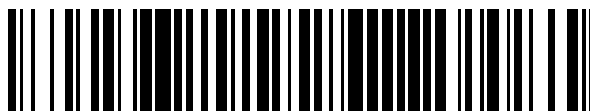


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 277**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/34** (2006.01)

**B29C 70/38** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

**B29C 31/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.12.2010 E 10382368 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2471649**

54 Título: **Dispositivo manipulador y compactador de membrana para la fabricación automatizada de preformas de materiales compuestos y procedimiento para obtener tales preformas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.10.2013**

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION (100.0%)  
Parque Tecnológico de San Sebastián, Mikeletigi  
Pasalekua, 2  
20009 San Sebastián (Guipúzcoa), ES**

72 Inventor/es:

**SEGURA MORENO, MIGUEL;  
MEZZACASA LASARTE, RICARDO;  
ESTENSORO ASTIGARRAGA, FRANCISCO  
JOSE;  
GARCÍA MARTINEZ, JOSE RAMON;  
IRASTORZA ARREGUI, XABIER;  
COLLADO JIMENEZ, VALENTIN y  
BELOKI ZUBIRI, OIHANE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 427 277 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 manipulador y compactador de membrana para la fabricación automatizada de preformas de materiales compuestos y procedimiento para obtener tales preformas.

### Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención se encuadra en el campo técnico de los equipamientos para la fabricación automatizada de materiales compuestos reforzados con fibras, y particularmente se refiere a un mecanismo manipulador y compactador y a un procedimiento empleados para fabricar preformas tridimensionales de componentes, tanto basados en fibra seca como en materiales preimpregnados.

### Antecedentes de la invención

- 10 Los materiales basados en materiales compuestos se están empleando extensivamente en diversas áreas técnicas y comerciales, como son los sectores aeroespacial, de transporte, de energía eólica y en general en aquellas aplicaciones con importantes requerimientos que combinen bajo peso y alta resistencia mecánica. Para la fabricación de componentes fabricados a partir de materiales compuestos, pueden emplearse un amplio rango de fibras de refuerzo, como pueden ser: fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra cerámica, fibras naturales, etc. Las fibras a su vez se pueden encontrar en formatos muy diferentes, por ejemplo cortadas en forma de fibras para hilar enrolladas en bobinas, fibras tejidas, etc. Por otro lado, en un componente, las fibras pueden estar ordenadas al azar, o pueden estar ordenadas de forma unidireccional o multidireccional.

- Existen distintas formas de combinar la resina polimérica con la fibra seca, para formar la pieza de material compuesto final. Los procedimientos de fabricación más simples son los manuales, en los que la fibra, con la ayuda de una brocha, se impregna manualmente con resina catalizada directamente sobre el molde o estructura de soporte. Si no embargo, la principal desventaja de este tipo de procedimientos es que no se puede controlar adecuadamente la cantidad de resina que impregna la fibra, ni su distribución homogénea. Esto significa que la repetitividad entre las distintas piezas de la serie es muy pobre.

- Con objeto de evitar estos problemas usualmente se han empleado lo que se conoce como materiales preimpregnados, que combinan la fibra y el sistema de resina listo para endurecer. La desventaja principal de estos materiales, además de su coste elevado, es que deben mantenerse refrigerados para evitar el curado prematuro de la resina y que su vida útil es bastante limitada. Estos materiales pueden depositarse sobre el molde de forma manual o mediante maquinaria automatizada. Una vez realizado el laminado sobre el molde, se lleva a cabo el curado, normalmente mediante aplicación de calor y presión en un equipo denominado autoclave.

- Los altos costes de las materias primas unidos a las elevadas inversiones en equipos (autoclaves, máquinas de deposición), conllevan unos costes de producción muy elevados. Por ello, se están desarrollando nuevos procedimientos de producción, basados en las tecnologías líquidas, que se caracterizan por una primera fase de preformado, en la que es necesario fabricar una preforma de fibra seca, que se coloca posteriormente en un molde, en el que posteriormente se infiltra la resina por la acción del vacío (procedimientos de infusión), de una presión positiva (procedimientos de Moldeo de Transferencia de Resinas o procedimientos RTM) o mediante la acción combinada de ambos. Estos procedimientos no requieren de condiciones de almacenamiento de las materias primas tan estrictas. Las fibras secas no necesitan condiciones especiales de almacenamiento y las resinas, al no estar precatalizadas, tienen vidas útiles más largas que las de los preimpregnados.

- El punto más crítico de los procedimientos de impregnación vía líquida es precisamente el preformado. En general, el material de partida para fabricar una preforma son láminas de tejido (elementos 2D), mientras que el molde presenta una configuración 3D correspondiente a la pieza de material compuesto a obtenerse. Si el molde es sencillo, lo más habitual es partir de los patrones 2D y depositarlos manualmente en el molde, que se cierra posteriormente para la impregnación. Sin embargo, en el caso de moldes más complejos, no es posible fijar las láminas secas, por lo que es necesario un procedimiento anterior de preformado. El procedimiento más ampliamente empleado para la fabricación de componentes de alto carácter estructural es el procedimiento de conformación en caliente. En el momento de la colocación, a cada tejido se le aplica (pulverizado o con una brocha) un material denominado como un aglutinante (en ocasiones el tejido de partida viene ya recubierto con la cantidad de aglutinante necesaria para el preformado). Una vez colocada en el molde, se aplica sobre la lámina presión y temperatura, de forma que se activa el aglutinante y el tejido adquiere la forma tridimensional del molde. Este procedimiento se puede hacer lámina a lámina, si la geometría es muy complicada, o en una única etapa, tras colocar todas las láminas de tejido. La manera de aplicar la presión también puede variar. Lo más habitual es emplear una bolsa de vacío tras la laminación de todos los tejidos, pero si el preformado debe hacerse lámina a lámina, se emplean elementos similares a las placas, para ir adaptando el tejido a la geometría del molde.

- En la actualidad, estos procedimientos de preformado son eminentemente manuales, con los problemas que ello conlleva de elevado coste y falta de repetitividad. Si se quiere una fabricación automatizada, es necesario diseñar un dispositivo para recoger los tejidos cuando están planos, colocarlos sobre el molde y de alguna manera conseguir la activación del aglutinante mientras se aplica la presión necesaria para obtener la compactación de la preforma sobre el molde tridimensional.

Con objeto de realizar de forma lo más automatizada posible los procedimientos para manipular los tejidos de fibra y para el posicionado de las mismas, se han desarrollado distintos mecanismos 2D que permiten manipular tejidos de fibra en dos dimensiones, por ejemplo la "agarradera Coanda de SC HMALZ SCG" y el "cepillo de agarradera Coanda" de la Universidad de Noruega (solicitud de patente WO 2009054732 A1). La limitación de estos dispositivos estriba en que la deposición de los tejidos también es plana, por lo que no es posible adaptarlas a la geometría de moldes complejos.

Sin embargo, si la fase de compactación se automatiza también (generando una geometría permanente en la preforma, anterior al procedimiento de moldeo con la resina), es necesario ser capaz de actuar en tres dimensiones (3D). Al respecto, se conocen distintos dispositivos que permiten trabajar en 3D, entre ellos, diversos dispositivos basados en membranas flexibles.

La solicitud de patente US 2009/008825 A1 describe un dispositivo cuyo elemento manipulador/compactador tiene la forma de la cavidad del molde. Está hecho de un material elástico y al coger el tejido dispuesto sobre una superficie, se deforma, adaptándose al tejido. Al despegarse el terminal de la superficie plana, recupera su forma original, adoptando el tejido la forma de la cavidad del molde. El principio físico para conseguir la adhesión del tejido al manipulador queda abierto (vacío a través de múltiples conductos, fuerza electrostática, adhesivo, magnético, etc.). Es un dispositivo apto tanto para tejidos secos como para preimpregnados. Este mecanismo permite desplazar y manipular los tejidos, colocándolos en el molde, La compactación se lleva a cabo mediante la presión ejercida por la máquina (no descrita) sobre la que se monta este terminal, sobre el molde. La mayor limitación estriba en que es apto únicamente para moldes de dimensiones relativamente reducidas y con geometrías no complejas. Cada molde/pieza requiere adicionalmente herramientas específicas.

La solicitud de patente US 2010/0007065 A1 también describe un mecanismo que permite sujetar y manipular tejidos reforzados con fibras. En este caso, sí se contempla la compactación de los tejidos sobre el molde utilizando una membrana elástica, que se adapta a la forma del molde debido a la aplicación de vacío, por lo que se compacta la preforma. Sin embargo, los tejidos no se manipulan por medio de la membrana mencionada, sino a través de una multitud de elementos de succión (efecto Bernoulli) ajustables en altura que sujetan el tejido y la llevan hasta el molde en donde se posiciona. Se controla y automatiza con dos sistemas distintos (sistema de manipulación y sistema de compactación con membrana elástica), con lo que aumenta la complejidad del mecanismo y de su control. Esta patente es muy genérica, centrándose en el conjunto del mecanismo para fabricar preformas más que en el sistema de posicionado y compactación.

También en el dispositivo descrito en la solicitud de patente WO 2008110615 A1 se utiliza una superficie flexible, en este caso estando la superficie flexible formada por múltiples canales de vacío-soplado en lugar de por una única membrana. Para activar el aglutinante se usan elementos térmicos sin especificar. El dispositivo descrito en este documento no está orientado a la fabricación de preformas completas, sino que opera como un tampón para la colocación de los parches en el FPP, tecnología que permite la fabricación de preformas, mediante la colocación sucesiva de pequeños parches en las posiciones y las orientaciones deseadas para optimizar el comportamiento del componente final.

Los sistemas descritos en las solicitudes de patente JP 2007118598 (A) y JP 2008230020 (A) también utilizan membranas flexibles para en este caso producir preformas de material compuesto mediante aplicación de presión con medios sencillos. El sistema descrito en el segundo de estos documentos presenta la particularidad de que introduce elementos adicionales cuyo objetivo es mantener el espesor de la pieza de material compuesto constante en las zonas de borde, sin que se produzcan huecos o haya falta de resina en las mencionadas zonas. Sin embargo, estos dispositivos no permiten ni la manipulación, ni el posicionado de los tejidos con el mismo mecanismo que realiza la compactación de la preforma, lo que debe ser realizado por otros medios.

En el dispositivo descrito en la patente EP1808282B1 se emplea un sistema de doble membrana (una más rígida que la otra), para moldear preimpregnados con presión. Se pretende conseguir presión positiva sin un autoclave, salvando así las limitaciones causadas por el autoclave. El preimpregnado puede calentarse de diversas formas, con objeto, si es necesario, de realizar el curado de la pieza. Este sistema permite también la utilización de vacío para ayudar en la compactación del preimpregnado. Sin embargo este dispositivo no tiene en cuenta ni la manipulación ni el posicionado de los tejidos, que han de realizarse por otros medios.

Un desarrollo que se está llevando a cabo y que pretende implementar tanto la manipulación como el posicionado de los tejidos de fibra, así como también la compactación de las mismas para obtener preformas de material compuesto es un dispositivo denominado efector final de preformación que está desarrollando la Universidad de Múnich dentro del proyecto de investigación "CFK-Text". Este dispositivo permite, por una parte, sujetar los tejidos de carbono por medio de una membrana elástica (resistente al calor y permeable al aire mediante orificios en la membrana) sobre la que van colocados diversos elementos de succión mediante vacío que realizan la fuerza de sujeción, así como calentar los tejidos mediante elementos calefactores. Por otra parte, también permite compactar los tejidos en el molde mediante una combinación de la presión ejercida por la membrana elástica y un movimiento de rodillo (mediante robot), permitido por la geometría del mecanismo (efector final). Este sistema está limitado por el hecho de que es válido solamente para determinadas geometrías. Además requiere un sistema de succión relativamente complejo.

El documento EP 2 266 78 5 A1 revela un dispositivo de acuerdo con un preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 15.

5 Como se puede observar, ninguno de los sistemas del estado de la técnica anterior permite recoger láminas de tejidos de fibras dispuestas en 2D, transferirlas a un molde para dotarlas de una geometría 3D y compactarlas para obtener una preforma 3D mediante un único dispositivo, que resulta un inconveniente tanto a nivel del coste de esos sistemas como a nivel de los tiempos de obtención de las preformas.

### Descripción de la invención

10 Así, la presente invención se refiere a un dispositivo manipulador y compactador de membrana para la fabricación automatizada de preformas, tanto de fibra seca como de materiales preimpregnados. Las preformas se emplean posteriormente en la fabricación de componentes estructurales.

El dispositivo manipulador incluye las siguientes ventajas frente al actual estado de la técnica:

- La fabricación de las preformas se realiza de modo automático, mejorando la calidad de las mismas y disminuyendo los costes de fabricación.
- 15 - Se trata de un sistema flexible y reconfigurable, que se adapta a diferentes tamaños y geometrías de molde.
- Es compatible con diversos sistemas y estrategias de calentamiento para activación del aglutinante.
- Es aplicable tanto para preformas de fibra seca como para preformas de materiales preimpregnados.

20 El dispositivo manipulador y compactador conforme a la presente invención comprende una estructura de soporte acoplable a un elemento de traslación móvil mediante una estructura de fijación; una membrana montada en la estructura de soporte; y al menos un conector de vacío montado en la estructura de soporte; y en el que la estructura de soporte es un marco con una abertura central; la membrana es una membrana elásticamente flexible que comprende una franja perimetral inmovilizada en la estructura de soporte que rodea una zona central que tapa la abertura central de la estructura de soporte comprendiendo la membrana una capa superior lisa impermeable al aire con una superficie inferior sustancialmente lisa y una capa inferior permeable al aire, por ejemplo, una capa inferior provista de una multitud de orificios;

25 medios de distanciamiento para distanciar la cara inferior de la capa superior de la cara superior de la capa inferior y para permitir una distribución de un vacío aplicado entre dichas capas a través del conector de vacío se localizan entre la capa superior y la capa inferior;

30 la capa superior y la capa inferior están herméticamente unidas entre sí en una zona de unión en la franja perimetral de la membrana, alejada de dicha abertura central;

35 el conector de vacío desemboca en dicha zona de la franja perimetral vecina a dicha abertura central entre dicha capa superior y dicha capa inferior de manera que, cuando la superficie inferior de la capa inferior está en contacto con una lámina de un tejido de fibras y se aplica un vacío al conector de vacío, se succiona aire a través de los medios de distanciamiento y de la capa inferior, de manera que la lámina de tejido de fibras queda retenida en la capa inferior por la acción del vacío;

la capa superior y la capa inferior de la membrana son elásticamente flexibles de manera que, son capaces de adaptarse a la geometría de moldes tridimensionales, al tener la capacidad de estirarse con la aplicación del vacío y/o de la presión.

40 De acuerdo con una realización de la invención, la estructura de soporte puede comprender una parte superior y una parte inferior que están acopladas entre sí mediante medios de fijación y que aprisionan entre sí la franja perimetral de la membrana elástica y el conector de vacío atraviesa una de dichas partes de la estructura de soporte para desembocar entre la capa superior e inferior de la membrana. Asimismo, la estructura de soporte puede ser herméticamente acoplable a una zona de moldeo de una mesa de trabajo de compactación cuando está superpuesta al molde, de manera que, cuando está superpuesta al molde se forma, en la abertura central de la estructura de soporte, un espacio hermético delimitado entre la membrana y dicha zona de moldeo. En este caso, la membrana está hecha de un material suficientemente estirable como para, cuando está superpuesta al molde rodeando el mismo y se aplica un vacío en dicho espacio hermético, desplazarse hacia el molde y presionar láminas de tejido de fibras previamente depositadas hacia el molde y compactar dichas láminas de tejido de fibras para formar una preforma de material compuesto. Alternativa o complementariamente, la estructura de soporte también puede estar dotada de una campana de sobrepresión herméticamente montada acoplada a la estructura de soporte de manera que cubra superiormente la abertura central de la estructura de soporte. En este caso, la membrana está hecha de un material suficientemente estirable como para que, cuando está superpuesta al molde rodeando el mismo y se presuriza el interior de la campana, desplazarse hacia el molde y presionar láminas de tejido de fibras previamente depositadas hacia el molde y compactar dichas láminas de tejido de fibras para formar una preforma.

La estructura de soporte puede estar adicionalmente dotada de sistemas de aplicación de aglutinante y/o sistemas de

calentamiento (resistencias calentadas, infrarrojos, aire caliente, etc.) que puedan requerirse para activar el aglutinante y unir los tejidos de fibra durante el procedimiento de compactación de la preforma. Cuando la estructura de soporte está dotada de un sistema de calentamiento, la membrana flexible ha de tener cierta resistencia térmica que permite calentar la preforma a través de ella. Distintos tipos de cauchos, como por ejemplo las siliconas reúnen todas las características de elasticidad, resistencia mecánica y resistencia térmica que se requieren.

En una realización del dispositivo conforme a la invención, la capa inferior comprende una superficie inferior sustancialmente lisa y una superficie superior, en frentada a la superficie inferior de la capa superior y los medios de distanciamiento comprenden una multitud de protuberancias distanciadoras que emergen preferentemente de la superficie superior de al menos la zona central de la capa inferior, si bien alternativa o complementariamente pueden emerger también de la superficie inferior de al menos la zona central de la capa superior. Estas protuberancias distanciadoras forman un paso de aire por el que pasa el aire succionado a través de la capa inferior hacia el conector de vacío, así permiten que cuando se aplica el vacío al conector de vacío, este se distribuya en toda la zona central debida a los intersticios que dejan entre sí las protuberancias. Preferentemente, la capa inferior y/o la capa superior de la membrana están reforzadas en sus franjas perimetrales para evitar roturas o daños debidos al esfuerzo al que se ven expuestas estas capas durante el uso del dispositivo.

Alternativa o complementariamente, los medios de distanciamiento pueden comprender, al menos en una zona de la franja perimetral vecina a la abertura central de la estructura de soporte, una capa de distribución de vacío intermedia que separa las capas superior e inferior que permite la distribución del aire succionado a través de la capa inferior hacia el conector de vacío, en cuyo caso el conector de vacío desemboca en la capa de distribución de vacío. La capa de distribución de vacío puede estar interpuesta además entre las respectivas zonas centrales de la capa superior y de la capa inferior y puede estar integrada en la capa inferior de la membrana elástica. La capa de distribución de vacío puede estar hecha de un material distribuidor de vacío seleccionado entre tejidos de aireación de poliéster en hilo, mallas elásticas de algodón y similares. Este material de distribución de vacío sirve para evitar la obturación del paso del aire entre las capas de la membrana en las zonas en las que no hay protuberancias y para garantizar la distribución uniforme del vacío entre la capa superior y la capa inferior.

La capa superior de la membrana flexible puede estar hecha de un material elástico seleccionado entre silicona, neopreno, gomas butílicas, gomas nitrílicas y similares y tiene un espesor que vendrá dado de las necesidades impuestas por el molde, que deben conjugar la necesidad de estiramiento para adaptarse a la superficie del mismo y la resistencia de la membrana.

La capa inferior puede estar hecha de un material similar al de la capa superior de la membrana. Las protuberancias necesarias para separar la cara inferior de la capa superior de la cara superior de la capa inferior pueden ser tetones. La permeabilidad al aire de la capa inferior de la membrana flexible se puede conseguir mediante orificios de paso de aire dispuestos entre las protuberancias distanciadoras como por ejemplo entre los tetones anteriormente mencionados. La capa inferior dotada de tetones se puede fabricar, por ejemplo, a partir de silicona líquida moldeada sobre un molde con formas que originen los tetones. Una vez moldeada la capa inferior se le realizan una serie de orificios en las zonas entre tetones con objeto convertirla en porosa al aire.

Como se desprende de lo anterior, el dispositivo manipulador y compactador conforme a la presente invención, debido a la permeabilidad al aire de la capa inferior de la membrana, que se consigue por ejemplo a través de los orificios practicados en la misma, puede realizar un vacío que permite agarrar las láminas de tejido de fibras dispuestas en 2D y transportarlas hasta el molde (por ejemplo, mediante un robot que manipula el dispositivo de la invención). Una vez que la lámina de tejido de fibras ha sido depositada en el molde, la membrana puede actuar como una membrana de compactación tradicional por presión negativa (vacío) o positiva (presurización) que compacta las láminas de tejido de fibras contra el molde. De esta manera, el dispositivo conforme a la presente invención permite así realizar las operaciones tanto de dispositivo de agarre (agarradera) como de dispositivo de compactación. El dispositivo se convierte así en una agarradera compactadora que permite manipular, posicionar y compactar múltiples tipos de tejido de fibras con objeto de obtener preformas de una forma más automatizada y sencilla, que además es muy versátil para trabajar con una amplia variedad de geometrías de distintos tamaños y formas (escalable), ya que puede adaptarse de forma sencilla a geometrías 3D diferentes y relativamente complejas, sin necesidad de realizar modificaciones o adaptaciones estructurales en el dispositivo.

El procedimiento conforme a la invención para manipular y compactar láminas de tejidos de fibra para obtener preformas destinadas a la fabricación de materiales compuestos comprende recoger sucesivas láminas de tejido de fibras dispuestas bidimensionalmente en una primera estación de trabajo, sucesivamente transferir las láminas de tejido de fibras a una segunda estación de trabajo y colocar las láminas de fibra de tejido sobre un molde tridimensional apilándolas unas sobre otras para obtener una preforma y compactar las láminas de tejido de fibras colocadas, bien una por una, bien por grupos en etapas sucesivas, o bien en una etapa única, dependiendo de la complejidad del molde; y en el que se emplea el dispositivo manipulador y compactador anteriormente descrito y comprende las etapas de

recoger una primera lámina de tejido de fibras de la primera estación de trabajo posicionando el dispositivo sobre la primera lámina de tejido de fibras y aplicando un vacío entre la capa superior y la capa inferior de la membrana elástica de manera que la primera lámina de tejido de fibras quede adherida por succión de aire a la parte central de la superficie inferior de la capa inferior de la membrana elástica;

transferir el dispositivo con la primera lámina de tejido de fibras a la segunda estación de trabajo y hacer descender el dispositivo hacia una zona de moldeo en la que se encuentra el molde;

5 colocar la primera lámina de tejido de fibras sobre el molde, cortar el vacío, fijar la lámina al molde si procede y hacer ascender el dispositivo dejando la primera lámina de tejido de fibras colocada sobre el molde y desplazar el dispositivo a la primera estación de trabajo para recoger una segunda lámina de tejido de fibras;

recoger, transferir y colocar la segunda y cada sucesiva lámina de tejido de fibras de forma análoga a la primera lámina de tejido de fibras sobre la lámina de tejido de fibras anteriormente colocada hasta haber colocado la última lámina de tejido de fibras de la preforma;

10 someter al menos una de las láminas de tejido de fibra de vidrio colocadas sobre el molde a una etapa de compactación que comprende:

hacer descender la estructura de soporte sobre al menos una de las láminas de tejido de fibras acumuladas sobre el molde hasta que la estructura de soporte contacte con la zona de moldeo y la parte inferior de la estructura de soporte (1) y la zona de moldeo (15.1) queden en contacto hermético a través de una junta de estanqueidad (2) de manera que la cavidad entre la membrana (6) y la zona moldeo (15.1) quede sellada;

15 aplicar a la membrana flexible una presión neumática seleccionada entre presión negativa, presión positiva y combinaciones de las mismas, de manera que se deforme hasta adoptar la forma del molde, para ejercer presión en las láminas de tejido de fibras colocadas en el molde y así compactar la preforma; y

cortar la presión neumática y retirar el dispositivo.

20 Como se puede observar, de acuerdo con el procedimiento conforme a la presente invención, primero se aplica vacío a través del conector de forma que el vacío aplicado en toda la zona entre las capas de la membrana, succiona el aire exterior (inferior) a través de la capa inferior y en caso, a través de la capa de distribución de vacío, por ejemplo a través de los orificios dispuestos en las zonas entre los tetones de la capa inferior, de manera que el dispositivo funciona como una agarradera que succiona la lámina de tejido de fibras que se encuentra debajo, pudiendo esta última ser manipulada y transportada hasta el emplazamiento del molde de preformado. Tras llevar cada lámina de tejido de fibras hasta el molde de preformado, se deposita sobre el molde reduciendo el nivel de vacío hasta que el tejido se suelta de la agarradera. Posteriormente, la preforma se compacta mediante la aplicación de vacío a través del molde o del conector, o en el caso de que la campana de presión se proporcione en la estructura de soporte, la preforma se compacta alternativamente o complementariamente mediante la presurización del interior de la campana. El vacío aplicado en la zona entre el molde y la membrana flexible hace que las láminas de tejido de fibras adopten la forma del molde de preformado. Este vacío también puede utilizarse para asegurar la colocación de los tejidos sobre el molde mientras dura el posicionado de las distintas capas que conforman la preforma. Mientras se realiza la compactación, a la vez puede activarse el aglutinante de las capas de tejido que forman la preforma mediante el sistema de calentamiento que se integra en el dispositivo.

35 De acuerdo con lo que se desprende de la descripción anterior, la presente invención permite automatizar de una forma sencilla el procedimiento de preformado tradicional, logrando así un recorte en el tiempo de procedimiento y un abaratamiento del mismo.

### Breve descripción de las figuras

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

40 la figura 1 es una vista de una estación de trabajo que incluye una realización del dispositivo manipulador conforme a la presente invención;

las figuras 2a y 2b son vistas parciales en sección del dispositivo manipulador que ilustran esquemáticamente la recogida de un tejido de material compuesto desde una mesa de manipulación;

45 la figura 3 es una vista parcial en perspectiva superior de una realización de la capa con tetones que forma parte de la membrana del dispositivo manipulador;

la figura 4a es una vista en perspectiva superior antero-lateral del dispositivo manipulador montado en la figura 1, dispuesto en el molde sin membrana, en la posición de compactación;

la figura 4b es análoga a la figura 1, pero con el dispositivo manipulador provisto de la membrana;

la figura 5 es una vista de la estructura de soporte con la membrana en posición de compactación;

50 la figura 6 es una vista en sección longitudinal del dispositivo manipulador dispuesto en posición de compactación sobre el molde en la mesa de trabajo de compactación.

En estas figuras se muestran referencias numéricas que identifican los siguientes elementos:

- 1 Estructura de soporte
  - 1.1 Estructura soporte-parte superior
  - 1.2 Estructura soporte-parte inferior
- 5 1.3 Abertura central en la parte superior de la estructura de soporte
- 1.4 Abertura central en la parte inferior de la estructura de soporte
- 2 Junta de estanqueidad de la estructura
- 3 Mo Ide
- 4 Membrana elástica multicapa
  - 10 4.1 Intersticio entre capas
  - 4.2 Franja perimetral de la membrana
- 5 Capa lisa de la membrana
- 6 Capa con protuberancias de la membrana
- 7 Protuberancia
- 15 8 Orificio entre tetones
- 9 Conector de vacío
- 10 Fijación entre partes de la estructura
- 11 Fijación de la estructura a la mesa de trabajo
- 12 Estructura de fijación a un elemento móvil de traslación
- 20 12.1 Placa de fijación
- 12.2 Patas
- 13 Tejido de fibras
- 14 Mesa de trabajo de manipulación de tejidos
- 15 Mesa de trabajo de compactación (molde)
- 25 15.1 Zona del moldeo
- 16 Campana de presión
  - 16.1 Conector de presurización
- 17 Conector de vacío en molde de compactación

**Realizaciones de la invención**

30 En la realización mostrada en la figura 1, el dispositivo manipulador conforme a la presente invención comprende una estructura de soporte -1- que enmarca una membrana elástica multicapa -4- y una estructura de fijación -12- acoplable a un elemento móvil de traslación en sí convencional (no mostrado en las figuras). El dispositivo manipulador se emplea para recoger una o más láminas de tejido de fibras -13- de una mesa de trabajo y transferirlas a una mesa de trabajo de compactación -15- en la que se encuentra un molde -3- y para compactar la o las láminas de tejido de fibras dispuestas sobre el molde -3-.

40 Como se puede ver en las figuras 2a y 2b, la membrana multicapa -4- comprende una capa lisa -5- superior y una capa con protuberancias -6- inferior. Las citadas protuberancias -7-, mostradas en la realización mostrada en las figuras como tetones, si bien también podrían ser ranurados en otras realizaciones, quedan enfrentadas a la cara inferior de la capa lisa -6-. Como muestra la figura 3, la capa con protuberancias -6- comprende en una multitud de protuberancias -7- que emergen de su cara superior, así como una multitud de orificios pasantes -8- distribuidos entre las protuberancias -7-.

La capa lisa -5- y la capa con protuberancias -6- están dispuestas en el marco de tal forma que, cuando se aplica un

vacío al intersticio -4.1- y por tanto a través de los orificios -8- de la capa con protuberancias -6-, se ejerce una fuerza de succión para recoger el tejido de fibras -13- de la mesa de trabajo de manipulación -14- y mantenerla adosada a la cara inferior de la capa de protuberancias -6- para poder transferirla, los extremos libres de las protuberancias -7- se adosan a la cara inferior de la capa lisa -5-.

5 Conforme a lo que muestran las figuras 4a y 4b, la estructura de fijación comprende una placa de fijación -12.1- unida a la estructura de soporte -1- mediante sendas patas -12.2- laterales. La estructura de soporte -1- tiene, vista en planta superior, una forma de marco y comprende una parte superior -1.1- y una parte inferior -1.2- que enmarcan la membrana elástica -4- y aprisionan las franjas perimetrales -4.2- de la misma, de manera que la membrana -4- queda firmemente retenida en la estructura de soporte -1-.

10 Como se puede apreciar en la figura 4a, que muestra el dispositivo manipulador sin la membrana elástica en su posición de compactación en la zona de moldeo -15,1- de la mesa de trabajo de compactación -15-, la estructura de soporte -1- queda dispuesta al rededor de la zona de moldeo -15.1- de la mesa de trabajo de compactación -15- en la que se encuentra el molde -3-. Como ilustra la figura 4b, en esta posición de compactación, la cara inferior de la membrana elástica -4- presiona las láminas de tejido de fibras -13- que se han depositado sobre el molde -3- en la parte superior del molde -3- de manera que, al haber descendido la estructura de soporte -1-, la membrana se estira y ejerce presión sobre las partes de las láminas de tejido de fibras -13- que se encuentran en la cara superior del molde -3-. Después, cuando se aplica vacío a través del conector de vacío en molde (17) la membrana 4 se desplaza hacia el molde -3- de manera que las láminas de tejido de fibras depositadas sobre el molde con anterioridad, quedan presionadas contra el contorno del molde -3- y quedan compactadas por la acción de la membrana -4-. Alternativa o complementariamente, en el dispositivo mostrado en las figuras 4b puede proporcionarse una campana de presión -16- herméticamente acoplada a la parte superior -1.1- de la estructura de soporte y que cubre superiormente la abertura -1.3, 1.4- y por tanto, la membrana -4- supe rpuesta al molde -3-. Cuando, mediante un sistema neumático (no mostrado en las figuras), se presuriza el interior de la campana a través de un conector de presurización -16.1-, se fuerza a la membrana -4- a desplazarse hacia el molde -3-, de manera que las láminas de tejido de fibras depositadas sobre el molde con anterioridad, quedan presionadas contra el contorno -3- y quedan compactadas por la acción de la membrana -4-. En cualquiera de los dos casos la membrana -4- adopta la configuración mostrada en la figura 4b.

Como se puede ver en las figuras 5 y 6, la parte superior -1.1- y la parte inferior -1.3- presentan sendas aberturas centrales -1.3, 1.4- y aprisionan entre sí las franjas perimetrales -4.2- de la membrana elástica -4- compuesta por la capa lisa -5- y la capa con protuberancias -6-. Las partes -1.1, 1.2- de la estructura de soporte -1- están acopladas entre sí mediante sendas fijaciones -10- provistas en los perfiles del marco, en forma de tornillos que atraviesan las partes -1.1, 1.2- y roscan en respectivas tuercas. En uno de los perfiles de la parte superior -1.1- de la estructura de soporte -1- se proporciona un conector de vacío -9-. De acuerdo con lo que se puede apreciar en la figura 6, en la posición de compactación, la estructura de soporte -1- queda inmovilizada en la mesa de trabajo de compactación -15- mediante sendas fijaciones -11- en forma de tornillos que atraviesan respectivas perforaciones en la mesa de trabajo -15-, en la parte inferior -1.1- y en la parte superior -1.2- en los perfiles de la estructura de soporte -1-. Esta configuración es opcional, no siendo necesaria en el caso de que el robot manipulador sea capaz de ejercer la fuerza necesaria para garantizar el hermetismo entre la cara inferior de la membrana y la zona de moldeo. En la cara inferior de la parte inferior -1.2- de la estructura de soporte -1- se proporciona una junta de estanqueidad -2- que, en la posición de compactación del dispositivo manipulador mostrada en la figura 6, queda presionada contra la cara superior de la mesa de trabajo de compactación -15-, de manera que se forma una cámara hermética en las aberturas centrales -1.3, 1.4- de las partes superior -1.1- e inferior -1.2-, delimitada superiormente por la capa lisa -5- de la membrana -4- e inferiormente por la cara superior de la mesa de trabajo de compactación -15-.



**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana para obtener preformas compuestas por láminas de tejidos de fibra útiles en la fabricación automatizada de materiales compuestos, que comprende una estructura de soporte (1) acoplable a un elemento móvil de traslación mediante una estructura de fijación (12); una membrana (4) montada en la estructura de soporte (1); y al menos un conector de vacío (9) montado en la estructura de soporte (1); en el que
- la estructura de soporte (1) es un marco con una abertura central (1.3, 1.4):
- la membrana (4) es una membrana elásticamente flexible que comprende una franja perimetral (4.2) inmovilizada en la estructura de soporte (1) que rodea una zona central que tapa la abertura central (1.3, 1.4) de la estructura de soporte (1) caracterizada porque la membrana (4) comprende una capa superior (5) lisa e impermeable al aire con una superficie inferior sustancialmente lisa y una capa inferior (6) permeable al aire;
- entre la capa superior (5) y la capa inferior (6) se encuentran medios de distanciamiento (7, 4.3) para distanciar la cara inferior de la capa superior (5) de la cara superior de la capa inferior (6) y permitir una distribución de un vacío aplicado entre dichas capas (5, 6) a través del conector de vacío (9);
- la capa superior (5) y la capa inferior (6) están herméticamente unidas entre sí en una zona de unión en la franja perimetral (4.2) de la membrana (4), alejada de dicha abertura central (1.3, 1.4);
- el conector de vacío (9) desemboca en dicha zona de la franja perimetral (4.2) vecina a dicha abertura central (1.3, 1.4) entre dicha capa superior (5) y dicha capa inferior (6) de manera que, cuando la superficie inferior de la capa inferior (5) está en contacto con una lámina de un tejido de fibras (13) y se aplica un vacío al conector de vacío (9), el aire es succionado a través de los medios de distanciamiento (7, 4.3) y de la capa inferior (6), de manera que la lámina de tejido de fibras (13) queda retenida en la capa inferior (6) por la acción del vacío;
- la capa superior (5) y la capa inferior (6) de la membrana (4) son elásticamente flexibles de manera que son capaces de adaptarse a la geometría de al menos un molde tridimensional (3) al tener la capacidad de estirarse con la aplicación del vacío y/o la presión.
- 25 **2.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la capa inferior (6) está provista de una multitud de orificio (8) de paso de aire.
- 3.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque**
- la capa inferior (6) comprende una superficie inferior sustancialmente lisa y una superficie superior, en frentada a la superficie inferior de la capa superior (5);
- 30 los medios de distanciamiento (7, 4.3) comprenden una multitud protuberancias distanciadoras (7) que emergen de la superficie superior de la zona central de la capa inferior (6) y/o de la superficie inferior de la zona central de la capa superior (5);
- las protuberancias distanciadoras (7) forman un paso de aire por el que pasa el aire succionado a través de la capa inferior (6) hacia el conector de vacío (9).
- 35 **4.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según la reivindicación 3, **caracterizado porque** las protuberancias (7) contactan, al menos cuando se aplica un vacío al conector de vacío (9), con la superficie inferior en la parte central de la capa superior (5) y se forman pasos de aire entre las protuberancias distanciadoras (7).
- 5.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la parte central de la capa superior (5) y la parte central de la capa inferior (6) están distanciadas entre sí por un intersticio (4.1) de manera que, cuando se aplica un vacío al conector de vacío (9), la parte central de la capa inferior (6) es atraída hacia la capa superior (5) de manera que las protuberancias (7) contactan con la superficie inferior de la capa superior (5).
- 40 **6.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado porque** las protuberancias distanciadoras (7) que emergen de la capa inferior (6) son tetones.
- 7.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado porque** la capa inferior comprende orificio (8) de paso de aire dispuestos entre las protuberancias distanciadoras (7).
- 45 **8.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado porque** los medios de distanciamiento (7) comprenden, al menos en una zona de la franja perimetral (4.2) vecina a la abertura central (1.3, 1.4) de la estructura de soporte (1), una capa de distribución de vacío intermedia que separa la capa superior (5) y la capa inferior (6) y que permite la distribución del aire succionado a través de la capa inferior hacia el conector de vacío (9) y **porque** el conector de vacío (9) desemboca en la capa de distribución de vacío.
- 50 **9.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la capa de distribución de vacío está interpuesta además entre las respectivas zonas centrales de la capa superior (5) y de la capa

inferior (6).

**10.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según la reivindicación 8 o 9, **caracterizado porque** la capa de distribución de vacío está integrada en la capa inferior (6).

5 **11.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado porque** la capa de distribución de vacío está hecha de un material distribuidor de vacío seleccionado entre tejidos de aireación de poliéster en hilo, mallas elásticas de algodón y similares.

**12.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque**

10 la estructura de soporte (1) comprende una parte superior (1.1) y una parte inferior (1.2) que están acopladas entre sí mediante medios de fijación (10) y que aprisionan entre sí la franja perimetral (4.2) de la membrana elástica (4);

el conector de soporte (9) atraviesa una de dichas partes (1.1, 1.2) de la estructura de vacío (1) para desembocar entre la capa superior (5) y la capa inferior (6) de la membrana (4).

15 **13.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la estructura de soporte (1) es herméticamente acoplable a una zona de moldeo (15.1) de una mesa de trabajo de compactación (15) cuando está superpuesta sobre el molde (3), de manera que cuando está superpuesta sobre el molde (3) se forma, en la abertura central (1.3, 1.4) de la estructura de soporte (1), un espacio hermético delimitado entre la membrana (4) y dicha zona de moldeo (15.1) y **porque** la membrana (4) está hecha de un material suficientemente estirable como para, cuando está superpuesta al molde (3) rodeando el mismo y se aplica un vacío en dicho espacio hermético, desplazarse hacia el molde (3) y presionar láminas de tejido de fibras (13) previamente depositadas hacia el molde (3) y compactar dichas láminas de tejido de fibras (13) para formar una preforma.

20 **14.** Dispositivo manipulador y compactador de membrana según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** comprende una campana de sobrepresión (16) herméticamente montada acoplada a la estructura de soporte de manera que cubre superiormente la abertura central (1.3, 1.4) de la estructura de soporte (1) y **porque** la membrana (4) está hecha de un material suficientemente estirable como para, cuando está superpuesta sobre el molde (3) rodeando el mismo y se presuriza el interior de la campana (16), desplazarse hacia el molde (3) y presionar láminas de tejido de fibras (13) previamente depositadas hacia el molde (3) y compactar dichas láminas de tejido de fibras (13) para formar una preforma.

25 **15.** Procedimiento para manipular y compactar láminas de tejidos de fibra para formar preformas destinadas a la fabricación de materiales compuestos que comprende recoger sucesivas láminas de tejido de fibras (13) dispuestas bidimensionalmente en una primera estación de trabajo (14); transferir sucesivamente las láminas de tejido de fibras (13) a una segunda estación de trabajo (15) y colocar las láminas de fibra de tejido (13) sobre un molde (3) tridimensional, apilándolas unas sobre otras para obtener una preforma y compactar las láminas de tejido de fibras (13), en su lugar, en al menos una etapa; **caracterizado porque** se emplea el dispositivo manipulador y compactador de membrana definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 y **porque** comprende:

30 recoger una primera lámina de tejido de fibras (13) de la primera estación de trabajo (14) posicionando el dispositivo sobre la primera lámina de tejido de fibras (13) y aplicando un vacío entre la capa superior (5) y la capa inferior (6) de la membrana elástica (4) de manera que la primera lámina de tejido de fibras (13) quede adherida, por succión de aire, a la parte central de la superficie inferior de la capa inferior (6) de la membrana elástica (4);

35 transferir el dispositivo con la primera lámina de tejido de fibras (13) a la segunda estación de trabajo (15) y hacer descender el dispositivo hacia una zona de moldeo (15.1) en la que se encuentra el molde (3);

colocar la primera lámina de tejido de fibras (13) sobre el molde (3), cortar el vacío, fijar la primera lámina de tejido de fibras (13) si procede, hacer ascender el dispositivo dejando la primera lámina de tejido de fibras (13) colocada sobre el molde (3) y desplazar el dispositivo a la primera estación de trabajo (14) para recoger una segunda lámina de tejido de fibras (13);

40 recoger, transferir y colocar la segunda y cada sucesiva lámina de tejido de fibras (13) de forma análoga a la primera lámina de tejido de fibras sobre la lámina de tejido de fibras anteriormente colocada hasta haber colocado la última lámina de tejido de fibras de la preforma;

someter al menos una de las láminas de tejido de fibra de vidrio (13) colocadas sobre el molde (3) a una etapa de compactación que comprende:

50 hacer descender la estructura de soporte (1) sobre al menos una de las láminas de tejido de fibras (13) acumuladas sobre el molde (13) hasta que la estructura de soporte (1) contacte con la zona de moldeo (15.1) y la parte inferior de la estructura de soporte (1) y la zona de moldeo (15.1) queden en contacto hermético a través de una junta de estanqueidad (2) de manera que la cavidad entre la membrana (6) y la zona de moldeo (15.1) quede sellada;

aplicar a la membrana flexible (4) una presión neumática seleccionada en tres presiones negativas, presión positiva y

combinaciones de las mismas, de manera que se deforme hasta adoptar la forma del molde (3) para ejercer presión en las láminas de tejido de fibras (13) colocadas en el molde y así compactar la preforma; y

cortar la presión neumática y retirar el dispositivo.

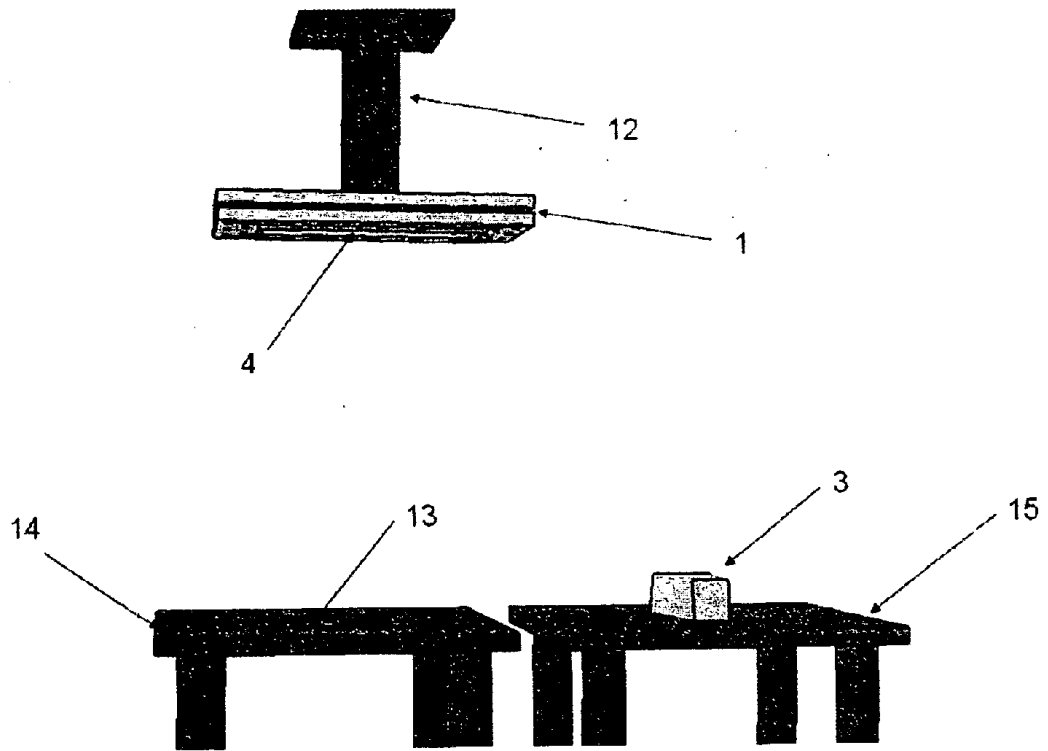
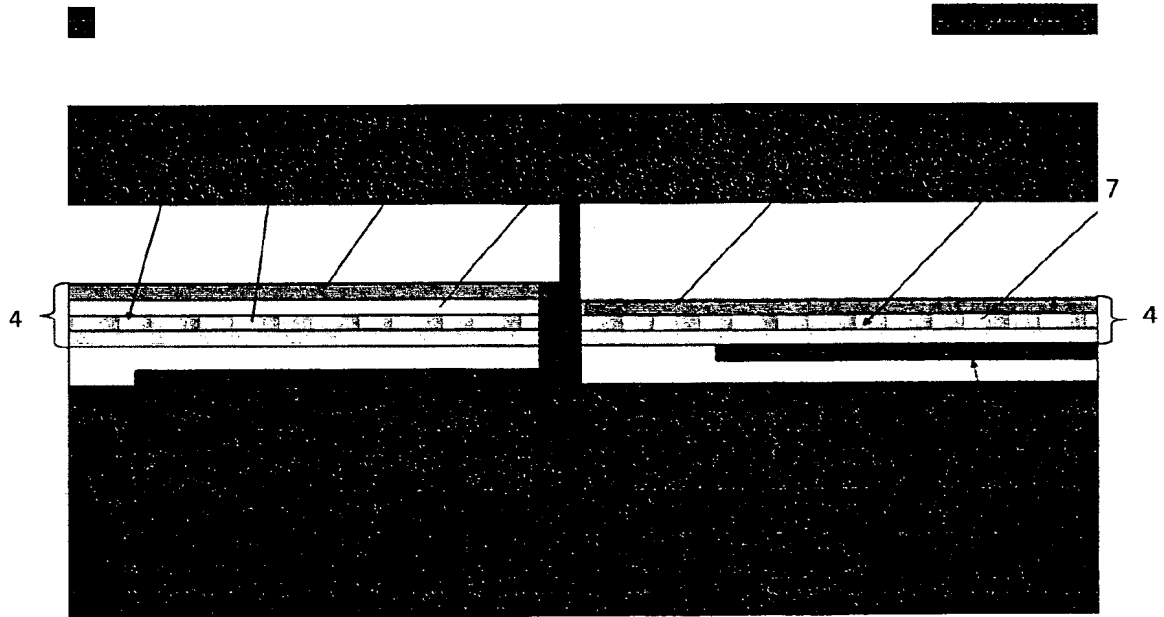


Fig. 1



*Fig. 2a*

*Fig. 2b*

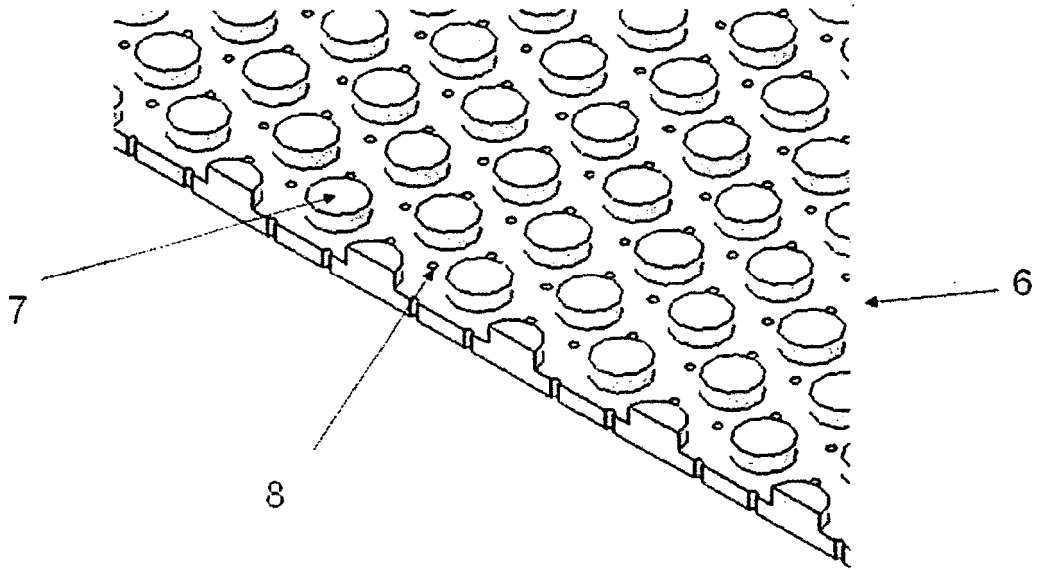


Fig. 3

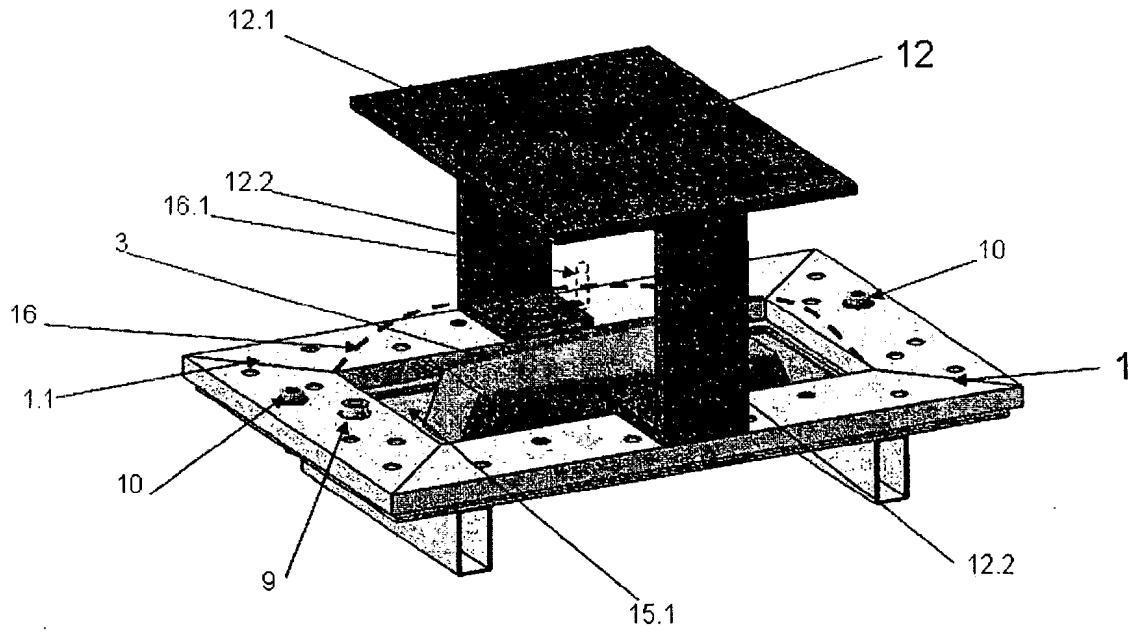


Fig. 4a

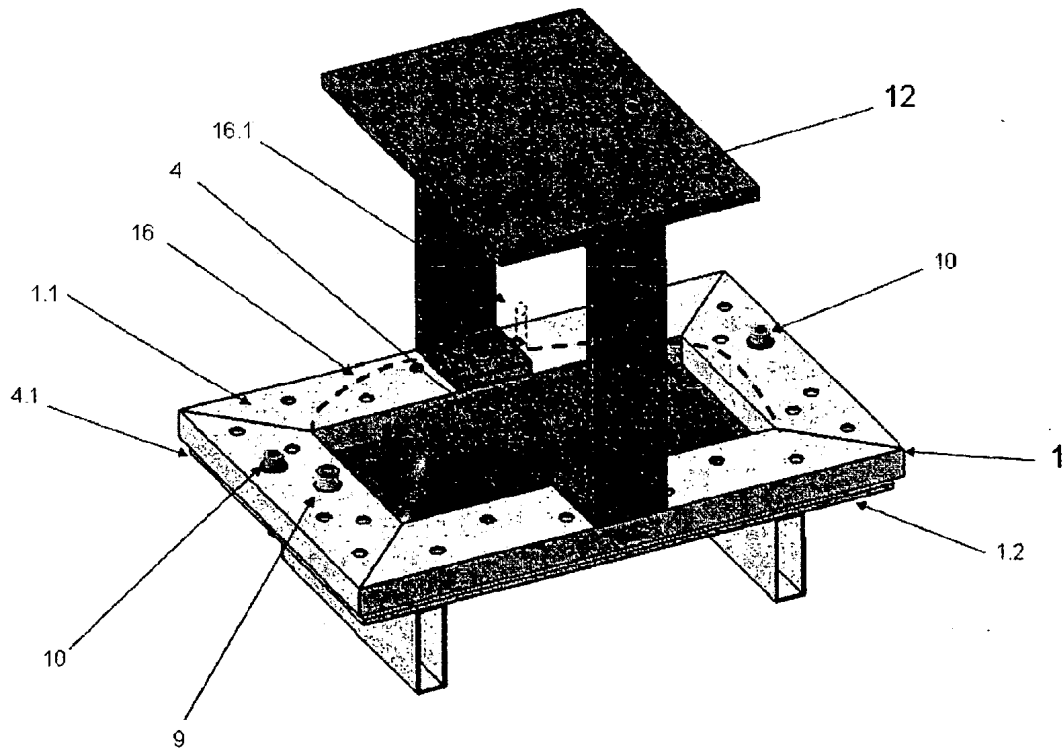


Fig 4b

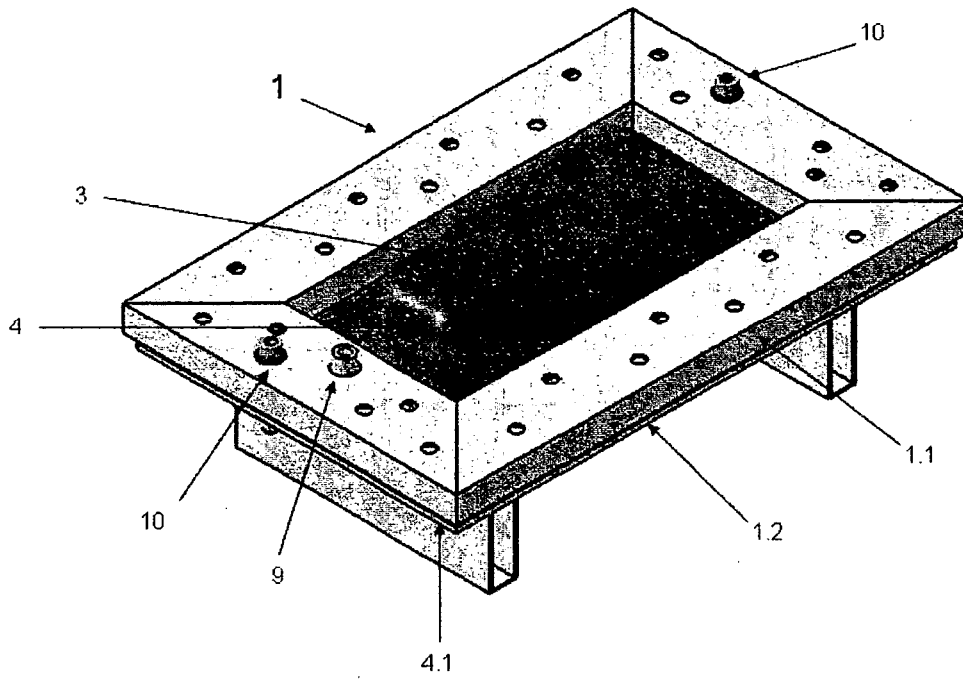


Fig. 5



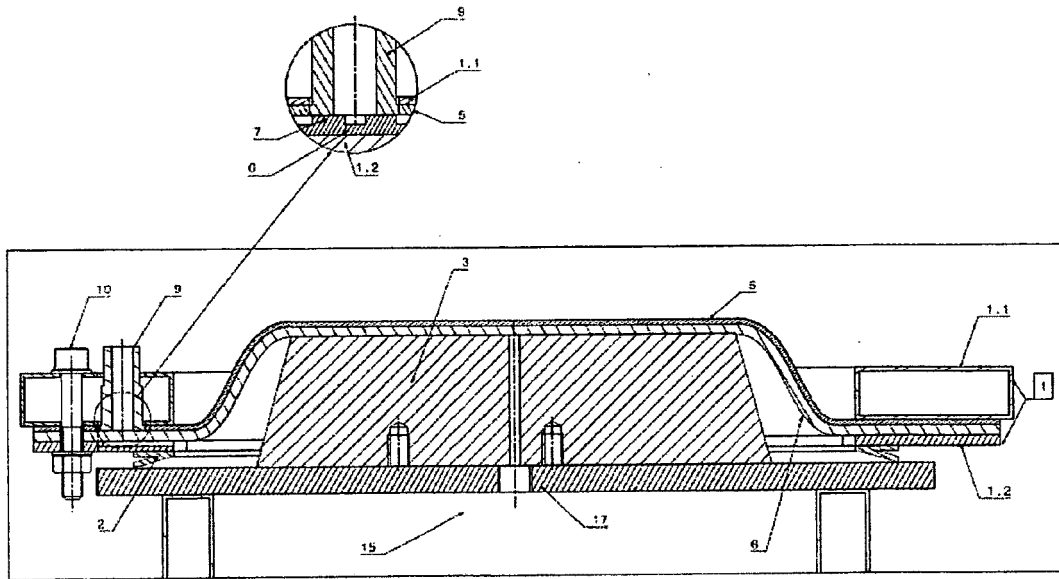


Fig. 6