- mediante un sistema de anclaje -10- que inmoviliza la campana -6- al banco de trabajo -14- cuando la membrana -5- está en la posición de compactación.

5 La parte inferior de la campana -6- comprende un marco de fijación -7- en el que está montada una membrana -5- de compactación. Esta membrana -5- es estanca y de un material de elevada elongación, elásticamente deformable por acción de una fuerza neumática, de manera que es capaz de adaptarse a la geometría externa de una preforma -3- que contiene un tejido de fibras de carbón 3.1- y un aglutinante, dispuesta sobre el molde -2- y delimita interiormente una cámara neumática -6.1 - interior estanca de la cámara -6-.

10 En la parte frontal de la campana -6- se proporcionan una conexión de aire comprimido -11- y una conexión de vacío -12-, conectable a un sistema neumático no mostrado en las figuras, como por ejemplo una bomba de inyección de aire conectada a la conexión de aire a presión -11- y una bomba de vacío conectada a la conexión de vacío -12-, con sus respectivos conductos y reguladores de presión.

15 La conexión de aire a presión -11- permite la inyección de aire a la cámara neumática hasta generar, en la posición de compactación, una sobrepresión en la cámara neumática -6.1- que ejerce una fuerza neumática sobre la membrana -5-, que fuerza a su vez a ésta última a adaptarse a la geometría externa del molde -2- en el que está dispuesta la preforma -3- y ejercer una fuerza de compactación sobre la preforma -3- presionándola contra el molde -2-. A su vez, la conexión de vacío -12- permite generar en la cámara neumática -6.1- una presión negativa que fuerza a la membrana -5- a adoptar en la cámara neumática -6.1- una posición retraída, en la que la membrana -5- no contacta la preforma -3- cuando la campana -6- está superpuesta a la preforma -3-.

25 En la campana -6-, están integrados asimismo otros elementos, tales como una válvula de seguridad por sobrepresión dentro de la cámara -6.1-, una válvula de cierre con escape al aire, un detector de posición de cierre de los anclajes de la campana -6-.

30 El sistema de anclaje -10- comprende una pluralidad de elementos de anclaje neumáticos -10- que comprenden cada uno un anclaje hembra -10.1- montado en el banco de trabajo -14- y un anclaje macho -10.2-, insertable en el anclaje hembra -10.1-, montado en el dispositivo de compactación en la periferia del marco de fijación -7-,

35 El molde -2- está eléctricamente aislado del banco de trabajo -14- para lo cual, entre el molde -2- y el banco de trabajo -14-, está montada una placa eléctricamente aislante -9- que aísla el banco de trabajo -14- del posible contacto de elementos por los que circule corriente eléctrica, como pueden ser los electrodos -4-, los tejidos de fibra de carbono -3- o los cables eléctricos -8-. La placa aislante -9- debe ser resistente a las temperaturas generadas en el proceso de activación del aglutinante, como por ejemplo hasta temperaturas de 100 °C.

40 En las partes inferiores de sus lados longitudinales, el molde -2- comprende sendas cavidades axiales -2.1- en las que están montados, por ajuste sin necesidad de medios de acoplamiento externos, sendos electrodos -4- de cobre que se adaptan a la geometría externa del molde -2-. Los electrodos -4- están conectados mediante respectivos terminales eléctricos -8- y cables -8.1- a una fuente de alimentación eléctrica de corriente continua programable -16-, y están montados en el molde -2- en posiciones en las que, al menos cuando la membrana -5- ejerce dicha fuerza neumática sobre la preforma -3-, contactan zonas extremas opuestas de la preforma -3-, para generar un circuito eléctrico resistivo a través de las fibras de carbono -3.1- presentes en la preforma -3- y así calentar el aglutinante presente en la preforma -3- a su temperatura de activación. La presión ejercida por la membrana -5- sobre la preforma -3- hace que, a la vez, que la preforma -3- quede firmemente presionada contra los electrodos -4-, asegurando así un óptimo contacto eléctrico con la proforma. De esta manera, la membrana -5-, además de permitir la compactación de la geometría 3D de la preforma, asegura el contacto del tejido -3- con los electrodos -4-, mejorando la resistencia de contacto entre los mismos. A mayor presión de compactación mejor es la transmisión de la corriente entre capas de carbono y entre el carbono y los electrodos.

50 El molde -2- está hecho de un material eléctricamente aislante para que la corriente eléctrica sólo fluya de un electrodo a otro a través de las fibras de carbono -3.1- presentes en la preforma -3-. El material del molde -2- también es capaz de resistir las condiciones de temperatura que se requieren para la activación del aglutinante, como por ejemplo temperaturas entre 40 y 100 °C.

55 La placa aislante -9- y el banco de trabajo -14- pueden estar provistas de respectivos agujeros -9.1, 14.1- que permiten el paso de los cables eléctricos -8.1- desde los electrodos -4- del molde -2- hasta la parte inferior del banco -14- donde puede estar situada la fuente de alimentación eléctrica -16-.

60 Por otra parte, el molde -2- comprende una pluralidad de alojamientos -13- para alojar respectivos termopares, no mostrados en las figuras, que registran y controlan la temperatura durante la activación del aglutinante de la preforma.

65 El sistema neumático y el sistema de alimentación eléctrica están controlados por medios de control programables convencionales no mostrados en las figuras.

ES 2 690 719 T3

El método de compactación que puede emplearse usando el dispositivo anteriormente descrito, comprende las etapas que se describen a continuación.

- 5 Una vez que se han colocado los tejidos de fibra de carbono que componen la preforma -3- sobre el molde de preformado -2-, se acciona la columna neumática -1- para que haga descender la campana -6- hasta el banco de trabajo -14-. Durante el movimiento de descenso, se accionan los medios de vacío conectados a la conexión de vacío -12- para crear un vacío en la cámara neumática -6.1- que fuerza la membrana flexible -5- a retraerse hacia arriba y adaptarse a la parte superior de la cámara neumática -6.1-. De esta forma se evita que la membrana -5- contacte prematuramente las capas de fibra de carbono que componen la preforma -3- y las desplace de sus
- 10 posiciones. Acto seguido se accionan los elementos de sujeción de la campana -10- al banco, tras lo cual se presuriza suavemente la campana hasta alcanzar el nivel de presión requerido y después se aplica la corriente eléctrica para calentar el tejido, regulando la tensión aplicada para que la intensidad de corriente sea constante. Los medios de control registran la temperatura de los termopares dispuestos en el molde -2-. Una vez que se ha alcanzado el umbral máximo establecido, siempre controlando que ninguno de los termopares sobrepase un límite
- 15 máximo de seguridad, se mantiene la corriente durante un tiempo preestablecido, momento en el que se corta la circulación de corriente eléctrica. Finalmente se despresuriza la campana -6- y se levanta el conjunto. La despresurización se realiza a través de una vía de escape del aire. La preforma -3- se encuentra así lista para desmoldarse.
- 20 Como se puede apreciar, en el calentamiento resistivo el calor se aplica directamente sobre la preforma de carbono -3-, sin las pérdidas por convección o radiación que se producen en otros tipos de calentamientos menos directos, como por ejemplo infrarrojos, resistencias eléctricas, etc. Este hecho, combinado con el empleo de una membrana flexible -5- que asegura una mejor transferencia de calor entre las capas del tejido de la preforma -3-, logra obtener un calentamiento más homogéneo, controlado y repetitivo que en los sistemas convencionales. De esta forma se
- 25 consigue calentar o aglutinante y compactar la preforma en una única etapa, lo que se puede denominar "compactación de etapa única".

REIVINDICACIONES

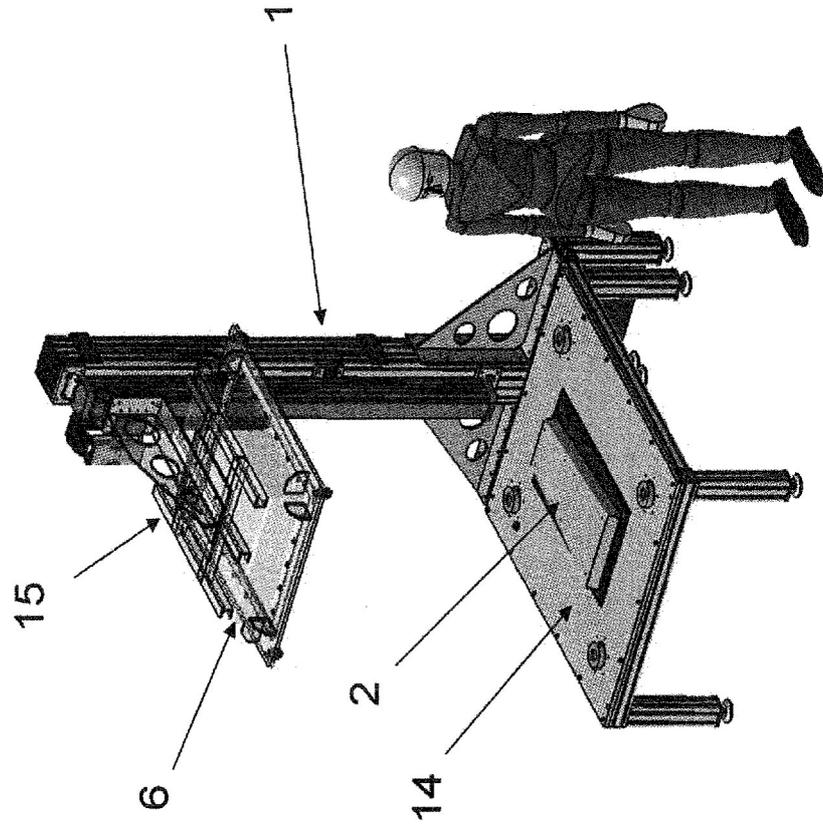
1. Dispositivo para la elaboración de preformas de componentes reforzados con fibras de carbono, que comprende un molde de preformado (2) que se puede inmovilizar en un banco de trabajo (14);
 5 una membrana de compactación estanca (5) con alta elongación que es elásticamente deformable debido a la acción de una fuerza neumática, de manera que es capaz de adaptarse a la geometría externa de una preforma (3) dispuesta sobre el molde (2);
 un dispositivo de compactación con un marco de fijación (7) en el que está montada la membrana (5) y se puede acoplar a un dispositivo elevador (1) a través de un sistema de acoplamiento (15) para desplazar el dispositivo de
 10 compactación (6) entre una posición retirada y una posición de compactación en la que la membrana (5) queda superpuesta a la preforma (3) dispuesta sobre el molde (2);
 medios de conexión neumática conectables a un sistema neumático y conectados al dispositivo de compactación, para generar en dicha posición de compactación una fuerza neumática sobre la membrana (5) que fuerza la membrana (5) a adaptarse a dicha geometría externa ejerciendo una fuerza de compactación sobre la preforma (3);
 15 un sistema de anclaje para anclar el dispositivo de compactación al banco de trabajo (14) cuando la membrana (3) está en la posición de compactación;
 un sistema de calentamiento para activar un aglutinante presente en la preforma (3) por medio de calentamiento;
caracterizado por que
 el sistema de calentamiento es un sistema de calentamiento resistivo que comprende al menos dos electrodos (4)
 20 conectables a una fuente de alimentación eléctrica y montados en el molde (2) en posiciones en las que, al menos cuando la membrana (5) ejerce dicha fuerza neumática sobre la preforma (3), entran en contacto con zonas extremas opuestas de la preforma (3) para generar un circuito eléctrico resistivo a través de las fibras de carbono (3.1) de la preforma (3) y así calentar dicho aglutinante a su temperatura de activación;
 al menos las partes del molde (2) que están en contacto con la preforma (3) y con los electrodos (4) están hechas de
 25 un material eléctricamente aislante;
 el molde (2) está eléctricamente aislado del banco de trabajo (14).
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los electrodos (4) están montados en
 30 respectivas cavidades axiales (2.1) en posiciones opuestas.
3. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que los electrodos (4) tienen superficies externas adaptadas a la geometría externa del molde (2).
4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado por que comprende una placa eléctricamente
 35 aislante (9) interpuesta entre el molde (2) y el banco de trabajo (14).
5. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el dispositivo de compactación es una campana (6) que comprende una cámara neumática (6.1) interior y estanca, delimitada en uno de sus lados por la membrana (5) montada en el
 40 marco de fijación (7);
 al menos una conexión de gas comprimido (11) para generar, en dicha posición de compactación, una presión positiva en la cámara neumática (6.1) forzando a la membrana (5) a ejercer dicha fuerza de compactación sobre la preforma (3), de manera que la preforma (3) queda presionada contra dichos electrodos (4).
- 45 6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la campana (6) comprende al menos una conexión de vacío (12) para generar en la cámara neumática (6.1) una presión negativa que fuerza a la membrana (5) a adoptar en la cámara neumática (6.1) una posición retraída, en la que no entra en contacto con la preforma (3) cuando la campana (6) está superpuesta a la preforma (3).
- 50 7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el marco de fijación (7) en el que está montada la membrana (5) puede acoplarse de manera herméticamente sellada sobre el banco de trabajo (14) para formar en dicha posición de compactación un espacio estanco entre la membrana (5), el marco de fijación (7) y el banco de trabajo (14);
 el sistema de conexión neumática comprende al menos una conexión de vacío (12) conectable a un sistema de
 55 succión y conectado a dicho espacio estanco para generar una presión negativa en dicho espacio estanco, forzando a la membrana (5) a ejercer la fuerza de compactación sobre la preforma (3).
8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que la conexión de vacío (12) está integrada en el marco de fijación (7).
- 60 9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que la conexión de vacío (12) está integrada en el banco de trabajo (14).
10. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el molde (2) comprende al menos un alojamiento (13) para alojar un termopar que registra y controla la temperatura durante la activación del aglutinante de la preforma.
- 65

11. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sistema de anclaje comprende una pluralidad de elementos de anclaje neumáticos (10) que comprenden cada uno un anclaje hembra (10.1) montado en el banco de trabajo (14) y un anclaje macho (10.2), insertable en el anclaje hembra (10.1), montado en el dispositivo de compactación en la periferia del marco de fijación (7).

5

12. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el circuito eléctrico resistivo generado por los electrodos (4) es un circuito de corriente continua.

Fig. 1



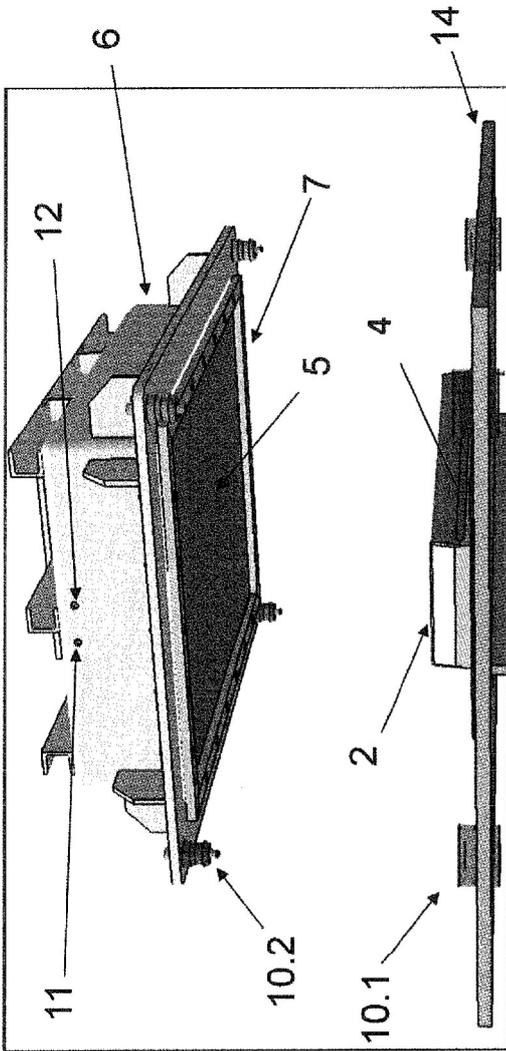


Fig. 2a

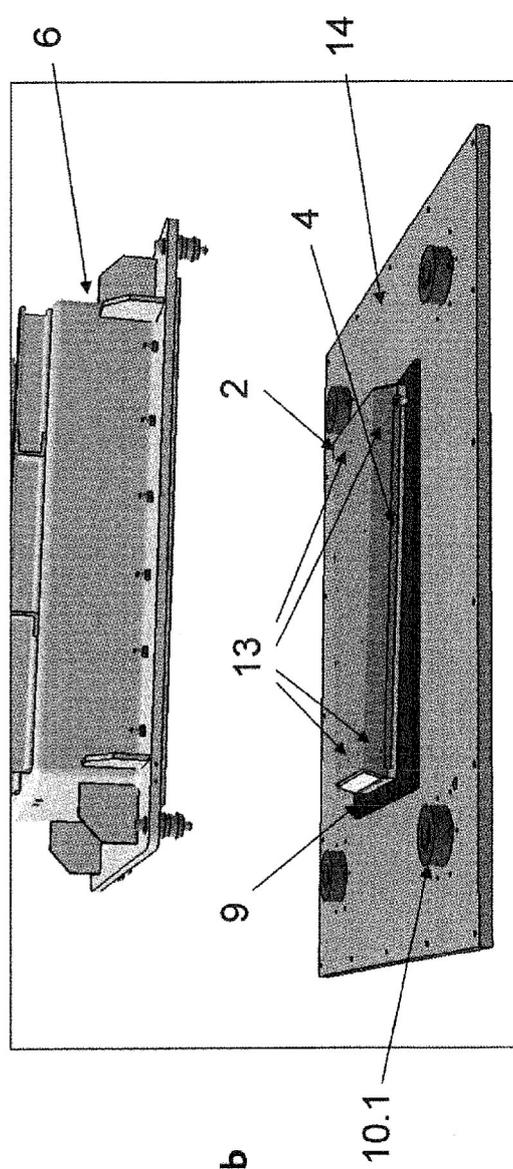
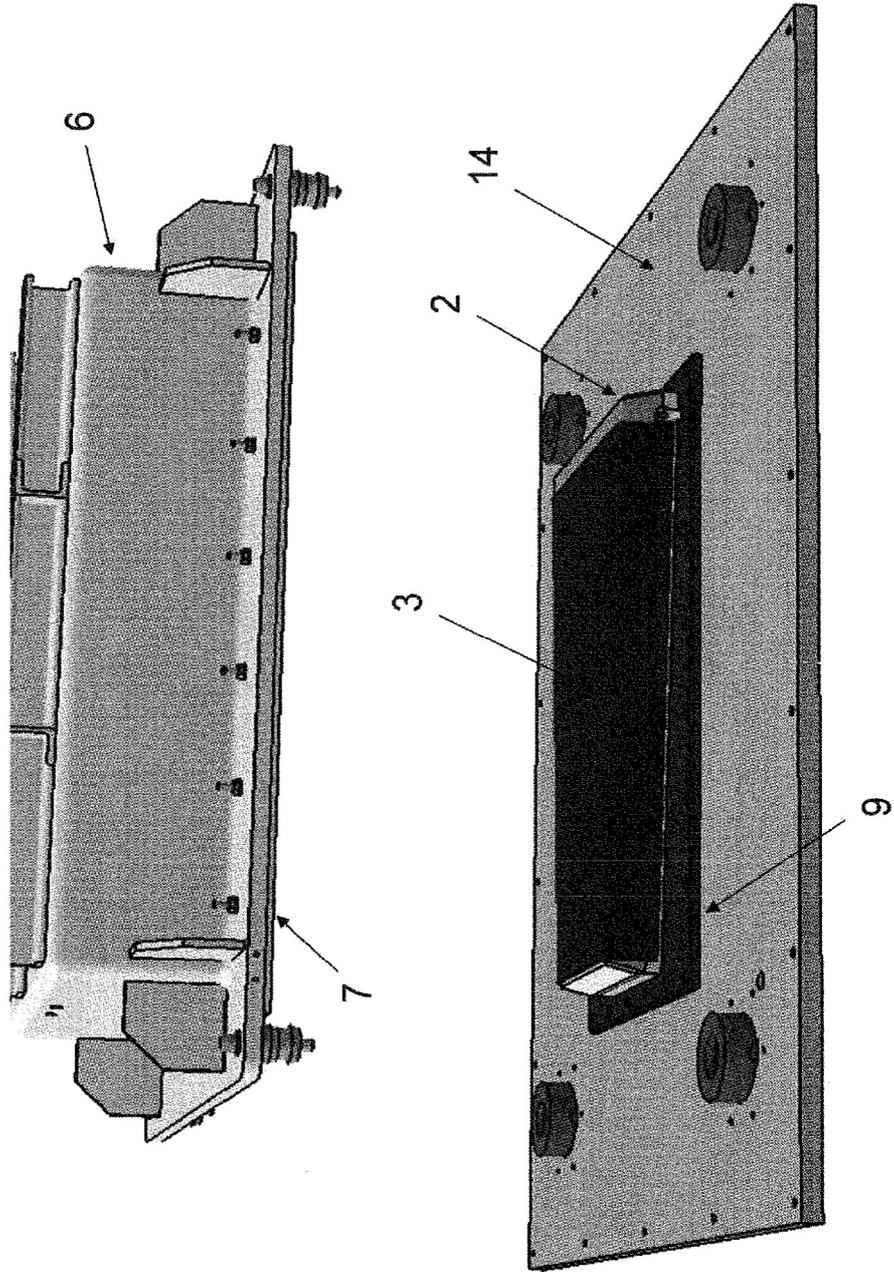


Fig. 2b

Fig. 3



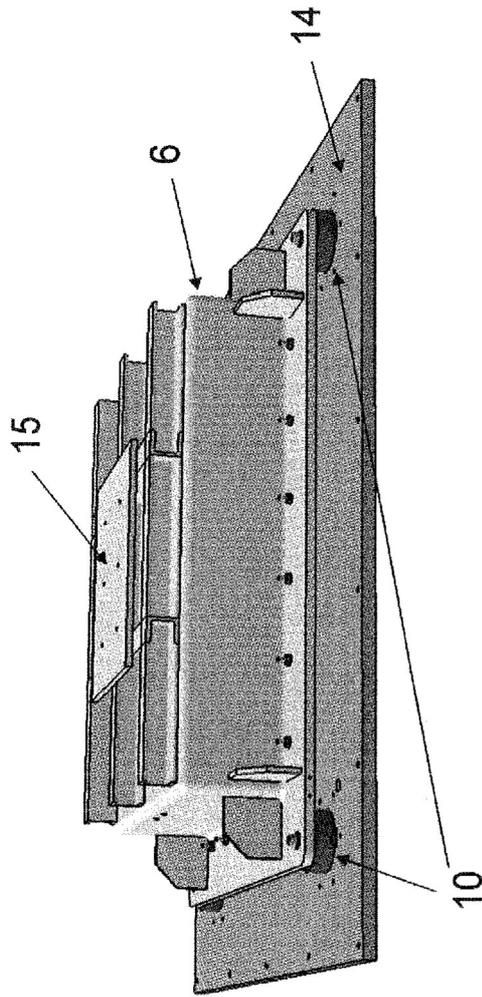


Fig. 4a

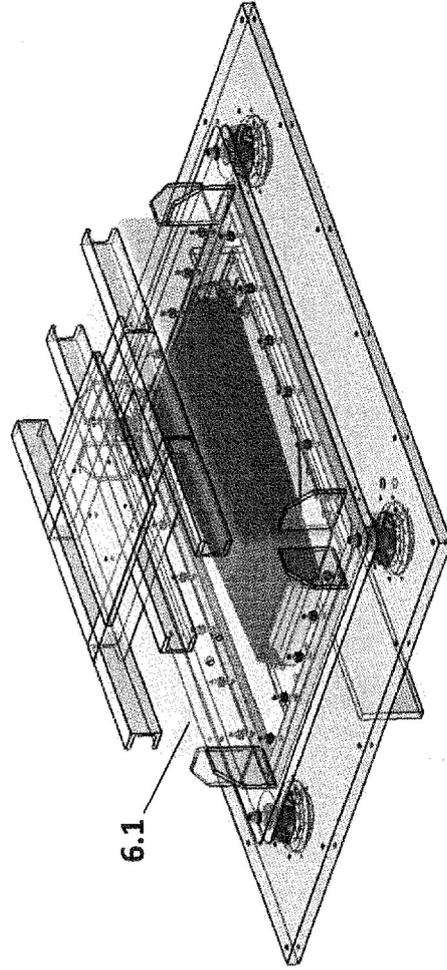
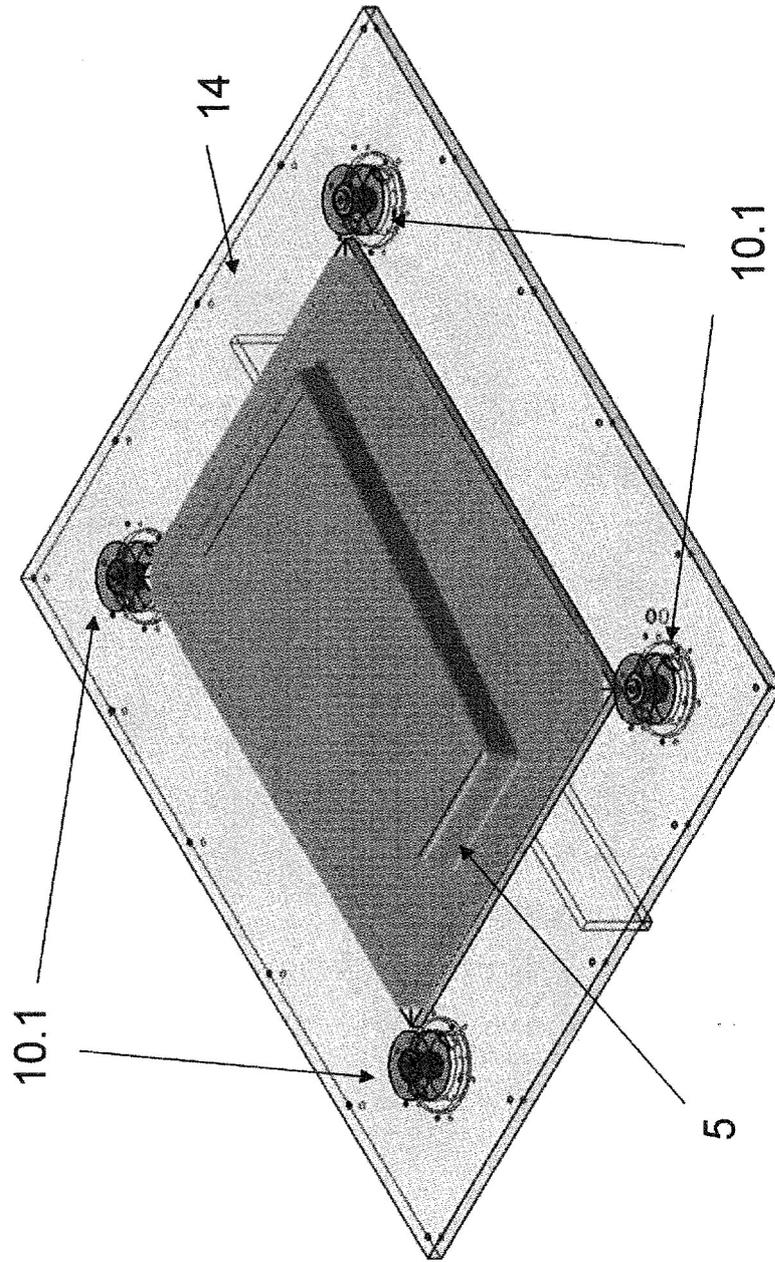


Fig. 4b

Fig. 5



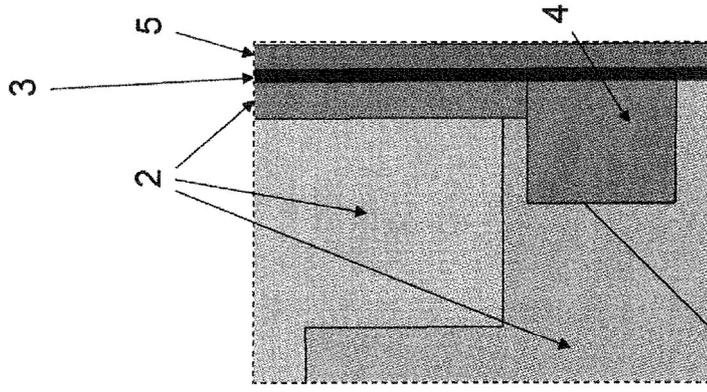
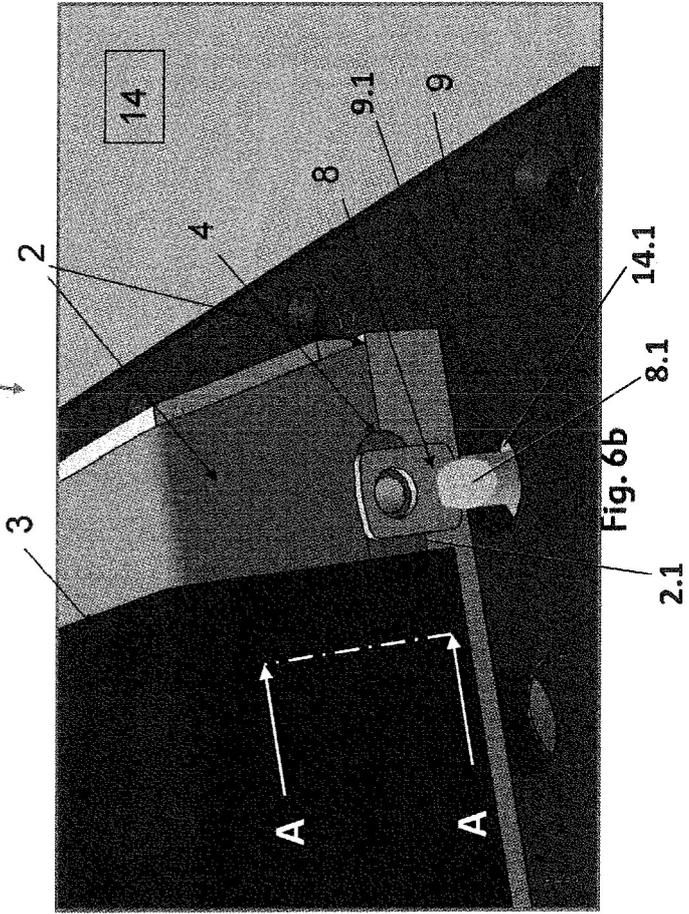
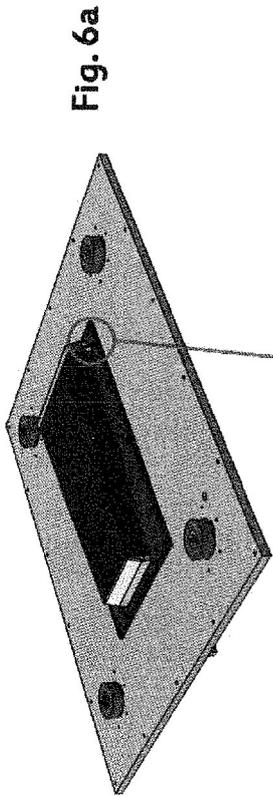


Fig. 6c
(A-A)

Fig. 7

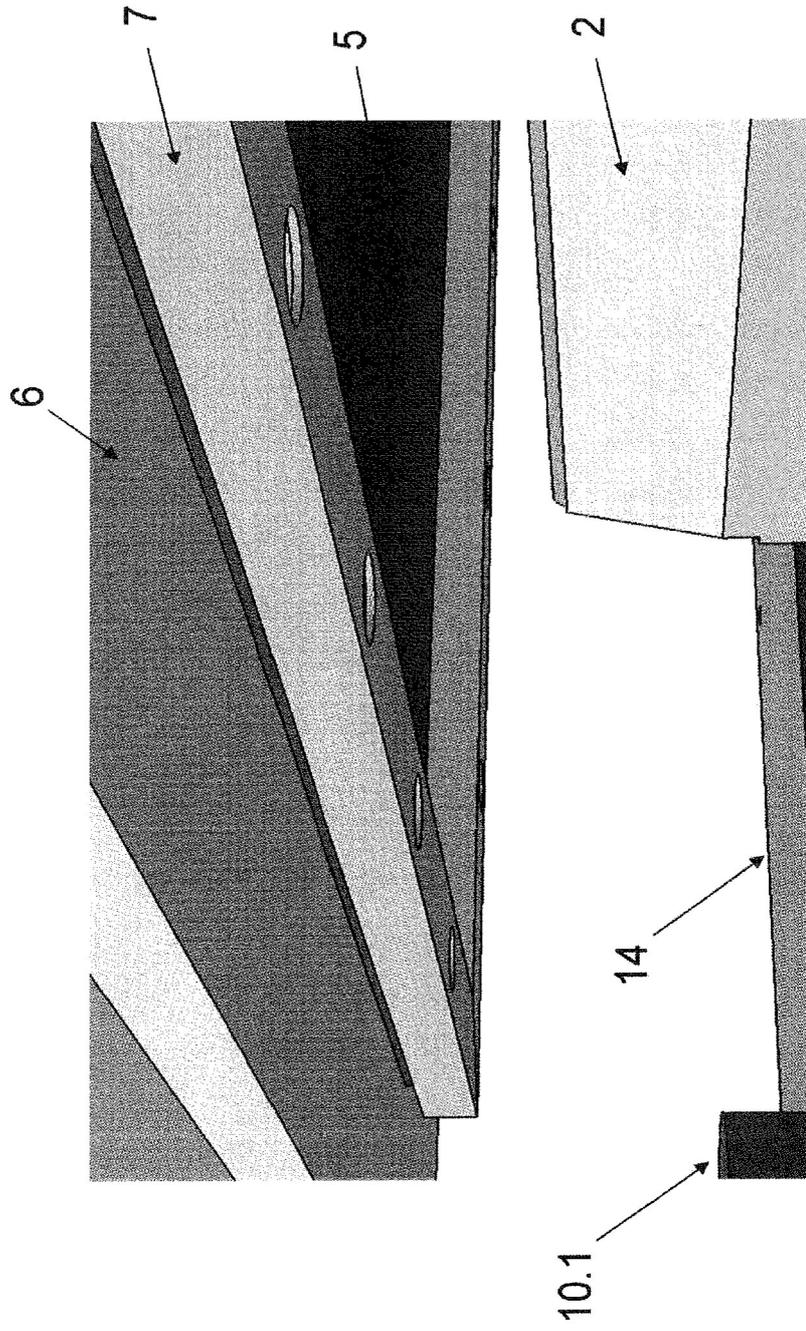


Fig. 8b

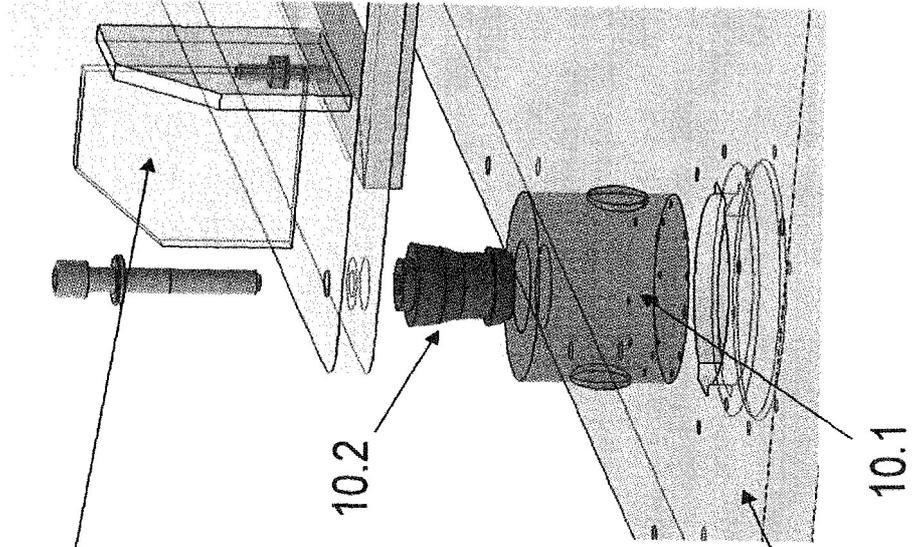
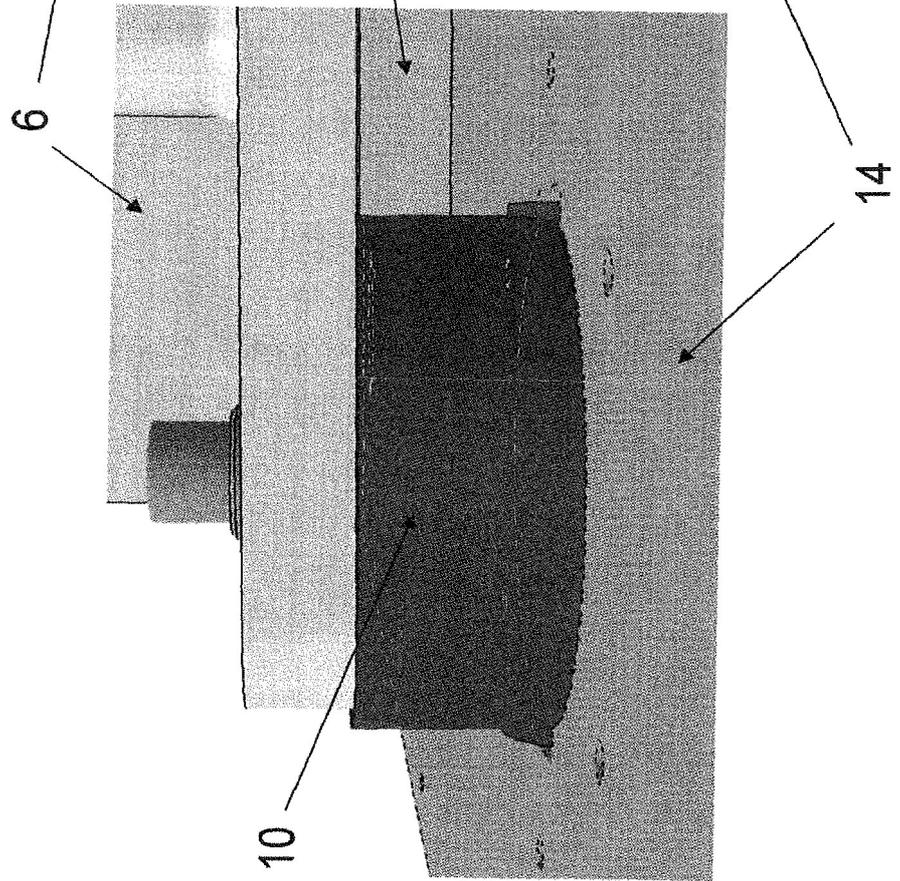


Fig. 8a



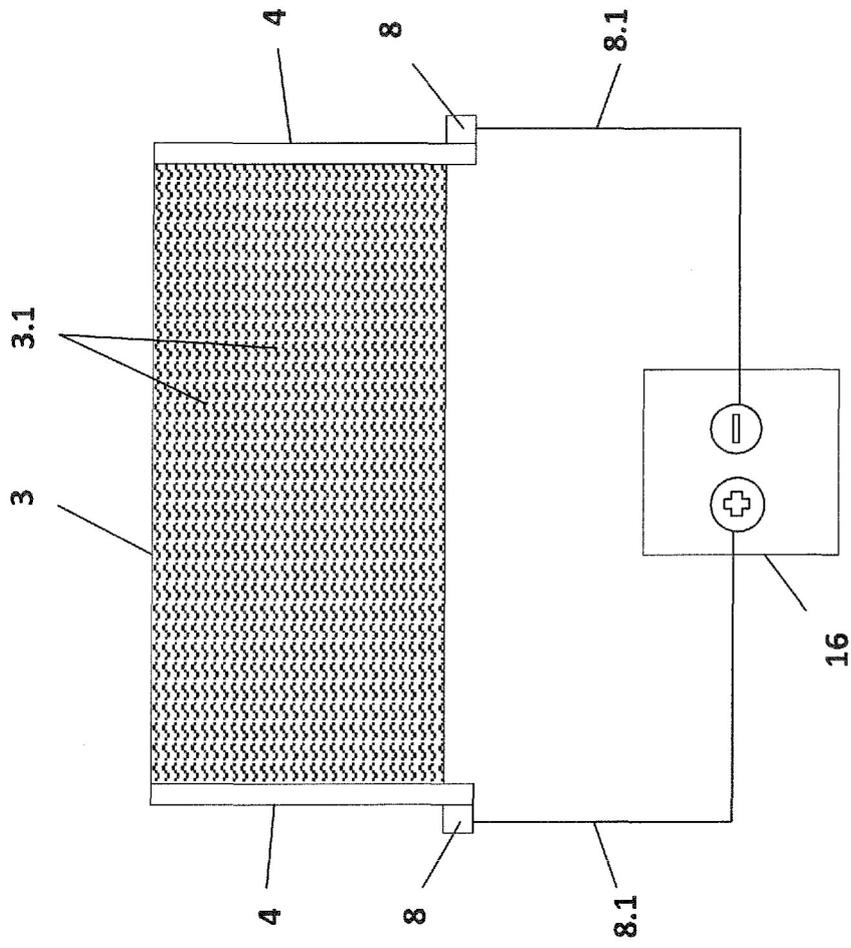


Fig. 9