

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 180**

21 Número de solicitud: 201430695

51 Int. Cl.:

B29C 70/70 (2006.01)

B29C 70/68 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

13.05.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.11.2015

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
(100.0%)**

**Jordi Girona, 31
08034 Barcelona ES**

72 Inventor/es:

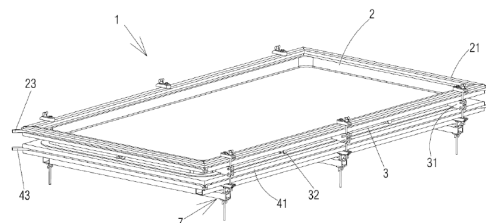
**JUAN MUÑOZ, Jaime;
TORNERO GARCÍA, José Antonio y
SALÁN BALLESTEROS, Nuria**

54 Título: **Sistema, procedimiento de infusión de resina por vacío y pieza obtenida**

57 Resumen:

Sistema y procedimiento de infusión de resina por vacío para la obtención de piezas elaboradas a partir de materiales compuestos, así como la pieza obtenida mediante dicho procedimiento, comprendiendo el sistema un par de diafragmas flexibles y vinculables entre sí tal que se define un espacio entre ambos diafragmas flexibles para la disposición de una preforma; comprendiendo adicionalmente unos medios de encapsulamiento dispuestos entre los diafragmas flexibles, en el que los medios de encapsulamiento comprenden una bolsa de vacío configurada para albergar una preforma, y unos medios de moldeo posicionados por debajo del diafragma flexible inferior o por encima del diafragma flexible superior y que comprenden un cuerpo de molde sobre una superficie de vacío, estando adaptada dicha superficie de vacío tal que se genera una cavidad sellada cuando se vincula a alguno de los diafragmas flexibles.

FIG. 1



SISTEMA, PROCEDIMIENTO DE INFUSIÓN DE RESINA POR VACÍO Y PIEZA OBTENIDA

5

DESCRIPCIÓN

OBJETO DE LA INVENCION

La presente solicitud tiene por objeto el registro de un sistema y un procedimiento de
10 infusión de resina, así como la pieza obtenida que incorporan notables innovaciones.

Más concretamente, la invención propone el desarrollo de un sistema y un
procedimiento de infusión de resina para la obtención de piezas elaboradas a partir de
materiales compuestos, pudiendo ser dichas piezas de unas dimensiones
15 relativamente grandes.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la fabricación de materiales compuestos avanzados, los procesos de Moldeo
20 Líquido ("Liquid Composite Moulding", LCM) se están convirtiendo en una alternativa
prometedora a los procesos de fabricación de piezas de polímero reforzado con fibra
("Fibre Reinforced Polymer", FRP) de altas prestaciones, basados en materiales pre-
impregnados curados en autoclave. Los procesos en los que no se requiere autoclave
("Out of Autoclave", OOA), como es el caso de los procesos de LCM, están ganando
25 importancia gracias a su elevado potencial en la reducción de los costes de fabricación
y del impacto medioambiental. Sin embargo, para poder alcanzar las prestaciones
ofrecidas por las piezas obtenidas mediante materiales pre-impregnados curados en
autoclave, todavía se necesitan nuevos avances tecnológicos en la fabricación de
preformas (conjunto de refuerzos de geometría similar a la pieza final, pero sin la
30 presencia de matriz) y la utilización de resinas endurecidas como matrices.

Los procesos de LCM engloban técnicas de fabricación de FRP en los cuales los
refuerzos de fibra son impregnados por una resina líquida de baja viscosidad (inferior a
1000cps), gracias a la generación de un gradiente de presión entre una cavidad
35 cerrada que contiene la preforma y el depósito de almacenamiento de la resina. Estas
técnicas pueden ser divididas en dos categorías según la forma de impulsar la resina:

procesos derivados de la técnica de “Resin Transfer Moulding” (RTM), en los cuales la resina es impulsada en la preforma por la acción de una presión superior a la atmosférica, o procesos de infusión por vacío (“Vacuum Infusion Process”, VIP), en los cuales la resina es succionada en la preforma por una presión cercana al vacío.

5

Mientras que la aceptación del RTM está más extendida en la fabricación de piezas de FRP de altas prestaciones, la capacidad del VIP para fabricar piezas de material compuesto de altas prestaciones todavía suscita dudas en cuanto a la variabilidad, prestación (porosidad y volumen de fibra) y precisión (homogeneidad del espesor) de las piezas obtenidas. Todavía es necesaria una mejor comprensión del proceso para alcanzar unos niveles de calidad y fiabilidad aceptables. Sin embargo, la flexibilidad y escalabilidad del VIP, aplicable desde pequeñas piezas a piezas de grandes dimensiones en las que se pueden integrar incluso varias estructuras, y la posibilidad de alcanzar una reducción en los costes de fabricación muy importante, han llamado la atención de la industria. Las piezas de FRP se suelen considerar de altas prestaciones cuando el contenido en fibra es superior al 60% en volumen y la porosidad es inferior al 1%.

10

15

Las técnicas de VIP se han utilizado en el pasado para la fabricación de piezas en las cuales no se ha aprovechado completamente el potencial de los FRP, debido a la inseguridad sobre las prestaciones ofrecidas por el proceso de fabricación. A finales de la década de 1980 y principio de la década de 1990, las tecnologías de infusión de resina experimentaron un importante crecimiento en el mercado. Crecimiento liderado por una serie de desarrollos en nuevos procesos, como el “Seeman's Composite Resin Transfer Moulding Process” (SCRIMP), y la aparición de nuevos materiales.

20

25

En las últimas dos décadas, el interés creciente en procesos de LCM ha propiciado la aparición de un gran número de nuevas variantes de las técnicas de RTM y VIP en el intento de acercar las tecnologías de infusión de resina a la fabricación de materiales compuestos de altas prestaciones. Las innovaciones introducidas se centran normalmente en la reducción del tiempo de procesado mediante la incorporación de sistemas de distribución de resina más rápidos (“Compression Resin Transfer Moulding”, CRTM; “Fast Remotely Actuated Channelling”, FASTRAC; “Flow Flooding Chamber”, FFC; SCRIMP; “Vacuum Assisted Compression Resin Transfer Moulding”, VACRTM; y “Vacuum Induced Preform Relaxation”, VIPR), o en la simplificación de la etapa de apilado de tejidos previa (“Resin Infusion between Double Flexible Tooling”, RIDFT; y “Flexible Resin Transfer Moulding”, FRTM), o en la preparación del

30

35

ensamblaje para la inyección ("Light Resin Transfer Moulding", LRTM), o en una mejora en el control del flujo de resina ("Control Atmospheric Pressure Resin Infusion", CAPRI; y "Vacuum Assisted Process", VAP), o en la impregnación de resina en condiciones especiales ("Co-Injection Resin Transfer Moulding", CIRTM; "Structural Reaction Injection Moulding", S-RIM; y "Resin Film Infusion", RFI).

En los sistemas conocidos enfocados a la utilización preformas de fibra seca compuestas de tejidos técnicos bidimensionales (tejidos de calada sarga o tafetán, unidireccionales, biaxiales...), normalmente se montan las preformas depositando capa a capa tejidos pre-cortados sobre un molde. Si es necesario, también se utilizan adhesivos termoestables o termoplásticos para sostener las capas juntas y evitar desplazamientos indeseados de los tejidos mientras se realiza el montaje de la preforma.

Para adaptar los tejidos a geometrías con doble curvatura, no desarrollables en plano, la estructura del tejido se deforma variando la orientación entre los hilos de refuerzo. A esta acción se la conoce como drapeado. El drapeado manual de tejidos ofrece una repetitividad baja y requiere de largos tiempos de trabajo. La repetitividad se pierde debido a alteraciones en la estructura del tejido seco durante el corte y la manipulación, y la dependencia de la habilidad del operario de la desalineación de los propios tejidos y de la orientación final de las fibras. A mayor complejidad geométrica, mayor es la dependencia de la calidad de la pieza de la habilidad del operario.

Una reducción considerable de tiempo se consigue fabricando previamente la preforma y luego trasladándola al molde; sin embargo, algún tipo de aglutinante (normalmente termoplástico) se necesita para evitar distorsiones en la preforma durante su manipulación. La utilización de este tipo de aglutinantes aumenta el precio del material de refuerzo y genera variaciones en la permeabilidad de las preformas, dificultando la predicción del flujo de resina; además implica la utilización de sistemas de calentamiento para poder deformar los tejidos, aunque la automatización del proceso de fabricación de la preforma se simplifica.

Se han llevado a cabo soluciones para intentar mejorar la fabricación de piezas mediante la infusión de resina como se detalla en el documento US 7862322 simplificando la etapa de apilado de tejidos, donde se ilustra un sistema para la infusión de resina en una preforma dispuesta en una cavidad entre un par de diafragmas flexibles. La baja permeabilidad de la preforma limita considerablemente el

tamaño de las piezas obtenidas; ya que el tiempo para introducir la resina en la preforma está limitado en el caso de resinas termoestables, y el tiempo de llenado de la preforma es muy grande cuando la permeabilidad es tan baja. Además un tiempo excesivo resta competitividad al sistema. En el sistema descrito se requiere emplear

5 una placa externa para generar cavidades internas entre las membranas, de forma que se pueda favorecer la distribución de resina sobre la preforma. De esta forma las limitaciones en el tamaño de las piezas no son tan restrictivas. Para cada tipo de pieza una placa externa diferente es necesaria. La presión de vacío alcanzable en el interior de los diafragmas está limitada, suponiendo un problema en el diseño de la estrategia

10 de llenado de la preforma con resina. El encapsulado de preformas con diafragmas elásticos sin contornos de sellado y de espesor del orden de milímetros puede presentar problemas de fugas de resina indeseadas. El tratamiento superficial de los diafragmas es muy importante, ya que cualquier contaminación presente en los diafragmas puede suponer un deterioro importante en la pieza resultante. El uso de

15 diafragmas reutilizables implica la necesidad de un cuidado continuo minucioso.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se ha desarrollado con el fin de proporcionar un sistema, un

20 procedimiento de infusión de resina por vacío y una pieza obtenida que resuelva los inconvenientes anteriormente mencionados, aportando, además, otras ventajas adicionales que serán evidentes a partir de la descripción que se acompaña a continuación.

25 En la presente solicitud, el término “flexible” engloba a materiales que presentan una capacidad de elongación por lo menos del 300 %, preferentemente superior al 400%. En cuanto al término “resina” debe entenderse como el polímero de naturaleza termoestable o termoplástica de baja viscosidad (inferior a 1000cps) que se utiliza como matriz del material compuesto.

30 Se entenderá por “preforma” a una capa o una pluralidad de capas de fibra seca compuestas de tejidos técnicos bidimensionales (tejidos de calada sarga o tafetán, unidireccionales, biaxiales...).

35 Es por tanto un objeto de la presente invención un sistema de infusión de resina por vacío que comprende un diafragma flexible superior y un diafragma flexible inferior vinculables entre sí tal que se define un espacio entre ambos diafragmas flexibles para

la disposición de por lo menos una preforma, comprendiendo adicionalmente unos medios de encapsulamiento dispuestos entre el diafragma flexible superior y el diafragma flexible inferior, en el que los medios de encapsulamiento comprenden una bolsa de vacío configurada para albergar por lo menos una preforma, presentando
 5 dicha bolsa de vacío por lo menos un puerto de entrada y un puerto de salida para el paso de fluidos, y unos medios de moldeo posicionados por debajo del diafragma flexible inferior o por encima del diafragma flexible superior y que comprenden un cuerpo de molde sobre al menos una superficie de vacío, estando adaptada dicha superficie de vacío tal que se genera una cavidad sellada cuando se vincula a alguno
 10 de los diafragmas flexibles.

Gracias a estas características se consigue una alternativa a la fabricación de piezas de FRP de altas prestaciones con una complejidad inferior y una manipulación humana inferior a los procedimientos conocidos como las técnicas tradicionales de
 15 VIP, de lo cual se derivan unos costes de fabricación inferiores. Con el presente sistema, partiendo de una apilado plano de tejidos secos, estructuras tipo cáscara ("shell structures") con curvatura simple o doble pueden ser obtenidas partiendo de preformas montadas en plano.

Otra ventaja adicional del presente sistema es que se evita el contacto directo de la pieza con el cuerpo de molde, permitiendo la utilización de moldes y útiles de bajo coste, sin necesidad de preparación previa ni limpieza entre la fabricación de diferentes componentes.

En una realización preferente, el diafragma flexible superior y el diafragma flexible inferior están sujetos a sendos marcos extremos a través de unos medios de sujeción. Los medios de sujeción comprenden una ranura dispuesta a lo largo de por lo menos parte de la longitud de los marcos extremos, y por lo menos un tubo alojado en la ranura, de manera que los diafragmas flexibles superior e inferior se sujetan
 25 entre la ranura y el tubo. Este tubo puede estar conectado a unos medios de inflado configurados para inflar el tubo y la ranura puede tener una sección transversal en forma de "T". Gracias a estas características se consigue una fijación óptima de los diafragmas flexibles superior e inferior entre sí, pudiendo regular la fuerza de sujeción de los diafragmas flexibles a los correspondientes marcos extremos a través del
 30 inflado de los tubos, los cuales ventajosamente puede adaptarse a la ranura con sección transversal en forma de "T" para incrementar la fuerza de sujeción de los diafragmas flexibles respecto a sus marcos extremos.
 35

De forma ventajosa puede estar dispuesto por lo menos un marco intermedio entre los marcos extremos de los diafragmas flexibles superior e inferior, habiéndose provisto unos elementos de apriete entre el marco intermedio y los marcos extremos. Así se
5 consigue una configuración del sistema más firme.

Los medios de encapsulamiento comprenden además un medio de distribución de la resina en el interior de la bolsa de vacío, estando el medio de distribución en conexión fluida con una preforma; preferentemente el medio de distribución presenta una lámina
10 porosa. Los medios de encapsulamiento comprenden adicionalmente por lo menos una película de desmoldeo aplicable al contorno exterior de una preforma, entendiendo por contorno exterior las caras exteriores de la preforma. Gracias a estas características se consigue un sistema aplicable para la fabricación de piezas de dimensiones relativamente grandes, debido a que se consigue una infusión óptima de
15 todas las fibras de la preforma con la resina proporcionada en los medios de encapsulamiento, sin la necesidad de utilizar piezas adicionales para generar cavidades interiores en el encapsulado. La infusión es óptima incluso para una preforma con una densidad de fibras elevada (contenido en fibra superior al 60% en volumen). Otra ventaja de utilizar medio de distribución es que permite emplear
20 resinas “dopadas” con nano-partículas. Este tipo de resinas “dopadas” incrementan notablemente las propiedades mecánicas de las piezas finales y las conductividades eléctrica y térmica. La aplicación de este tipo de resinas en procesos de LCM sin la utilización de medio de distribución se ve limitada por la filtración de las nano-partículas durante la impregnación. La variación en el modo de impregnación
25 generada por la presencia del medios de distribución evita que las nano-partículas se filtren en la preforma al no tener que recorrer grandes distancias a través de ella.

Además gracias a las películas de desmoldeo, se puede conseguir un desmoldeo más fácil de la pieza una vez conformada y un acabado superficial de baja rugosidad,
30 parecido a acabados superficiales obtenidos tipo molde, o texturizado, facilitando uniones secundarias mediante adhesivos o la aplicación de una capa de pintura, según interese.

El sistema de infusión de resina por vacío puede comprender adicionalmente unas conducciones conectables a los puertos de entrada y de salida, atravesando dichas
35 conducciones el marco intermedio.

Ventajosamente, la superficie de vacío comprende una parrilla o similar y una plancha perforada entre dicha parrilla y el cuerpo de moldeo. Así se consigue que los diafragmas elásticos, la preforma y los medios de encapsulado se adapten totalmente a la configuración externa del cuerpo de moldeo.

5

También es objeto de la presente solicitud un procedimiento de infusión de resina por vacío realizado con el sistema de infusión de resina descrito anteriormente, y aplicable sobre por lo menos una preforma, que comprende las etapas de:

- 10 a) posicionamiento de los medios de encapsulamiento entre los diafragmas flexibles;
b) generación de vacío entre los diafragmas flexibles;
c) evacuación de fluido gaseoso de los medios de encapsulamiento;
d) introducción de resina en la bolsa de vacío a través del puerto de entrada e infusión de la preforma con la resina;
- 15 e) posicionamiento de los medios de moldeo sobre cualquiera de los diafragmas flexibles;
f) generación de vacío entre los diafragmas flexibles y los medios de moldeo.

20 Gracias a estas características se obtiene un procedimiento en el que piezas de doble curvatura se pueden fabricar partiendo de preforma montadas en plano y en el que no se requiere el drapeado manual de los tejidos utilizados en la preforma. La preforma se deposita en los medios de encapsulamiento y el conjunto se introduce entre los dos diafragmas elásticos, que mediante la generación de vacío permiten su conformado sobre la geometría deseada.

25 Esta estrategia de fabricación reduce el tiempo de preparación necesario y mejora la repetitividad, con la consiguiente reducción en el coste de fabricación. El ensamblaje de la preforma en plano elimina el complejo trabajo de los operarios asociado típicamente con la fabricación de preformas tridimensionales, y reduce el tiempo de ciclo y dependencia de la calidad final de la pieza de la habilidad del operario. La
30 automatización de la fabricación de apilados de tejidos de fibra seca en plano es notablemente más sencilla, que una posible automatización de la fabricación de preformas tridimensionales compuestas por un apilado de tejidos de fibra seca. Además el apilado de tejidos evita el riesgo de un deslizamiento relativo entre las distintas capas de la preforma.

35

Otra ventaja del presente procedimiento reside en el hecho de que al reducir las distorsiones en los tejidos y la configuración plana de la preforma se favorece la

predicción de la etapa de introducción de resina, facilitando la utilización de la simulación por ordenador para el desarrollo de nuevas piezas y reduciendo los costes de experimentación.

- 5 Cuando el sistema presenta un tubo alojado en la ranura, entre las etapas a) y b) se infla dicho tubo, para conseguir la sujeción óptima de los diafragmas flexibles.

De forma ventajosa entre las etapas d) y e) se puede incluir un sangrado de la resina contenida en los medios de encapsulamiento. En esta etapa de sangrado se deja circular la resina para conseguir una mejora adicional de la homogeneización del espesor de la preforma. Con la reducción de las distorsiones en los tejidos de las preformas y el uso de una configuración plana de la preforma tal y como se menciona anteriormente, se favorece la predicción y por tanto la simulación en ordenadores del desarrollo de esta etapa de sangrado.

15

Es otro objeto adicional de la presente solicitud una pieza obtenida a partir del procedimiento descrito anteriormente.

Otras características y ventajas del sistema, el procedimiento de infusión de resina por vacío y la pieza obtenida objetos de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25

Figura 1.- Es una vista esquemática en perspectiva del sistema de infusión de resina por vacío según la invención con unos diafragmas flexibles superior e inferior acoplados entre sí mediante un marco intermedio según la invención;

Figura 2.- Es una vista esquemática en perspectiva del sistema de infusión de resina por vacío sin el diafragma flexible superior y con los medios de moldeo separados del resto;

Figura 3.- Es una vista esquemática en planta de un diafragma flexible superior del sistema de la figura 2;

Figura 4.- Es una vista en sección transversal del diafragma flexible de la figura 3 a lo largo de la línea A-A';

Figura 5.- Es una vista en sección transversal parcial del diafragma flexible de la figura 3 a lo largo de la línea B-B';

Figura 6.- Es una vista esquemática en perspectiva de los medios de moldeo de la figura 2 sin el cuerpo de molde;

Figura 7.- Es una vista esquemática en planta del sistema de infusión de resina por vacío de la figura 2 sin el cuerpo de molde;

5 Figura 8.- Es una vista en sección transversal del sistema de la figura 7 a lo largo de la línea C-C';

Figura 9.- Es una vista en sección transversal parcial del sistema de la figura 7 a lo largo de la línea D-D';

10 Figura 10.- Es una vista en sección transversal del sistema de la figura 7 a lo largo de la línea E-E'; y

Figura 11.- Es una vista esquemática en sección transversal de unos medios de encapsulamiento con una preforma.

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

15

A la vista de las mencionadas figuras y, de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, la cual comprende las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

20

En las figuras 1, 2 se aprecia un sistema de infusión 1 de resina por vacío que comprende un diafragma flexible superior 2 y un diafragma flexible inferior 4 vinculables entre sí tal que se define un espacio entre ambos diafragmas flexibles 2, 4 para la disposición de por lo menos una preforma 5. El sistema de infusión 1 comprende adicionalmente unos medios de encapsulamiento 6 dispuestos entre el diafragma flexible superior 2 y el diafragma flexible inferior 4, en el que los medios de encapsulamiento 6 comprenden una bolsa de vacío 61 configurada para albergar la preforma 5, presentando dicha bolsa de vacío 61 por lo menos un puerto de entrada 62 y un puerto de salida 63 para el paso de fluidos tales como resina o aire (no representados), y unos medios de moldeo 7 posicionados por debajo del diafragma flexible inferior 4 o por encima del diafragma flexible superior 2 y que comprenden un cuerpo de molde 71 sobre al menos una superficie de vacío 72, estando adaptada dicha superficie de vacío 72 tal que se genera una cavidad sellada cuando se vincula a alguno de los diafragmas flexibles 2, 4.

35

Se entenderá que los medios de moldeo 7 están por debajo del diafragma flexible inferior 4 o encima del diafragma flexible superior 2 en una condición de uso tal y como se ilustra en las figuras 1,2, 8-10.

- 5 A modo de ejemplo, un material adecuado para estos diafragmas flexibles 2, 4 sería la silicona. Además, utilizando láminas de silicona traslúcida con espesores relativamente reducidos se permitiría la inspección visual del montaje de infusión. Espesores entre 0,5-2 mm son adecuados y aportan la resistencia a desgarros indeseados suficiente para dotar de robustez al utillaje. No obstante se podrá emplear
- 10 cualquier otro material adecuado que presente una elongación sobre el 400% y resista temperaturas aproximadas de unos 180°C.

- En la figuras 1-5, 6-10 se ilustra que tanto el diafragma flexible superior 2 como el diafragma flexible inferior 4 están sujetos a sendos marcos extremos 21, 41 a través
- 15 de unos medios de sujeción. Los medios de sujeción comprenden una ranura 22, 42 dispuesta a lo largo de la longitud de los marcos extremos 21, 41, y unos tubos 23, 43 alojados en las ranuras 22, 42, de manera que los diafragmas flexibles superior 2 e inferior 4 se sujetan entre las ranuras 22, 42 y los tubos 23, 43. La ranuras 22, 42 podrán estar dispuestas solo parcialmente a lo largo de los marcos extremos 21, 41,
- 20 en lugar de toda su longitud. Estos tubos 23,43 están conectados a unos medios de inflado (no representados) configurados para inflar los tubos 23, 43; no se entrará en mayor detalle con estos medios de inflado pues podrán ser cualquiera de los disponibles al experto en la materia. Como se aprecia en las figuras 4,5 y 8-10, las ranuras 22, 42 tienen preferentemente una sección transversal en forma de "T", de
- 25 forma que se optimiza la sujeción de los diafragmas flexible 2, 4 respecto a los marcos extremos 21, 41.

- En las figuras 1, 2, 8 – 10 se observa que hay dispuesto un marco intermedio 3 entre los marcos extremos 21, 41 de los diafragmas flexibles superior 2 e inferior 4,
- 30 habiéndose provisto unos elementos de apriete 31 entre el marco intermedio 3 y los marcos extremos 21, 41. Estos elementos de apriete 31 permiten la aplicación de una presión vertical sobre el utillaje de los diafragmas flexibles 2, 4.

- Esta configuración descrita del sistema de infusión 1 permite un montaje/desmontaje
- 35 fácil y rápido de las diafragmas flexibles 2, 4, fundamental para sustituciones imprevistas durante la operativa continuada. No obstante en otras alternativas de la

invención, se puede prever un marco intermedio 3 solidario con alguno de los marcos extremos 21, 41.

Por comodidad en el montaje y la configuración de todo el conjunto es preferible que las ranuras 22, 42 se coloquen en el lateral más externo de los marcos extremos 21, 41 como se aprecia en las figuras adjuntas, aunque en principio la sujeción de los diafragmas flexibles superior 2 e inferior 4 se podría hacer con las ranuras 22, 42 en cualquier otro lateral del marco extremo 21, 41.

- 10 La presión de los tubos 23, 43 inflables debe ser la suficiente para garantizar el pinzado/sujeción. Presiones relativamente muy elevadas no son necesarias (por ejemplo 1-2atm).

- 15 El marco intermedio 3 puede estar formado por un contorno 33 cerrado interior a base de pletinas soldadas, reforzadas exteriormente con un perfil de refuerzo 34 para aumentar la resistencia a flexión del marco intermedio 3. Un perfil de refuerzo 34 en forma de 'U' además facilita el paso a través del marco intermedio de todo el conjunto de conexiones que puedan ser necesarias (por ejemplo tubos flexibles, tomas de vacío y sensores de temperatura).

20

- En este nuevo sistema, el espacio que se genera entre diafragmas flexibles 2, 4, se crea gracias a la deformación de los diafragmas flexibles 2, 4 sobre los cantos del contorno 33 cerrado (figura 2), consiguiéndose un sellado perimetral sobre el propio canto del contorno 33. La altura de este espacio es como mínimo la altura del perfil de refuerzo 34 en 'U' para permitir el paso de las posibles conexiones, más las distancias de deformación necesarias en los marcos extremos 21, 41 para garantizar el sellado inicial.

- 30 El sistema de infusión 1 además permite el tensado de los diafragmas flexibles 2, 4 cuando se ensamblan los marcos extremos 21, 41 con el marco intermedio 3. Esta circunstancia junto con el fácil montaje/desmontaje de los diafragmas flexibles 2, 4 permite compensar el efecto Mullins, que sufren materiales como la silicona bajo sucesivos ciclos de deformación.

- 35 Al extraer el aire en el espacio entre los diafragmas flexibles 2, 4, la propia deformación de los diafragmas flexibles 2, 4 favorece el sellado perimetral sobre los marcos extremos 21, 41, aumentando la fiabilidad de la estanqueidad.

Como se aprecia en la figura 11, los medios de encapsulamiento 6 comprenden además un medio de distribución 65 de la resina en el interior de la bolsa de vacío 61, estando el medio de distribución 65 en conexión fluida con la preforma 5; un ejemplo
5 preferido de medio de distribución 65 puede ser una lámina porosa que permita la distribución óptima de la resina por toda la preforma 5. Adicionalmente el medio de distribución 65 podría incluir canales de distribución, como tuberías en espiral (polietileno o nylon), canales en omega (vinilo o silicona) o cintas tejidas especiales de poliéster (no representados); permitiendo diferentes configuraciones en la distribución
10 de resina como lineal, radial o circunferencial. Si es necesario, mallas tejidas de punto de alta drapeabilidad se pueden usar como medio de distribución 65 en vez de las mallas extruidas.

Esta bolsa de vacío 61 puede cerrarse de forma estanca una vez se ha introducido la
15 correspondiente preforma 5, por ejemplo mediante la aplicación de masilla 66 aunque será obvio utilizar cualquier otro medio que permita un cierre estanco como por ejemplo mediante termo-sellado, dependiendo del material de la bolsa de vacío 61. Los medios de encapsulamiento 6 están completamente sellados, accesible solo a través de los puertos de entrada 62 y de salida 63.

20 Para facilitar la operación de desmoldeo e incluso para dotar a la pieza final obtenida (no representada) por el procedimiento, de un acabado superficial predeterminado, los medios de encapsulamiento 6 pueden comprender además una película de desmoldeo 64 aplicable al contorno exterior de la preforma 5, entendiendo por contorno exterior
25 las caras exteriores de la preforma. La película de desmoldeo 64 que esté en contacto con el medio de distribución 65 deberá ser porosa o estar perforada para permitir el paso de resina del medio de distribución 65 a la preforma 5.

El presente sistema de infusión 1 comprende adicionalmente unas conducciones 81,
30 82 conectables a los puertos de entrada 62 y de salida 63, atravesando dichas conducciones 81, 82 el marco intermedio 3 a través de sendas aberturas 32. Será obvio para el experto que se podrán disponer de tantas conducciones 81, 82 y aberturas 32 como sean necesarias dependiendo de las necesidades particulares de cada caso, ya que se estudiará el emplazamiento y la cantidad de conducciones 81,
35 82 para el paso de fluidos.

Se puede ver en las figuras 2 y 6 que la superficie de vacío 72 comprende una parrilla 74 o similar que permite el paso de gases tal como aire y una plancha perforada 73 entre dicha parrilla 74 y el cuerpo de moldeo 71. El contorno de la superficie de vacío 72 se protege con un perfil cerrado 75 que impide el daño de los diafragmas flexibles 2,4. Este conjunto se coloca sobre una base 76 continua y se rodea con una junta flexible 77 (preferiblemente de silicona por tener una resistencia a la temperatura superior a 200°C) sobre la cual se realiza el sellado de la cavidad de los medios de moldeo y alguno de los diafragmas flexibles 2, 4.

La resistencia a la temperatura de los materiales escogidos por el experto en la materia dependerá de la máxima temperatura que se alcance durante el proceso de fabricación. Las resinas habituales utilizadas en procesos de moldeo líquido para la obtención de piezas de altas prestaciones son resinas epoxi. Este tipo de resinas suelen permitir su procesado bajo temperaturas inferiores a los 80°C; sin embargo, para alcanzar propiedades mecánicas similares a las obtenidas con pre-impregnados curados en autoclave, son necesarias sistemas de resina epoxi cargadas con endurecedores termoplásticos (por ejemplo Hexflow ® RTM6 y Cycom ® 977-20 RTM) con temperaturas de curado alrededor de 180°C.

La configuración de los distintos elementos del presente sistema de infusión 1 está pensada para que se puedan paralelizar la máximo las diferentes etapas del procedimiento, minimizando el tiempo crítico de procesado en caso de que se aplicase la invención a una producción en serie.

En cuanto al procedimiento de infusión de resina por vacío comprende preferentemente las etapas de:

- a) posicionamiento de los medios de encapsulamiento 6 entre los diafragmas flexibles 2, 4;
- b) generación de vacío entre los diafragmas flexibles 2, 4;
- c) evacuación de fluido gaseoso de los medios de encapsulamiento 6;
- d) introducción de resina en la bolsa de vacío 61 a través del puerto de entrada 62 e infusión de la preforma 5 con la resina;
- e) posicionamiento de los medios de moldeo 7 sobre cualquiera de los diafragmas flexibles 2, 4;
- f) generación de vacío entre los diafragmas flexibles 2, 4 y los medios de moldeo 7.

De forma preferida entre las etapas a) y b) se infla los tubos 23, 43 para mejorar la sujeción de los diafragmas flexibles 2, 4 para hacer frente a las tensiones generadas durante la ejecución del procedimiento. Además entre las etapas d) y e) se puede realizar un sangrado de la resina contenida en los medios de encapsulamiento 6 para
5 optimizar la homogeneización de la resina infiltrada en las fibras de la preforma 5.

Con el presente sistema y procedimiento la preforma 5 se introduce en la bolsa de vacío 61 de manera estanca y el conjunto se introduce entre los dos diafragmas elásticos 2, 4, que mediante la generación de vacío permiten el conformado sobre la
10 geometría deseada, que viene fijada por el cuerpo de molde 71. En el presente sistema en vez de conformar solo la preforma 5 como los sistemas conocidos, se trabaja con un montaje independiente de infusión de los medios de encapsulamiento 6 con la preforma 5 utilizada y los diafragmas flexibles 2, 4 con los medios de moldeo 7. La generación de vacío responsable de la impregnación de la preforma 5 es
15 independiente del vacío generado entre los diafragmas flexibles 2, 4. El doble nivel de sellado en el que se realiza la impregnación de la preforma 5 dota de gran robustez y fiabilidad al procedimiento, ya que las fugas en los montajes de infusión tradicionales son críticas para la obtención de piezas de alta calidad con baja porosidad.

20 Cuando el experto desee llevar a cabo el presente procedimiento, el montaje de la preforma 5 con los medios de encapsulamiento 6 se posiciona entre los diafragmas flexibles 2, 4 y se extrae el aire de la cavidad que se ha formado entre los diafragmas flexibles 2, 4. El máximo nivel de vacío posible (presión mínima) se genera entre los diafragmas flexibles 2, 4. Paralelamente el experto en la materia habrá llevado a cabo
25 la preparación de la resina. A continuación se evacúa cualquier fluido gaseoso tal como aire presente en los medios de encapsulamiento 6 y por tanto se obtiene el vacío dentro de los medios de encapsulamiento 6; con esta etapa se consigue garantizar una pieza final con una relativa baja porosidad.

30 Después se procede a la introducción de la resina en la bolsa de vacío 61 y por tanto a la infusión de la preforma 5. De forma opcional se puede efectuar un sangrado si se desea obtener una homogeneización adicional de la resina en la preforma 5.

La temperatura a la que se realizan las etapas de llenado de resina de la preforma 5 y
35 del sangrado depende del tipo de resina utilizado. En las resinas termoestables endurecidas con aditivos termoplásticos mencionadas se recomienda realizar estas etapas a temperaturas cercanas a los 80°C, temperaturas de baja viscosidad. Un

problema habitual en los sistemas de infusión del estado de la técnica en alta temperatura es asegurar la temperatura de la preforma; ya que la viscosidad tiene una gran dependencia de ella. En la presente invención, la configuración en plano de la preforma 5 durante la introducción de resina y la accesibilidad tanto por un lado como por otro, permite realizar un control de la temperatura de la preforma 5 mucho más preciso. Por ejemplo, se pueden colocar sendas parrillas de lámparas de radiación infrarroja (no representadas) a ambos lados de la preforma 5, para establecer la temperatura de la preforma 5 con gran precisión.

- 10 A la hora de seleccionar los materiales para realizar los diafragmas flexibles 2, 4 se escogerán preferentemente aquellos que permitan conseguir la transparencia de los diafragmas flexibles 2, 4, ya que por la variabilidad inherente a las fibras empleadas en las preformas 5, será conveniente un control visual adicional para garantizar la impregnación completa de la preforma 5. La monitorización visual del flujo e incluso un
- 15 adecuado tratamiento digital de imagen con unos medios de control (no representados) pueden ser el complemento perfecto para el seguimiento de la evolución del flujo de resina.

- Continuando con el procedimiento mencionado anteriormente, se posicionan los
- 20 medios de moldeo 7 sobre cualquiera de los diafragmas flexibles 2, 4; de esta forma posteriormente se puede generar una nueva cavidad estanca con algunos de estos diafragmas flexibles 2, 4. El posicionamiento de la preforma 5 dentro del sistema de infusión 1 se escogerá de manera que se permita la correcta alineación de la preforma 5 con el cuerpo de molde 71. Esta alineación permitirá una mayor precisión en la
- 25 distribución del refuerzo en la pieza final.

- Para aproximar los medios de moldeo 7 y el conjunto formado por los diafragmas flexibles 2, 4, se podrá desplazar o bien los medios de moldeo 7 o bien el conjunto citado hacia la otra parte; se podrán emplear sistemas de guías y sistemas de
- 30 accionamientos conocidos en el estado de la técnica por lo que no se entrará en más detalles. Dependiendo de la geometrías del cuerpo de molde 71, en este paso la deformación de la preforma 5 puede ser baja. El objetivo de esta etapa es cerrar la cavidad generada con el cuerpo de molde 71. Una vez se consigue el contacto, se procede a generar una cavidad de vacío como se menciona anteriormente. Entonces,
- 35 el aire se extrae y ambos diafragmas flexibles 2, 4 y los medios de encapsulamiento 6 con la preforma 5 del montaje de infusión se adaptan a la geometría del cuerpo de molde 71. La presión alcanzada en esta cavidad con los medios de moldeo tendría

que ser superior a la que hay en el espacio entre los diafragmas flexibles 2, 4 para evitar su separación y la liberación del montaje de infusión.

La extracción del aire y generación de vacío puede estar preferentemente gobernada mediante la regulación de la presión en el interior de la cavidad entre los medios de moldeo 7 y los diafragmas flexibles 2, 4 o del flujo de aire extraído, para controlar la velocidad de deformación de la preforma 5 y así el deslizamiento entre capas de la preforma 5 y el drapeado de los tejidos que las conforman.

- 10 Si la etapa previa de infusión de resina se ha realizado a una cierta temperatura, el posterior conformado también se debería llevar a cabo a esa temperatura para garantizar un estado de baja viscosidad.

Para finalizar, si la pieza lo requiere se puede llevar a cabo una etapa final de curado, que puede ser realizado a temperatura ambiente o a una temperatura superior dependiendo de la necesidad de la resina utilizada. Los procesos de curado en la presente invención se pueden realizar calentando todo el conjunto (horno de convección, radiación, microondas...), o solo el cuerpo de molde 71 (inducción, flujo interior líquido...).

20

Después de la etapa de curado, la pieza obtenida se puede desmoldear primero liberando el vacío entre los diafragmas flexibles 2, 4, mientras el vacío entre por ejemplo el diafragma flexible inferior 4 y los medios de moldeo 7 continúa aplicado, para evitar cualquier daño en la pieza o el diafragma flexible inferior 4. Una vez separada la pieza del medio de moldeo 7 se separan el resto de elementos auxiliares y se procede a realizar las acciones de acabado correspondientes sobre la pieza.

25

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los materiales empleados en la fabricación del sistema y procedimiento aplicado de infusión de resina, así como la pieza obtenida de la invención podrán ser convenientemente sustituidos por otros que no se aparten del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación.

30

REIVINDICACIONES

1. Sistema de infusión (1) de resina por vacío que comprende un diafragma flexible superior (2) y un diafragma flexible inferior (4) vinculables entre sí tal que se define un espacio entre ambos diafragmas flexibles (2, 4) para la disposición de por lo menos una preforma (5), caracterizado por el hecho de que comprende adicionalmente unos medios de encapsulamiento (6) dispuestos entre el diafragma flexible superior (2) y el diafragma flexible inferior (4), en el que los medios de encapsulamiento (6) comprenden una bolsa de vacío (61) configurada para albergar por lo menos una preforma (5), presentando dicha bolsa de vacío (61) por lo menos un puerto de entrada (62) y un puerto de salida (63) para el paso de fluidos, y unos medios de moldeo (7) posicionados por debajo del diafragma flexible inferior (4) o por encima del diafragma flexible superior (2) y que comprenden un cuerpo de molde (71) sobre al menos una superficie de vacío (72), estando adaptada dicha superficie de vacío (72) tal que se genera una cavidad sellada cuando se vincula a alguno de los diafragmas flexibles (2, 4).

2. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según la reivindicación 1 en el que el diafragma flexible superior (2) y el diafragma flexible inferior (4) están sujetos a sendos marcos extremos (21, 41) a través de unos medios de sujeción.

3. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según la reivindicación 2, en el que los medios de sujeción comprenden una ranura (22, 42) dispuesta a lo largo de por lo menos parte de la longitud de los marcos extremos (21, 41), y por lo menos un tubo (23, 43) alojado en la ranura (22, 42), de manera que los diafragmas flexibles superior e inferior (2, 4) se sujetan entre la ranura (22, 42) y el tubo (23, 43).

4. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según la reivindicación 3 en el que el tubo (23, 43) está conectado a unos medios de inflado configurados para inflar el tubo (23, 43).

5. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según cualquiera de las reivindicaciones 3-4, en el que la ranura (22, 42) tiene una sección transversal en forma de "T".

6. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en el que por lo menos un marco intermedio (3) está dispuesto entre los marcos extremos (21, 41) de los diafragmas flexibles superior e inferior (2, 4), habiéndose

provisto unos elementos de apriete (31) entre el marco intermedio y los marcos extremos (21, 41).

7. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de encapsulamiento (6) comprenden además un medio de distribución (65) de la resina en el interior de la bolsa de vacío (61), estando el medio de distribución (65) en conexión fluida con una preforma (5).

8. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según la reivindicación 7 en el que el medio de distribución (65) presenta una lámina porosa.

9. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de encapsulamiento (6) comprenden además por lo menos una película de desmoldeo (64) aplicable al contorno exterior de una preforma (5).

10. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente unas conducciones (81, 82) conectables a los puertos de entrada (62) y de salida (63), atravesando dichas conducciones (81, 82) el marco intermedio (3).

11. Sistema de infusión (1) de resina por vacío según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie de vacío (72) comprende una parrilla (73) o similar y una plancha perforada (74) entre dicha parrilla (73) y el cuerpo de moldeo (71).

12. Procedimiento de infusión de resina por vacío realizado con el sistema de infusión (1) de resina según cualquiera de las reivindicaciones 1-11 aplicable sobre por lo menos una preforma (5), caracterizado por el hecho de que comprende las etapas:

- a) posicionamiento de los medios de encapsulamiento (6) entre los diafragmas flexibles superior e inferior (2, 4);
- b) generación de vacío entre los diafragmas flexibles superior e inferior (2, 4);
- c) evacuación de fluido gaseoso de los medios de encapsulamiento (6);
- d) introducción de resina en la bolsa de vacío (61) a través del puerto de entrada (62) e infusión de la preforma (5) con la resina;

- e) posicionamiento de los medios de moldeo (7) sobre cualquiera de los diafragmas flexibles superior e inferior (2, 4);
- f) generación de vacío entre los diafragmas flexibles superior e inferior (2, 4) y los medios de moldeo (7).

5

13. Procedimiento de infusión de resina por vacío según la reivindicación 12, realizado con el sistema de infusión (1) de resina según cualquiera de las reivindicaciones 4-11 caracterizado por el hecho de que entre las etapas a) y b) se infla el tubo (23, 43).

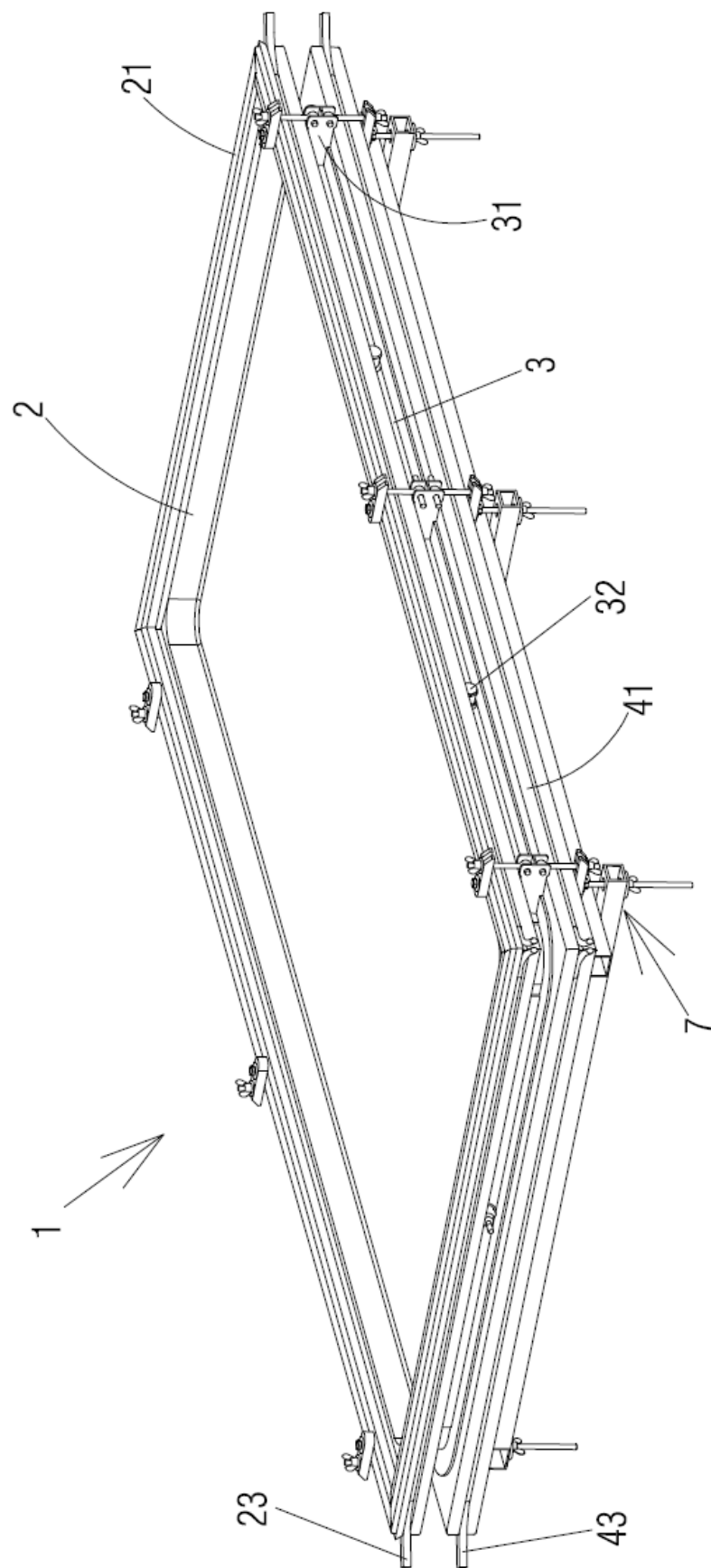
10

14. Procedimiento de infusión de resina por vacío según cualquiera de las reivindicaciones 12-13, realizado con el sistema de infusión (1) de resina según cualquiera de las reivindicaciones 1-11 caracterizado por el hecho de que entre las etapas d) y e) se realiza un sangrado de la resina contenida en los medios de encapsulamiento (6).

15

15. Pieza obtenida a partir del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11-14.

FIG.1



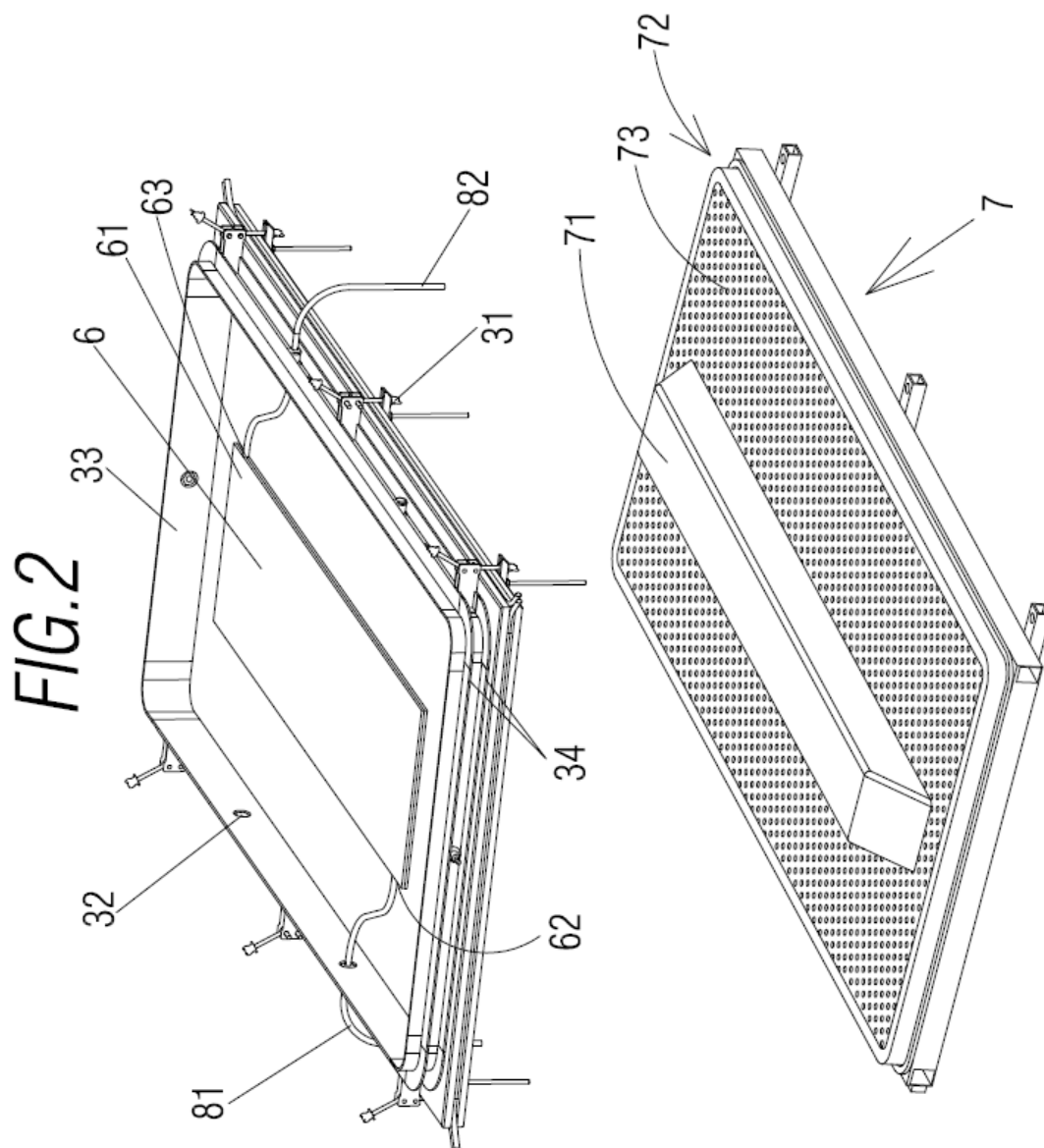


FIG.3

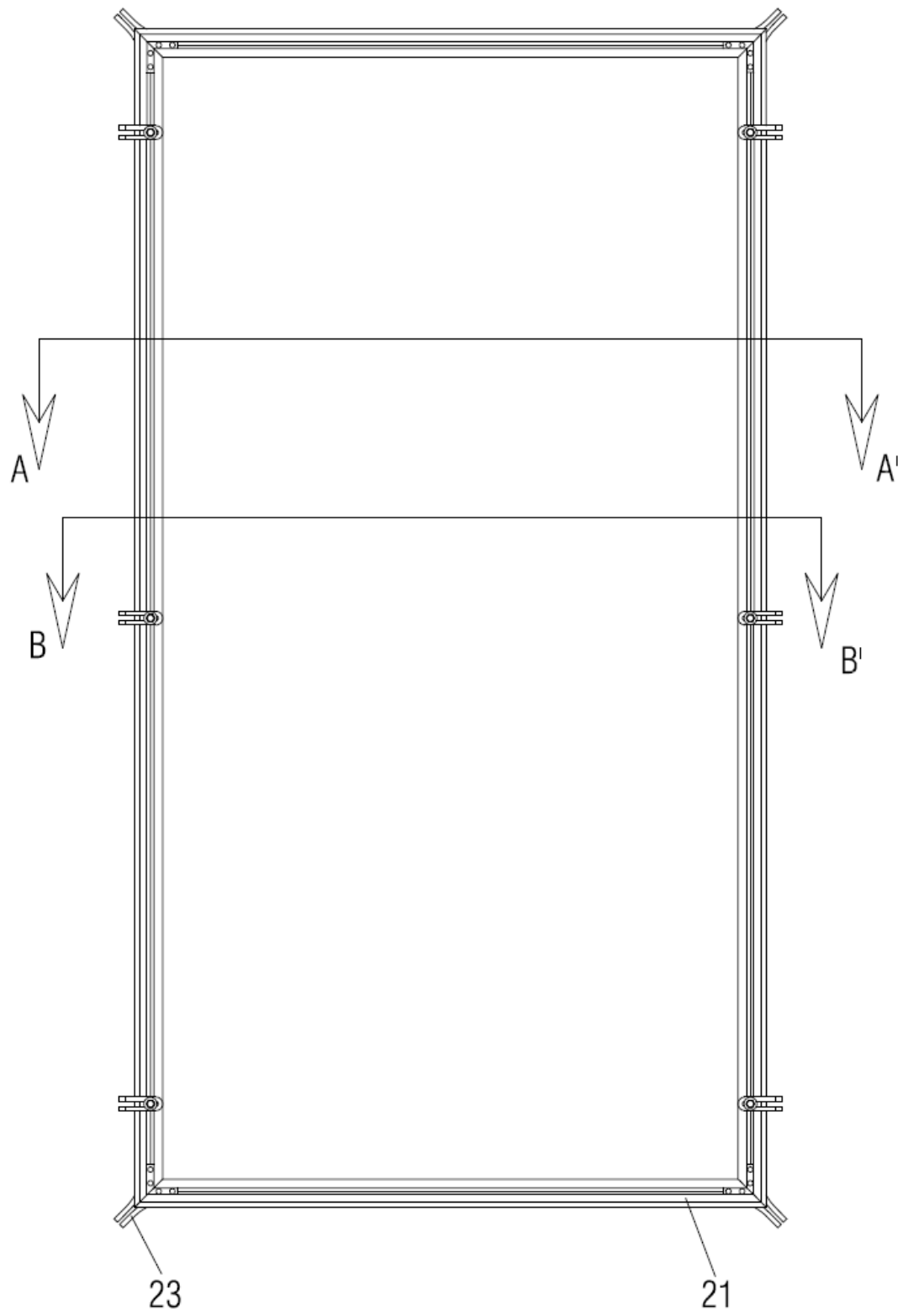


FIG.4
A - A'

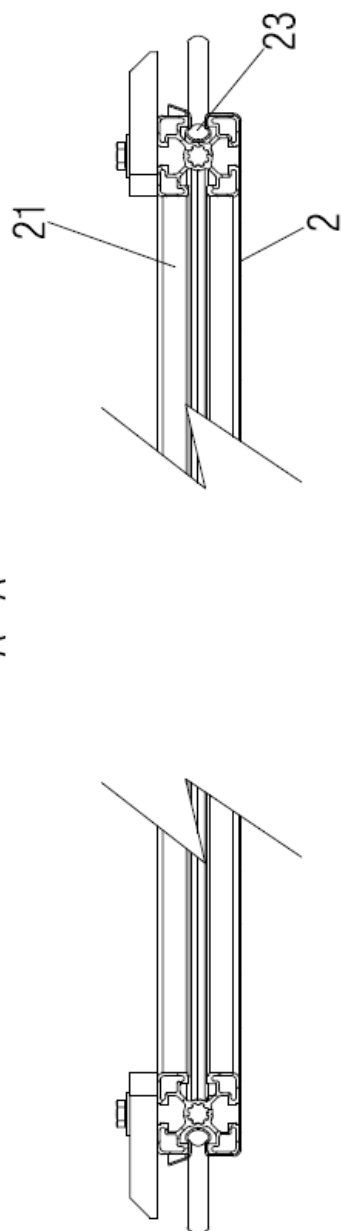
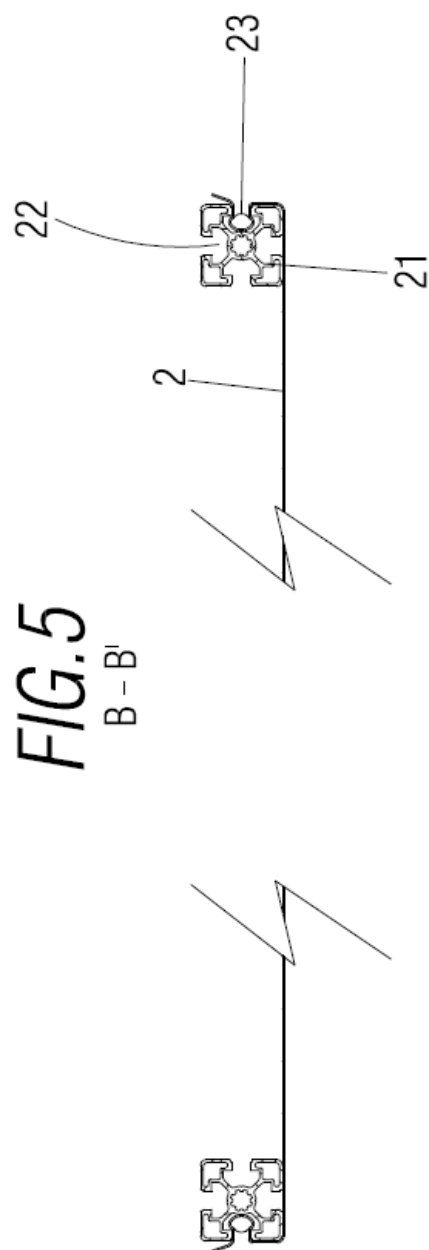


FIG.5
B - B'



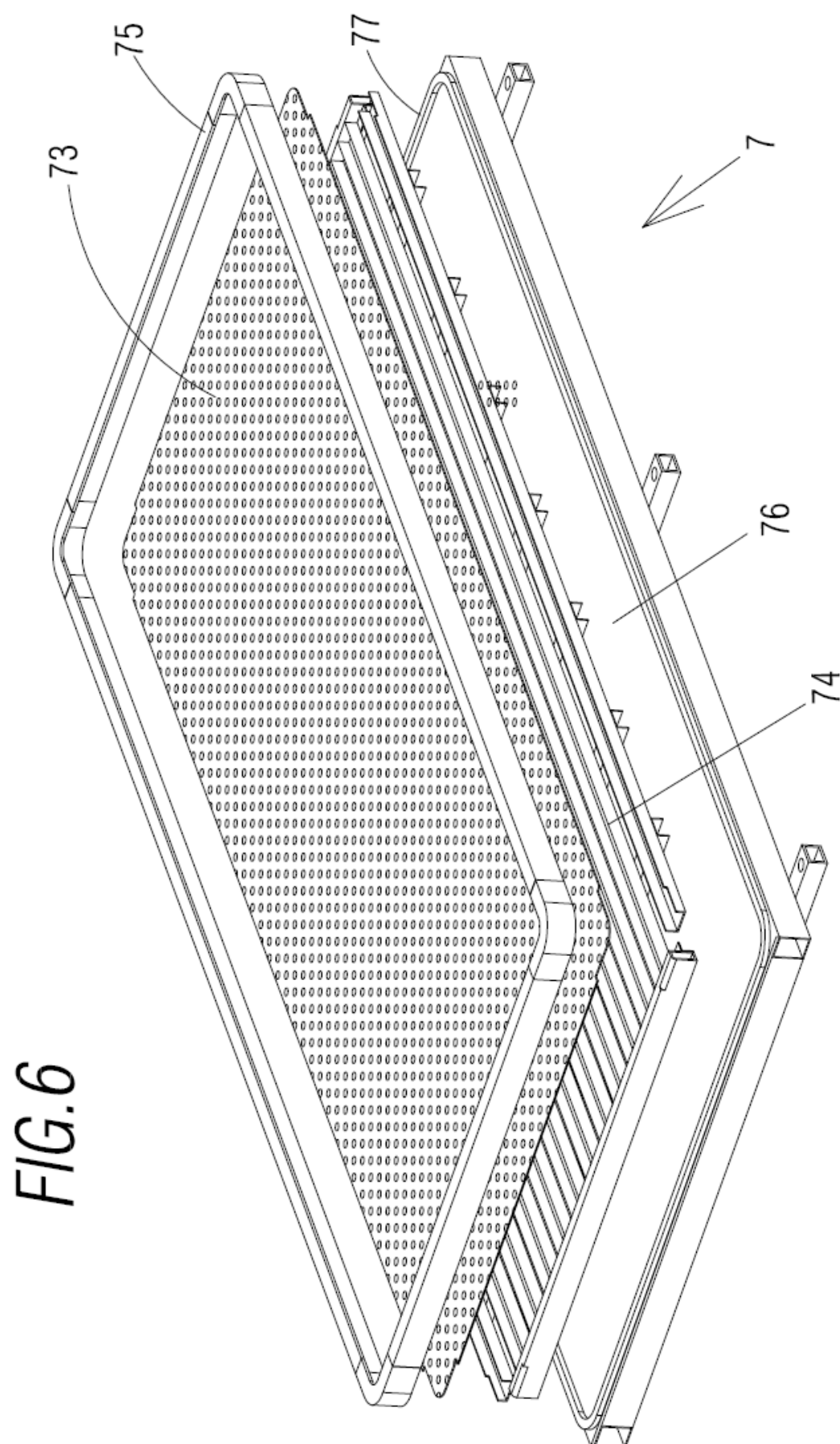


FIG. 7

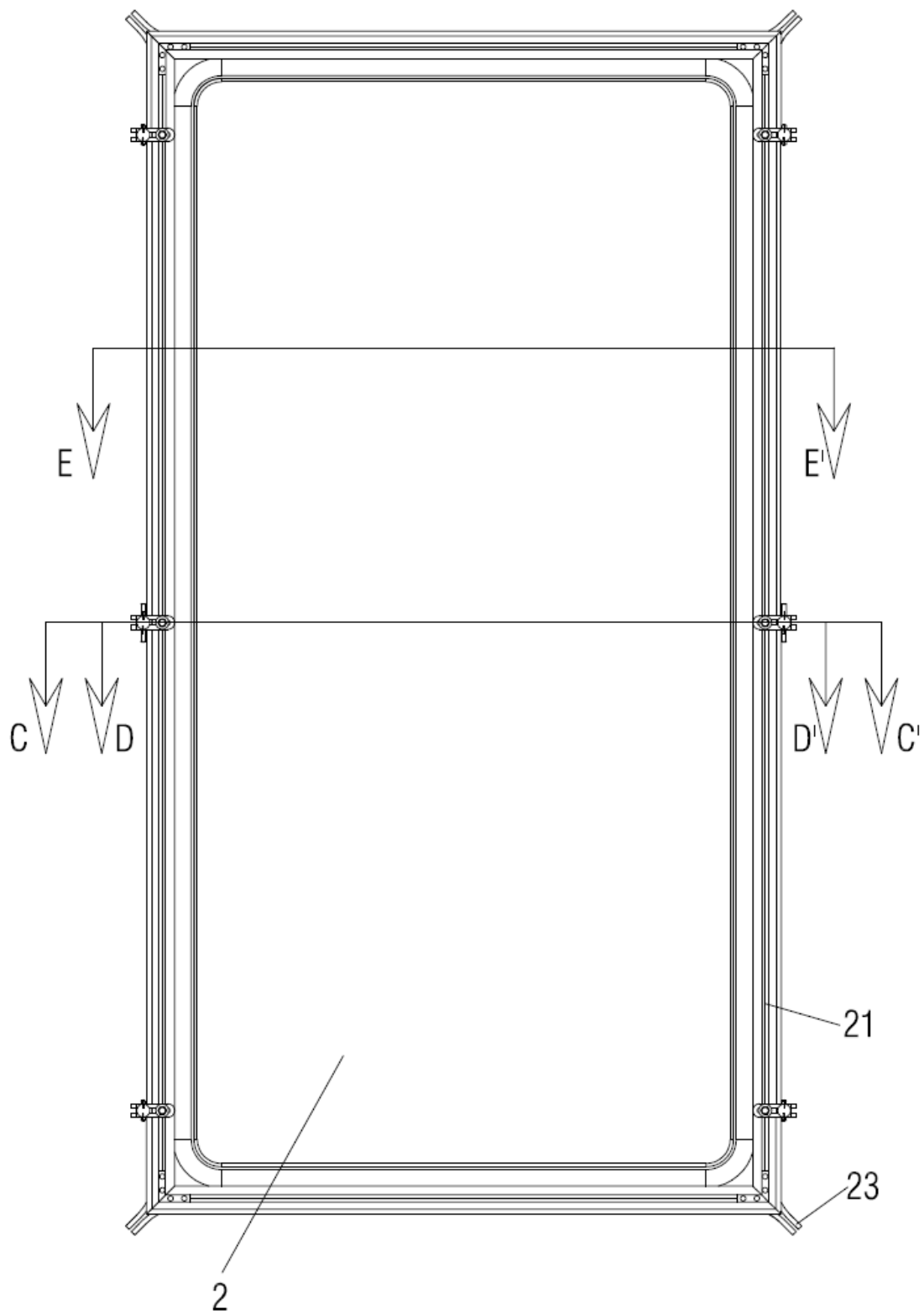
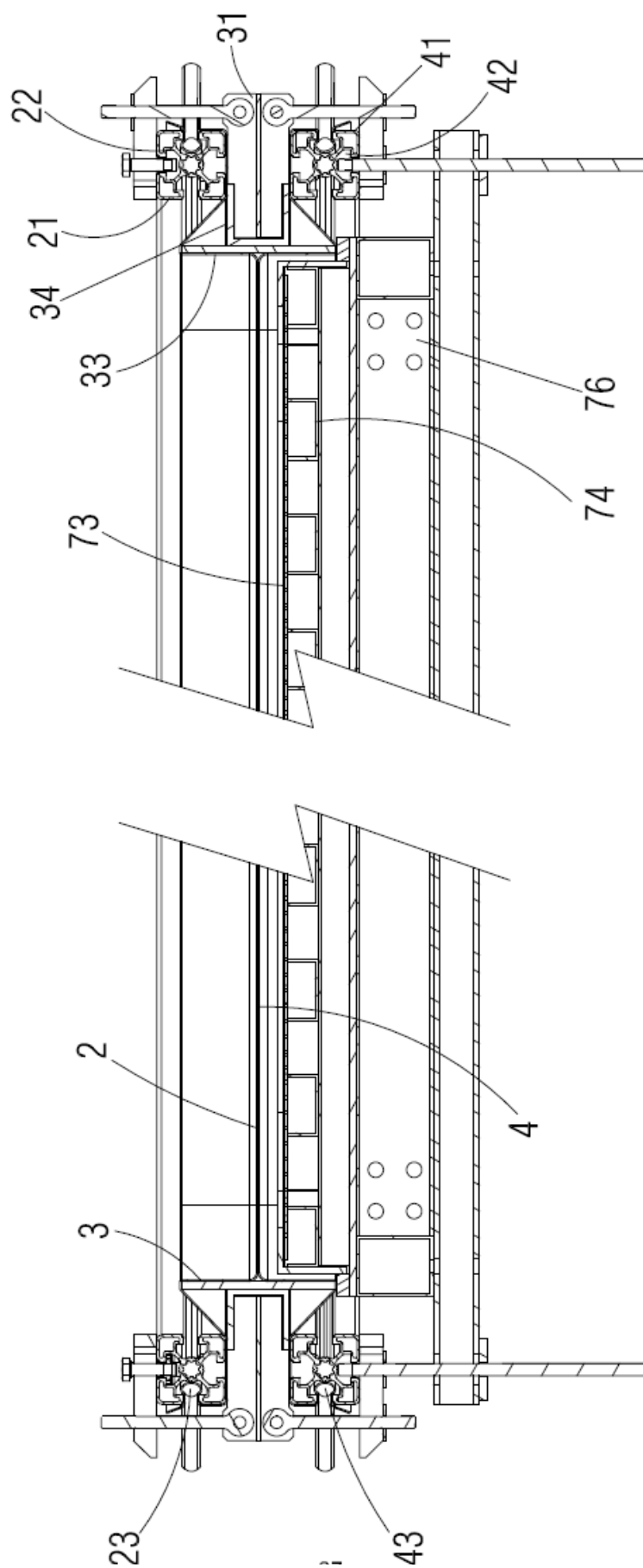


FIG. 8

C - C'



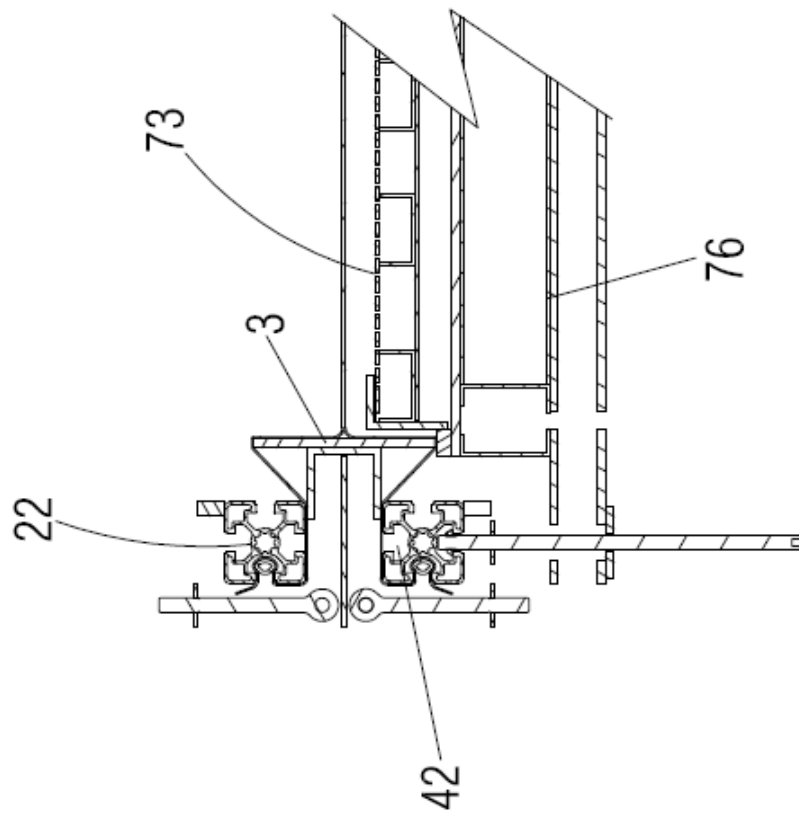
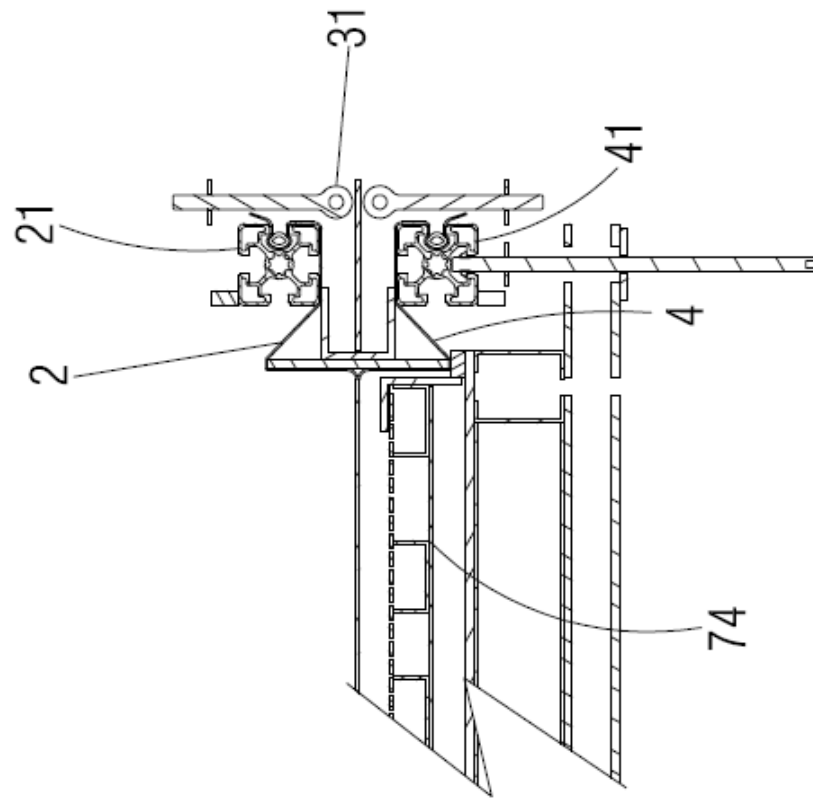


FIG. 9
D - D'

FIG. 10

E - E'

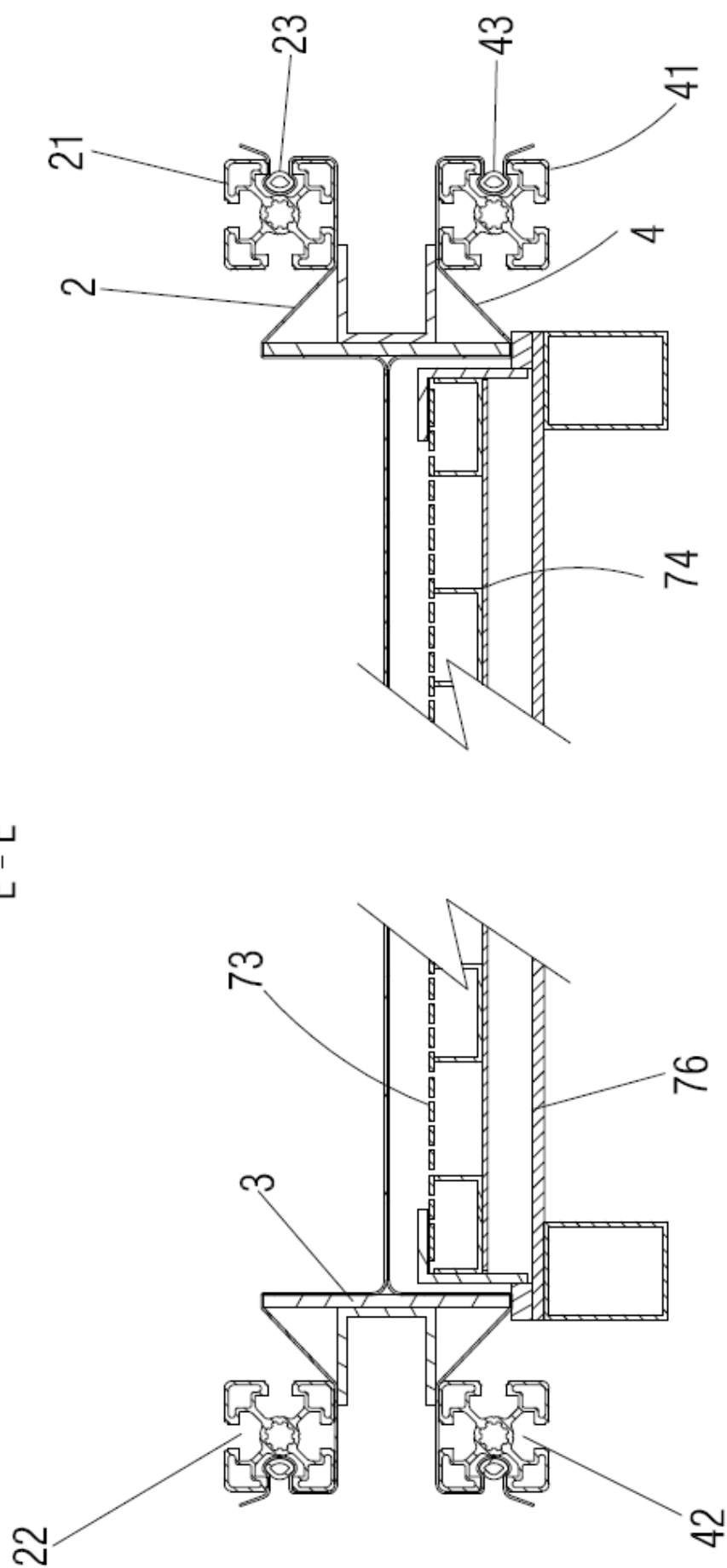
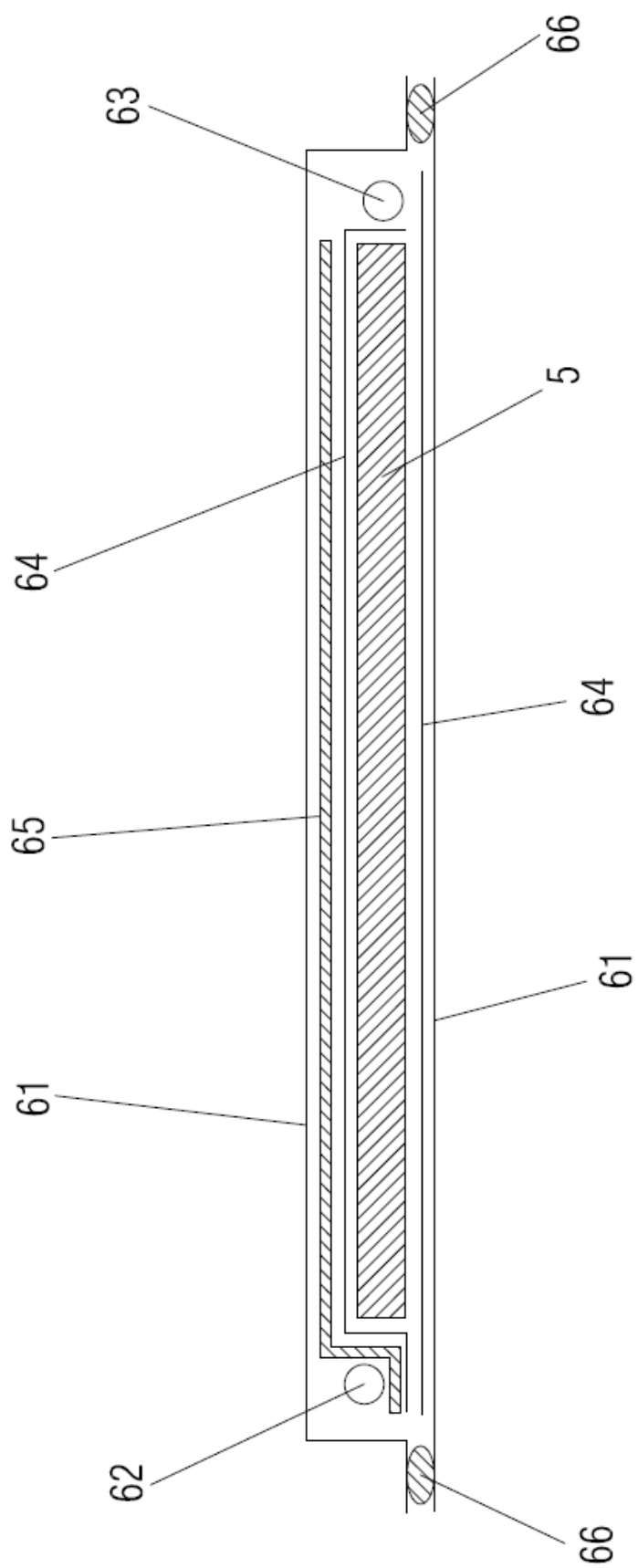


FIG. 11





- ②① N.º solicitud: 201430695
②② Fecha de presentación de la solicitud: 13.05.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B29C70/70** (2006.01)
B29C70/68 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2011014315 A1 (OKOLI OKENWA O I et al.) 20.01.2011, figura 5; párrafos 13,20,25,27.	1-15
A	ES 2234707 T3 (BOEING CO) 01.07.2005, figura 2; páginas 16,19.	1-15
A	US 2014116610 A1 (THOMAS CHARLES WILLIAM) 01.05.2014, todo el documento.	1-15
A	US 2013113142 A1 (DULL KENNETH MARVIN) 09.05.2013, todo el documento.	1-15
A	US 2011079174 A1 (MILLER FINLEY B et al.) 07.04.2011, todo el documento.	1-15

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
29.10.2014

Examinador
C. Rodríguez Tornos

Página
1/4

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

B29C

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.10.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO

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

Base de la Opinión.-

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

1. Documentos considerados.-

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

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2011014315 A1 (OKOLI OKENWA O I et al.)	20.01.2011
D02	ES 2234707 T3 (BOEING CO)	01.07.2005
D03	US 2014116610 A1 (THOMAS CHARLES WILLIAM)	01.05.2014
D04	US 2013113142 A1 (DULL KENNETH MARVIN)	09.05.2013
D05	US 2011079174 A1 (MILLER FINLEY B et al.)	07.04.2011

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 sistema de infusión de resina por vacío que comprende un diafragma flexible superior (26) y un diafragma flexible inferior (22) vinculables entre sí tal que se define un espacio entre ambos para la disposición de una preforma (60); posee un marco inferior y otro superior y puertos de entrada (18) y salida (20) de resina en el marco inferior. Posee medios de moldeo por debajo del diafragma flexible inferior que comprenden un cuerpo de moldeo (38) sobre una superficie (36) vinculada a una cavidad (14) en la que se crea vacío.

La principal diferencia entre D01 y la reivindicación 1 radica en que el sistema divulgado no incluye una bolsa de vacío entre el diafragma flexible superior y el inferior para albergar la preforma, incluyendo dicha bolsa los correspondientes puertos de entrada y salida para el paso de fluidos.

En D02 se divulga un sistema de infusión de resina con doble bolsa, sin embargo tal y como se aprecia en la figura 2 de D02, la preforma (51) no queda encapsulada en la bolsa de vacío interior (62), sino que apoya sobre el molde, además la bolsa exterior (64) no posee un diafragma inferior.

A la vista del estado de la técnica, no se ha encontrado una configuración tal como la descrita en la reivindicación 1 de la solicitud en la que una bolsa de vacío se dispone entre un diafragma flexible superior y otro inferior y con medios de moldeo posicionados por debajo del diafragma flexible inferior o por encima del superior. Por ello la reivindicación 1 independiente, de la solicitud posee novedad. Además no resulta obvio para un experto en la materia obtener el sistema descrito en la reivindicación 1 a partir del estado de la técnica conocido y por ello la reivindicación 1 posee actividad inventiva (Artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de patentes). De la misma manera, el procedimiento asociado a la utilización de dicho sistema de infusión de resina, reivindicación 11 de la solicitud, así como la pieza obtenida mediante dicho sistema, cumplirían también los requisitos de novedad y actividad inventiva.

Las reivindicaciones 2-11 y 13-14 al ser dependientes cumplirían también con los requisitos de novedad y actividad inventiva.