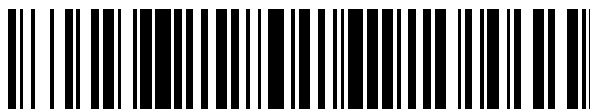


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 298**

51 Int. Cl.:

B29C 70/48	(2006.01) B29C 70/86	(2006.01)
B29C 70/30	(2006.01) F16L 57/06	(2006.01)
B29C 70/72	(2006.01) F16L 55/02	(2006.01)
B29C 33/30	(2006.01) B29K 307/04	(2006.01)
B29C 33/40	(2006.01) B29L 31/00	(2006.01)
B29C 33/38	(2006.01)	
B29C 33/20	(2006.01)	
B29C 33/22	(2006.01)	
B29C 45/02	(2006.01)	
B29C 70/54	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2011** **E 12199103 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020** **EP 2574449**

54 Título: **Proceso para la fabricación de productos de material compuesto empleando un molde con cojinetes**

30 Prioridad:
14.06.2010 IT MI20101072

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2020

73 Titular/es:
AUTOMOBILI LAMBORGHINI S.P.A. (100.0%)
Via Modena, 12
40019 Sant'Agata Bolognese, IT

72 Inventor/es:
MASINI, ATTILIO;
PASINI, NICOLÒ;
DE SARIO, LUIGI y
STEENBERGEN, CASPER

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 785 298 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

Proceso para la fabricación de productos de material compuesto empleando un molde con cojinetes

5 La presente invención se refiere a un proceso que puede emplear un molde elaborado de un material compuesto.

El conocido proceso RTM (moldeo por transferencia de resina) emplea moldes fabricados de acero para soportar las altas presiones, incluso superiores a 15 bares, necesarias para la inyección de la resina.

10 El moldeo de las capas de fibra y su posterior deposición en los moldes puede automatizarse, haciendo así más repetibles y económicas las piezas producidas mediante dicho proceso. Sin embargo, los moldes del proceso RTM son pesados, caros y voluminosos. Además, los moldes de metal precisan un diseño complejo que debe tener en cuenta la expansión térmica durante el ciclo de curado de la resina para evitar que el producto moldeoado se obstruya dentro de un molde.

15 El proceso RTM Light, en el que se dispone un molde semirrígido sobre un molde rígido, es conocido por superar dichos problemas técnicos. La resina se inyecta a una presión inferior a 1 bar y el aire (0,5) es aspirado desde un punto bajo central para favorecer el flujo de la resina. La unión de los dos moldes se obtiene creando vacío (0,1 bar) a lo largo de los bordes de los dos moldes. Este proceso, si bien es fácil de llevar a cabo con dispositivos ligeros y económicos, no permite la fabricación de productos con la misma velocidad y la misma calidad que el proceso RTM, puesto que la presión de inyección es relativamente baja y el lateral del producto que queda frente al molde semirrígido tiene un acabado rugoso. Además, la baja presión empleada en el proceso RTM-Light no asegura la impregnación correcta y completa de las fibras secas, causando por consiguiente la fabricación de componentes de poca calidad.

25 Los documentos EP 1721719 y FR 2864801 describen procesos RTM en los que los moldes se elaboran de materiales compuestos. En particular, los moldes descritos en el documento FR 2864801 son a su vez elaborados mediante un proceso RTM en el que la resina se inyecta después de haber dispuesto las fibras entre un molde elaborado de un material compuesto y un molde maestro o una plantilla. Estos moldes conocidos son relativamente caros debido al proceso RTM utilizado para su fabricación y a la necesidad de disponer una plantilla entre un primer molde que está ya preparado y un segundo molde durante la fabricación de este último. Los moldes conocidos elaborados de un material compuesto requieren además estructuras de soporte complejas y/o deben ser relativamente gruesos y, por tanto, caros, para soportar las presiones del proceso RTM.

35 Por consiguiente, es un objeto de la presente invención proporcionar un proceso que esté libre de todas las desventajas mencionadas, es decir, un proceso que sea rápido, económico y fácil de automatizar y que permita obtener productos de gran calidad con dispositivos ligeros y compactos. Dicho objeto se consigue con un proceso, cuyas principales características se describen en la reivindicación 1, mientras que en el resto de reivindicaciones se describen otras características.

40 El proceso de acuerdo con la presente invención contempla moldes obtenidos por capas de fibras de carbón preimpregnadas con una resina (también conocidas como prepreg) y el curado de los productos finales con el calentamiento de dichos moldes en un horno o en un autoclave, en lugar de emplear una prensa con moldes calentados. Por consiguiente, la resina puede ser inyectada a presiones más bajas que en el proceso RTM, pero, en cualquier caso, suficientes para asegurar la impregnación correcta y completa de las fibras secas que conforman el sustrato del producto final.

Dichas presiones son preferiblemente más altas que en el proceso RTM-Light, especialmente si los módulos están endurecidos por medio de nervaduras o de otros miembros de refuerzo.

50 La unión entre los moldes se obtiene por medio de medios mecánicos de sujeción y juntas que permiten mantener los moldes herméticamente cerrados a las presiones de inyección de la resina.

Los moldes incorporan cojinetes particulares que permiten tanto una fijación mecánica precisa y resistente entre los moldes como la adición fácil y rápida de dispositivos particulares, como inyectoras, bocas de succión y/o extractores.

55 Al menos un molde comprende canales particulares y/o hendiduras para distribuir uniformemente la resina antes de que llegue a las cavidades, de manera que sea posible obtener productos libres de defectos como espacios huecos, poros, delaminaciones o zonas secas. La disposición de pozos particulares en correspondencia con los inyectores evita el desgaste de los moldes debido a la presión de la inyección de la resina.

60 La producción de los moldes se obtiene preferiblemente de una forma rápida y precisa por medio de moldes maestros particulares provistos de plantillas tridimensionales del producto final y con disposiciones mecánicas, tales como superficies de referencia para la obtención de interfaces particulares en los moldes, paredes laterales para la obtención de paredes correspondientes adecuadas para reforzar los moldes, pasadores para la disposición de los cojinetes con precisión en los moldes, secciones elastoméricas desmontables y/o protuberancias para la obtención de canales o pozos en los moldes. Existe la posibilidad de producir varios moldes idénticos con un solo molde maestro para

aumentar de manera relativamente sencilla y económica la productividad del proceso de acuerdo con la presente invención.

Además, los moldes de acuerdo con la presente invención son ligeros y no muy voluminosos, de manera que pueden manejarse fácilmente antes, durante y después de su uso, por ejemplo, cuando se preparan, se llenan y se disponen en el horno o en la autoclave.

Dado que los moldes están elaborados de, sustancialmente, el mismo material que los productos, se someten, sustancialmente, a las mismas expansiones térmicas a fin de compensar los efectos negativos, si los hubiera, debidos a dichas expansiones.

Todas las ventajas anteriores se incrementan notablemente si se utiliza en el proceso una unidad de moldeo, en la que se fabrican todos los moldes, es decir, al menos dos moldes complementarios, de acuerdo con la presente invención.

Otras ventajas y características del molde y del proceso de acuerdo con la presente invención se harán más evidentes a aquellos expertos en la técnica partiendo de la siguiente descripción no limitativa de dos realizaciones de la misma, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

- la figura 1 muestra una vista en perspectiva de un producto que puede fabricarse con el molde de acuerdo con la presente invención;
- la figura 2 muestra una vista desde abajo del primer molde maestro de acuerdo con la primera realización;
- la figura 3 muestra la sección III-III de la figura 2;
- la figura 4 muestra una vista desde arriba del segundo molde maestro de acuerdo con la primera realización;
- la figura 5 muestra la sección V-V de la figura 4;
- la figura 6 muestra la figura 3 ampliada parcialmente con el primer molde de acuerdo con la primera realización;
- la figura 7 muestra el detalle VII de la figura 6;
- la figura 8 muestra una vista desde arriba del primer molde de la figura 6, retirado del primer molde maestro;
- la figura 9 muestra la sección IX-IX de la figura 8;
- la figura 10 muestra la figura 5 con el segundo molde de acuerdo con la primera realización;
- la figura 11 muestra una vista desde abajo del segundo molde de la figura 10, retirado del segundo molde maestro;
- la figura 12 muestra la sección XII-XII de la figura 11;
- la figura 13 muestra una unidad de moldeo con los moldes de la figura 10 y 12 durante su uso;
- la figura 14 muestra la sección XIV-XIV de la figura 13;
- la figura 15 muestra una sección longitudinal ampliada de un inyector;
- la figura 16 muestra una sección longitudinal ampliada de un extractor;
- la figura 17 muestra una sección longitudinal ampliada de un par de dispositivos de centrado; y
- la figura 18 muestra una sección vertical de una segunda realización de la unidad de moldeo.

Haciendo referencia a la figura 1, se observa que un producto 1 elaborado de un material compuesto tiene, de una manera conocida, una forma tridimensional, por ejemplo, paralelepípeda, con una altura H, un ancho W y una profundidad D. En la práctica, el producto 1 tiene, generalmente, más formas complejas, también curvas y/o irregulares, de acuerdo con la función requerida, por ejemplo, marcos, carrocerías, cubiertas, accesorios y otras partes estructurales, dinámicas de fluidos y/o estéticas de vehículos terrestres marítimos o aéreos.

Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, se observa que una primera fase operativa del proceso comprende la fabricación, por ejemplo, con un sistema CAD/CAM, de una primera plantilla 2 que cuenta sustancialmente con la

misma forma tridimensional y el mismo tamaño que al menos una primera porción de producto 1. En la presente realización, la primera plantilla 2 cuenta sustancialmente con el mismo ancho W y la misma profundidad D, pero con una altura H1 inferior a la altura H del producto 1. La primera plantilla 2 está unida o integrada a al menos una primera superficie de referencia 3a de un primer molde maestro 3, en particular, con forma sustancialmente paralelepípeda. La primera superficie de referencia 3a es sustancialmente plana, más ancha y más profunda que la primera plantilla 2 para proyectarse a su alrededor. Una o varias primeras paredes 4, por ejemplo, de aluminio, madera o resina epoxi, sustancialmente perpendiculares a la primera superficie de referencia 3a, están sujetas alrededor del primer molde maestro 3 para rodear la primera superficie de referencia 3a. Uno o más rebordes 5 están dispuestos en la primera superficie de referencia 3a del primer módulo maestro 3 alrededor de la primera plantilla 2, mientras que al menos un segundo reborde 6 está dispuesto en la primera superficie de referencia 3a alrededor de los primeros rebordes 5. Los primeros rebordes 5 están conectados a una o más protuberancias 7, en particular, con una forma hemisférica. La sección transversal de los primeros rebordes 5 es convexa, en particular, sustancialmente semicircular o semielíptica, mientras que la sección transversal del segundo reborde 6 es sustancialmente rectangular, en particular, cuadrada. Una pluralidad de primeros pasadores 8 se proyecta perpendicularmente a su vez desde la primera superficie de referencia 3a del primer módulo maestro 3 alrededor del segundo reborde 6. La primera plantilla 2, los primeros rebordes 5, el segundo reborde 6 y/o las protuberancias 7 pueden estar elaborados de una sola pieza de resina epoxi en la primera superficie de referencia 3a del primer módulo maestro 3 con cortadoras de control digital o pueden comprender miembros separados mutuamente unidos y/o aplicados sobre la primera superficie de referencia 3a. En particular, los primeros rebordes 5 y/o el segundo reborde 6 están preferiblemente elaborados de secciones elastoméricas pegadas de forma extraíble sobre la primera superficie de referencia 3a. La primera plantilla 2 puede ser un bloque de resina epoxi formado por una cortadora de control digital y luego pegado a la primera superficie de referencia 3a.

Haciendo referencia a las figuras 4 y 5, se observa que una segunda fase operativa del proceso comprende la fabricación, por ejemplo, con un sistema CAD/CAM, de una segunda plantilla 9 que cuenta sustancialmente con la misma forma tridimensional y las mismas dimensiones que al menos una segunda porción del producto 1. En la presente realización, la segunda plantilla 9 tiene, sustancialmente, el mismo ancho W y la misma profundidad D, pero una altura H2 inferior a la altura H del producto 1, de manera que la suma de la altura H1 de la primera plantilla 2 y de la altura H2 de la segunda plantilla 9 corresponde, sustancialmente, a la altura H del producto 1. La segunda plantilla 9 está unida o integrada con al menos una segunda superficie de referencia 10a de un molde maestro 10, en particular, con una forma sustancialmente paralelepípeda. La segunda superficie de referencia 10a es sustancialmente plana, más ancha y más profunda que la segunda plantilla 9 para proyectarse a su alrededor. Una o más paredes segundas 11, por ejemplo, de aluminio, madera o resina epoxi, sustancialmente perpendiculares a la segunda superficie de referencia 10a se sujetan alrededor del segundo maestro 10, de modo que rodeen la segunda superficie de referencia 10a. Una pluralidad de primeros pasadores 12 se proyecta desde la segunda superficie de referencia 10a del segundo módulo maestro 10 alrededor de la segunda plantilla 9. La posición de los primeros pasadores 8 del primer molde maestro 3 es sustancialmente igual a la posición de los segundos pasadores 12 del segundo molde maestro 10. Uno o más terceros pasadores 13 se proyectan desde la segunda superficie de referencia 10a del molde maestro 10 sustancialmente en las mismas posiciones que las protuberancias 7 de la primera superficie de referencia 3a del primer molde maestro 3. Al menos un cuarto pasador 14 y uno o más quintos pasadores 15 se proyectan desde la segunda plantilla 9 del molde maestro 10.

Haciendo referencia a las figuras 6 y 7, se observa que una tercera fase del proceso operativo comprende una pulverización del primer molde maestro 3 con un líquido de sellado que cierra las porosidades presentes con el objetivo de obtener una superficie lisa y regular, así como la limpieza de dichas superficies con un agente desprendible, tras lo cual se elabora un primer molde 16 aplicando sobre la primera plantilla 2, sobre la primera superficie de referencia 3a y sobre las primeras paredes 4 del primer molde maestro 3 una pluralidad de capas de fibra, en particular fibras de carbono, preimpregnadas con una resina, también conocida con el nombre de prepreg. En las figuras, en aras de la claridad, la primera plantilla 2 y la primera superficie de referencia 3a se muestran boca abajo, pero es preferible que durante esta fase operativa se giren de manera que queden mirando hacia arriba para facilitar la disposición de estas capas. En particular, el primer molde 16 comprende una primera capa interna 17 y/o una segunda capa interna 18. Preferiblemente, la primera capa interna 17 comprende prepreg con fibras del tipo 1K (1000 hilos por fibra), PW (Plain Weave) de 100 g/m² de peso base y 0,1 mm de grosor, mientras que la segunda capa interna 18 comprende fibras del tipo 3K (3000 hilos por fibra), TW (tejido sarga) 2x2, 200 g/m² de peso base y 0,25 mm de grosor. Las fibras de las capas internas 17 y/o 18 son sustancialmente paralelas o perpendiculares entre sí. Las tiras de prepreg (no mostradas en las figuras) pueden disponerse entre la capa interna 17 ó 18 y las esquinas de la primera plantilla 2 y/o las esquinas comprendidas entre la primera superficie de referencia 3a y la primera plantilla 2, las primeras paredes 4 y/o el segundo reborde 6 para hacer que las esquinas sean más afiladas.

El primer molde maestro 3 comprende al menos una porción protuberante 3b entre los primeros rebordes 5 y la primera plantilla 2 que se proyecta desde la primera superficie de referencia 3a con una diferencia de altura H3 comprendida entre 0,1 mm y 1 mm.

Una o más primeras capas intermedias 19, en particular entre cuatro y seis capas intermedias, se aplican entonces sobre las capas internas 17 y/o 18, tras lo cual los primeros cojinetes 20 se insertan en los primeros pasadores 8 y una o más capas intermedias 21, en particular de entre cuatro y seis capas intermedias, son aplicadas sobre las

primeras capas intermedias 19 y los primeros cojinetes 20 para incorporar a estos últimos en el primer molde 16. Las capas intermedias 19 y/o 21 comprenden prepregs con fibras del tipo 12K (12000 hilos por fibra), TW (tejido sarga) 2x2, de 700 g/m² de peso base y 0,4 mm de grosor. Las fibras de las capas intermedias 19 y/o 21 son sustancialmente paralelas, diagonales ($\pm 45^\circ$) o perpendiculares entre sí. Al menos una capa externa 22 es aplicada sobre las segundas capas intermedias 21 y comprende prepregs con fibras del tipo 3K (3000 hilos por fibra), TW (tejido sarga) 2x2, de 200 g/m² de peso base y 0,25 mm de grosor. El peso base y/o el grosor de las capas intermedias 19, 21 son, por tanto, superiores al peso base y/o al grosor de las capas internas 17, 18 y/o de la capa externa 22. Los primeros cojinetes 20 están provistos de un hilo interno 23.

Durante la aplicación, en particular después haberse aplicado dos, tres o cuatro capas sobre las demás, las capas internas 17, 18, las capas intermedias 19, 21 y/o la capa externa 22 se comprimen sobre el molde maestro 3 por medio de fases de compactación en las que la capa más externa está cubierta por una lámina antiadherente y por una capa de un material de ventilación, tras lo cual se inserta el molde maestro 3 en una bolsa de vacío que presiona las capas ya dispuestas en el primer molde maestro 3 por efecto de la presión externa que actúa en la bolsa de vacío. Estos pasos de compactación pueden comprender la inserción de un primer molde maestro 3 con la bolsa de vacío en una autoclave a una presión comprendida entre 1 y 10 bares para la creación de una presión adicional sobre la bolsa de vacío.

Las capas internas 17 y/o 18, las capas intermedias 19, 21 y/o las capas externas 22 cubren también a los primeros rebordes 5, el segundo reborde 6 y las protuberancias 7, mientras que estos están provistos con orificios para ser atravesados por los primeros pasadores 8 del primer molde maestro 3. El primer molde 16 comprende al menos diez capas en total, es decir, al menos una capa interna 18, ocho capas intermedias 19, 21 y una capa externa 22. Antes de la aplicación, cada capa 17, 18, 19, 21 y/o 22 es conformada con un dispositivo de control digital partiendo de la base de los datos obtenidos de acuerdo con la forma y las dimensiones del primer molde maestro 3.

El primer molde 16 se completa entonces con una fase de curado bajo presión, en la que el primer molde maestro 3 provisto con los primeros cojinetes 20 y capas 17, 18, 19, 21 y 22 se inserta en una bolsa de vacío, siempre con una lámina antiadherente y con una capa de material de ventilación, a su vez dispuesta en una autoclave, de manera que las capas queden unidas entre sí con una presión y con una temperatura adecuadas para el curado de la resina que las impregna.

Haciendo referencia a las figuras 8 y 9, se observa que el primer molde 16, una vez extraído de la autoclave, enfriado y separado del primer molde maestro 3, comprende al menos una primera cavidad 24, sustancialmente complementaria a la primera plantilla 2 del primer molde maestro 3, con, sustancialmente, el mismo ancho W, la misma profundidad D y la misma altura H1. El primer molde 16 comprende al menos una primera interfaz 16a elaborada de una pieza única con una primera cavidad 24. La primera interfaz 16a se proyecta totalmente, o al menos parcialmente, alrededor de la primera cavidad 24 y es sustancialmente complementaria a la primera superficie de referencia 3a del primer molde maestro 3. El primer molde 16 comprende también una o más primeras paredes laterales 16b, correspondientes sustancialmente a las primeras paredes 4 del primer molde maestro 3 y sustancialmente perpendiculares a la primera interfaz 16a. Tal y como se puede comprobar en las figuras, las primeras paredes laterales 16b se proyectan desde la primera interfaz 16a, de modo que el primer molde 16 tiene sustancialmente forma de cuba. Uno o más primeros canales 25 sustancialmente complementarios a los primeros rebordes 5 del primer molde maestro 3 están dispuestos en la primera interfaz 16a del primer molde 16 alrededor de la primera cavidad 24, mientras que al menos un segundo canal 26 sustancialmente complementario al segundo reborde 6 del primer molde maestro 3 está dispuesto en la primera interfaz 16a alrededor de los primeros canales 25. Los primeros canales 25 están conectados a uno o más pozos 27 sustancialmente complementarios a las protuberancias 7 del primer molde maestro 3. Una pluralidad de primeros orificios 28 está dispuesta en la primera interfaz 16a del primer molde 16 en correspondencia con los primeros cojinetes 20, es decir, con los primeros pasadores 8 del primer molde maestro 3.

Cuando el primer molde 16 es separado del primer molde maestro 3, los primeros canales 25 y/o el segundo canal 26 pueden continuar incluyendo las secciones empleadas para los primeros rebordes 5 y/o el segundo reborde 6, puesto que las secciones pueden desprenderse del primer molde maestro 3. En este caso, las secciones se extraen de los primeros canales 25 y/o del segundo canal 26 para ser reutilizadas o sustituidas. Al menos una junta tubular 29, resistente a las temperaturas comprendidas entre los -60 y los 220 °C y con una rigidez de hasta 60 Shore, es dispuesta en el segundo canal 26.

La primera interfaz 16a está provista de al menos una hendidura 30 sustancialmente complementaria a la porción protuberante 3b del primer molde maestro 3 entre los primeros canales 25 y la primera cavidad 24. El grosor H3 de la hendidura 30 es de entre 0,1 y 1 mm, mientras que la longitud L1 de la hendidura 30 es de entre 5 y 300 mm.

Una o más nervaduras 31, preferiblemente elaboradas de un material compuesto, en particular con fibras de carbono, son fijadas al primer molde 16 en el lado contrario a la primera interfaz 16a, en particular por medio de adhesivo y/o de otras capas prepreg 32 aplicadas a horcadas sobre las primeras nervaduras 31 y el primer molde 16, así como presionadas y curadas con una bolsa de vacío en una autoclave. Las primeras nervaduras 31 forman una red y quedan preferiblemente unidas a las primeras paredes laterales 16b del primer molde 16. Los primeros dispositivos de

centrado 33 y/o los primeros dispositivos mecánicos de sujeción 34, por ejemplo, cierres de palanca, quedan fijados fuera de las primeras paredes laterales 16b del primer molde 16.

Haciendo referencia a la figura 10, se observa que la cuarta fase operativa del proceso comprende un sellado mediante pulverización y una limpieza con un agente desprendible del segundo molde maestro 10, así como la creación de un segundo molde 36 aplicando en la segunda plantilla 9, en la segunda superficie de referencia 10a y en las segundas paredes 11 del segundo molde maestro 10, una pluralidad de capas prepregs, algunas de las cuales están provistas de orificios para pasadores 12, 13 y 14. En particular, el segundo molde 36 comprende una primera capa interna y/o una segunda capa interna, una pluralidad de capas intermedias, en particular al menos ocho capas intermedias, así como al menos una capa externa del mismo tipo que las capas del primer molde 16. Las tiras de prepreg pueden ser dispuestas entre una capa interna y las esquinas de la segunda plantilla 9 y/o las esquinas comprendidas entre la segunda superficie de referencia 10a y la segunda plantilla 9 y/o las segundas paredes 11, para hacer que las esquinas sean más afiladas.

Los segundos cojinetes 37, uno o más terceros cojinetes 38 y al menos un cuarto cojinete 39 se insertan en segundos pasadores 12, en terceros pasadores 13 y en un cuarto pasador 14, respectivamente, del segundo molde maestro 10, entre dos capas intermedias, en particular entre un grupo de cuatro primeras capas intermedias y un grupo de ocho segundas capas intermedias. Uno o más quintos cojinetes 40 son en cambio dispuestos en quintos pasadores 15 del segundo molde maestro 10 antes de aplicar las capas del mismo, de manera que los quintos cojinetes 40 quedan a ras de la segunda plantilla 9. Los terceros cojinetes 38 y el cuarto cojinete 39 son sustancialmente los mismos. Los terceros cojinetes 38, el cuarto cojinete 39 y los quintos cojinetes de rosca interna 40. La distancia existente entre los dos primeros cojinetes 20 adyacentes o entre los segundos cojinetes 37 es de entre 35 y 100 mm, preferiblemente, de 70 mm.

Las capas del segundo molde 36 se comprimen en el segundo molde maestro 10 por medio de fases de compactación del tipo mencionado anteriormente para el primer molde 16 con o sin autoclave.

El segundo molde 36 se completa entonces con una fase de curado bajo presión, en la que el segundo molde maestro 10 provisto de capas prepreg y de cojinetes 37, 38, 39, 40 es insertado en una bolsa de vacío, siempre con una lámina antiadherente y con una capa de un material de ventilación, a su vez dispuesta en una autoclave, de manera que las capas quedan unidas entre sí con una presión y con una temperatura adecuadas para la curación de la resina que las impregna.

Haciendo referencia a las figuras 11 y 12, se observa que el segundo molde 36, una vez extraído de la autoclave, enfriado y separado del segundo molde 10, comprende al menos una segunda cavidad 41 sustancialmente complementaria a la segunda plantilla 9 del segundo molde maestro 10, con sustancialmente el mismo ancho W, la misma profundidad D y la misma altura H2. El segundo molde 36 comprende al menos una segunda interfaz 36a elaborada de una sola pieza con una segunda cavidad 41. La segunda interfaz 36a se proyecta en su totalidad, o al menos parcialmente, alrededor de la segunda cavidad 41 y es sustancialmente complementaria a la segunda superficie de referencia 10a del segundo molde maestro 10. El segundo molde 36 comprende también una o más segundas paredes laterales 36b que son sustancialmente complementarias a las segundas paredes laterales 11 del segundo molde maestro 10 y sustancialmente perpendiculares a la segunda interfaz 36a. Tal y como se puede comprobar en las figuras, las segundas paredes laterales 36b se proyectan desde la segunda interfaz 36a, de modo que el segundo molde 36 tiene sustancialmente forma de cuba. Los segundos orificios 42 y los terceros orificios 43 son dispuestos en la segunda interfaz 36a del segundo molde 36 en correspondencia con los segundos cojinetes 37 y los terceros cojinetes 38, respectivamente, es decir, con segundos pasadores 12 y terceros pasadores 13 del segundo molde maestro 10. Los cuartos orificios 44 y los quintos cojinetes 40 conducen en su lugar a la segunda cavidad 41, con los quintos cojinetes 40 dispuestos a ras de la segunda cavidad 41.

Las distancias existentes entre las interfaces 16a, 36a y los cojinetes 20, 37 ó 38, o entre la cavidad 41 y el cuarto cojinete 39 son de más de 0,2 mm.

Una o más nervaduras 45, preferiblemente elaboradas de un material compuesto, en particular con fibras de carbono, son fijadas al segundo molde 36 en el lado contrario a la segunda interfaz 36a, en particular por medio de adhesivo y/o de otras capas 46 de prepreg aplicadas a horcajadas sobre las segundas nervaduras 45 y el segundo molde 36, así como presionadas y curadas con una bolsa de vacío en una autoclave. Las segundas nervaduras 45 forman una red y quedan preferiblemente unidas a las segundas paredes laterales 36b del segundo molde 36. Los segundos dispositivos de centrado 47 y/o el segundo dispositivo mecánico de cierre 48, por ejemplo, cierres de palanca, quedan fijados fuera de las segundas paredes laterales 36b del segundo molde 36 en posiciones sustancialmente correspondientes a los primeros dispositivos de centrado 33 y a los primeros dispositivos mecánicos de sujeción 34, respectivamente, del primer molde 16.

Las nervaduras 31, 45 son preferiblemente aplicadas a los moldes 16, 36 antes de extraer dichos moldes de los moldes maestros 3, 10 correspondientes.

Haciendo referencia a las figuras 13 y 14, se observa que una quinta fase operativa del proceso comprende el preconformado y la disposición de uno o más sustratos 49 en la primera cavidad 24 del primer molde 16 y/o en la segunda cavidad 41 del segundo molde 36. Los terceros cojinetes 38 del segundo molde 36 están provistos de inyectores 50 conectados a entradas 51. La distancia entre los dos inyectores adyacentes 50 es de entre 400 y 1500 mm. El cuarto cojinete 39 del segundo molde 36 está provisto de una boca de succión 52 conectada a una salida 53. Los quintos cojinetes 40 del segundo molde 36 están provistos de extractores 54. Los sustratos 49 comprenden capas de fibras, en particular fibras de carbono, que están secas, es decir, acopladas con una cantidad de resina que puede ser de entre 0 y 10 %, preferiblemente de 5 %, en peso.

El primer molde 16 se alinea entonces con el segundo molde 36 por medio de dispositivos de centrado 33, 47, tras lo cual el primer molde 16 se aprieta al segundo molde 36 por medio de tornillos 55 insertados en los segundos cojinetes 37 y atornillados en los primeros cojinetes 20, así como por dispositivos mecánicos de cierre 34, 48 que se acoplan mutuamente para formar una unidad de molde que comprende el primer molde 16 y el segundo molde 36. Otras realizaciones pueden comprender exclusivamente los cojinetes 20, 37, exclusivamente dispositivos mecánicos de sujeción 34, 38 y/u otros dispositivos mecánicos de sujeción. Los moldes 16, 36 son impulsados el uno contra el otro de manera que las interfaces 16a y 36a estén en contacto la una con la otra, presionando así la junta 29 para cerrar herméticamente los moldes 16, 36.

En una sexta fase operativa del proceso, los moldes 16, 36 se calientan a una temperatura de entre 25 y 70 °C, preferiblemente a 60 °C, tras lo cual la resina calentada a una temperatura de entre 40 y 70 °C, en particular, 60 °C, se inyecta a una presión de entre 0,5 y 3,5 bares, en particular entre 1,5 y 2,5 bares, en las cavidades 24, 41, entre el primer molde 16 y el segundo molde 36 a través de las entradas 51, inyectores 50, pozos 27, primeros canales 25 y la hendidura 30. Las flechas de la figura 14 muestran el camino seguido por la resina hasta que alcanza e impregna totalmente los sustratos 49. De forma simultánea, se aspira el aire de la boca de succión 52 y de la salida 53 hasta que la resina deja de alcanzar la boca de succión 52, tras lo cual se interrumpe la inyección de resina. Cuando la resina se inyecta en las cavidades 24, 41, las zonas de entrada de la resina, es decir, la hendidura 30, están en un nivel inferior con respecto a las zonas de evacuación, es decir, la boca de succión 52. Durante dicha evacuación, la presión en las cavidades 24, 41 en los espacios no alcanzados por la resina es inferior a 0,5 bar, en particular, es de entre 0,001 y 0,02 bares.

Una vez completada la inyección de la resina, los moldes 16, 36 se colocan en un horno o autoclave y se calientan lentamente (de 2 a 4 °C por minuto) desde la temperatura de inyección hasta una temperatura de curado de entre 90 a 100 °C, que se mantiene durante, aproximadamente, una hora, tras lo cual se aumenta hasta una temperatura de pos-curado de entre 120 y 160 °C, que se mantiene durante dos horas. Al final del ciclo de curado, los moldes 16, 36 se enfrían a una temperatura de entre 40 y 70 °C y se abren, para que el producto final 1, que comprende los sustratos 49 incorporados en la resina curada, pueda extraerse, en particular mediante extractores 54, para ser recortado y limpiado. El ciclo de curado y pos-curado depende de las características químicas de la resina empleada para impregnar el tejido seco.

Haciendo referencia a la figura 15, se observa que durante la preparación del segundo molde 36, se atornilla un inyector de rosca externa 50 en un tercer cojinete 38 ya incorporado en el segundo molde 36 para impulsar una primera junta anular 56 dispuesta entre el inyector 50 y el tercer cojinete 38. La entrada 51 se inserta entonces en el inyector 50 y se bloquea por medio de un aro 57 que se atornilla en el inyector 50, de modo que se impulsa una segunda junta anular 58 contra la entrada 51. La boca de succión 52 y la entrada 53 tienen la misma estructura y el mismo funcionamiento que el inyector 50 y la salida 51.

Haciendo referencia a la figura 16, se observa que durante la preparación del segundo molde 36, un pistón 59 provisto de un vástago 60 es insertado en un quinto cojinete 40 ya dispuesto en el segundo molde 36 para impulsar una tercera junta anular 61 alojada en un asiento cilíndrico elaborado en el quinto cojinete 40 para la cabeza del pistón 59. El vástago 60 del pistón está conectado a un aro roscado 62 que se enrosca en el quinto cojinete 40, de modo que al girar el aro roscado 62, la cabeza del pistón 59 se mueve axialmente para proyectarse desde el segundo molde 36.

Haciendo referencia a la figura 17, se observa que el primer dispositivo de centrado 33 comprende una primera cabeza cónica o frustocónica 63 que puede ajustarse axialmente por medio de un tornillo 64. Un resorte 65 permite una compresión axial de la primera cabeza 63 con respecto al tornillo 64 para absorber posibles impactos durante el acople de los moldes 16, 36. El segundo dispositivo de centrado 47 comprende una segunda cabeza 66 con un asiento cónico o frustocónico sustancialmente complementario a la primera cabeza 63. También la segunda cabeza 66 se puede ajustar axialmente por medio de un tornillo 67. La primera cabeza 63 y la segunda cabeza 66 pueden además moverse transversalmente al mover una primera placa 68 del primer dispositivo de centrado 33 y/o una segunda placa 69 del segundo dispositivo de centrado 47 para obtener, junto al ajuste axial, un acople perfecto de los moldes 16, 36 en las tres dimensiones. Las placas 68, 69 están provistas de un orificio para contener los tornillos 64, 67 en una forma axialmente deslizante.

En realizaciones alternativas, la porción funcional del primer molde o del segundo molde, es decir, la porción del molde que comprende las superficies volcadas hacia los sustratos 49 y que está en contacto con al menos una porción del producto final 1 al final del proceso, podría no comprender una cavidad, sino ser plana o, incluso, comprender una

protuberancia complementaria a la cavidad del otro molde. En dichos casos, las plantillas de los moldes maestros pueden ser planas y/o tener cavidades. En otras realizaciones, el segundo molde puede estar provisto de los primeros canales y/o del segundo canal, mientras que el primer molde puede estar provisto de los extractores, los inyectores y/o la boca de succión. Las unidades de moldeo de acuerdo con las demás realizaciones pueden comprender más de dos moldes complementarios unidos mutuamente por medio de dispositivos mecánicos de sujeción.

Haciendo referencia a la figura 18, se observa que, por ejemplo, en una segunda realización de la presente invención, el primer molde 16 está provisto de extractores 54 y es sustancialmente plano, es decir, carece de una cavidad para los sustratos 49, mientras que el segundo molde 36 está provisto de la cavidad para los sustratos 49 y de un canal 26 para la junta 29.

Los expertos en la técnica podrán llevar a cabo otras modificaciones y adiciones a las realizaciones aquí descritas e ilustradas, manteniéndose aun así dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la fabricación de productos (1) elaborados de materiales compuestos, **caracterizado por** comprender las siguientes fases operativas:

- la disposición de uno o más sustratos (49) en al menos una cavidad (24, 41) de al menos un molde (16, 36) elaborado de un material compuesto;

- el cierre hermético del molde (16, 36) por medio de dispositivos mecánicos de sujeción (20, 34, 37, 48, 55), comprendiendo una pluralidad de cojinetes (20, 37) incorporados en el molde (16, 36);

- la evacuación de la cavidad (24, 41) y la inyección de resina en la cavidad (24, 41) a una presión comprendida entre los 0,5 y los 3,5 bares, en particular, comprendida entre 1,5 y 2,5 bares, de manera que los sustratos (49) queden impregnados de la resina inyectada;

- el calentamiento del molde (16, 36) para curar la resina que impregna los sustratos (49) en la cavidad (24, 41).

2. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el molde (16, 36) es calentado en un horno o en una autoclave cuando la resina es curada.

3. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el molde (16, 36) es calentado, en particular a una temperatura comprendida entre los 25 y los 70 °C, antes de inyectar la resina.

4. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la resina se inyecta en la cavidad (24, 41) a una presión inferior a 2 bares e igual o superior a 1,5 bares.

5. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, durante la evacuación, la presión en los espacios de la cavidad (24, 41) a la que no llega la resina es inferior a 0,5 bar, en particular, de entre 0,001 y 0,02 bar.

6. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, tras el curado de la resina, el molde (16, 36) es enfriado y abierto a una temperatura de entre 40 y 70 °C.

7. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la cavidad (24, 41) está comprendida entre al menos dos moldes complementarios (16, 36) elaborados de un material compuesto.

8. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una pluralidad de cojinetes (38, 39, 40) adicionales son incorporados en el molde (16, 36).

9. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una pluralidad de dichos cojinetes (20) de los cojinetes (38, 39, 40) adicionales son roscados.

10. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en la reivindicación 9, **caracterizado por que** la distancia entre los dos cojinetes adyacentes (20, 37) de un molde (16, 36) es de entre 35 y 100 mm.

11. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado por que** uno o más inyectores (50) para la inyección de resina y/o al menos una boca de succión (52) están atornillados en uno o más de los mencionados cojinetes (38, 39) adicionales incorporados en el molde (36).

12. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en las reivindicaciones 11, **caracterizado por que** se inserta una entrada (51) o una salida (53) en el inyector (50) o en la boca de succión (52), respectivamente, y se bloquea por medio de un aro (57) atornillado en el inyector (50) o en la boca de succión (52) para impulsar una junta anular (58) contra la entrada (51) o la salida (53).

13. Proceso de acuerdo con lo reivindicado una de las reivindicaciones 8 - 12, **caracterizado por que** uno o más extractores (54) para extraer un producto final (1) de la cavidad (24, 41) son atornillados en uno o más de los mencionados cojinetes (40) incorporados en el molde (16, 36).

14. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en la reivindicación 13, **caracterizado por que** los extractores (54) comprenden un pistón (59, 60) conectado a un aro roscado (62) que se atornilla en el cojinete (40), de manera que, rotando el aro roscado (62), la cabeza del pistón (59) se mueve axialmente para sobresalir del molde (16, 36).

15. Proceso de acuerdo con lo reivindicado en una de las reivindicaciones 9 - 14, **caracterizado por que** los cojinetes roscados (20) son incorporados en el molde (16), que se aprieta a un molde adicional (36) por medio de tornillos (55)

que se insertan en los cojinetes no roscados (37) incorporados en el molde adicional (36) y se atornillan en los mencionados cojinetes roscados (20).

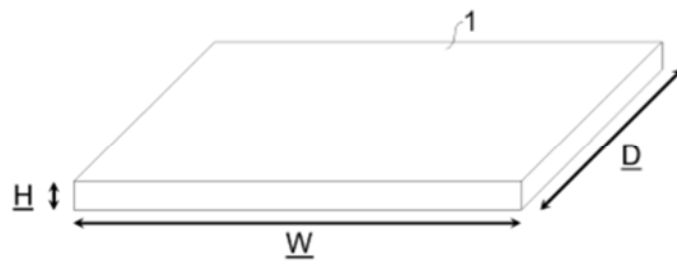


Fig.1

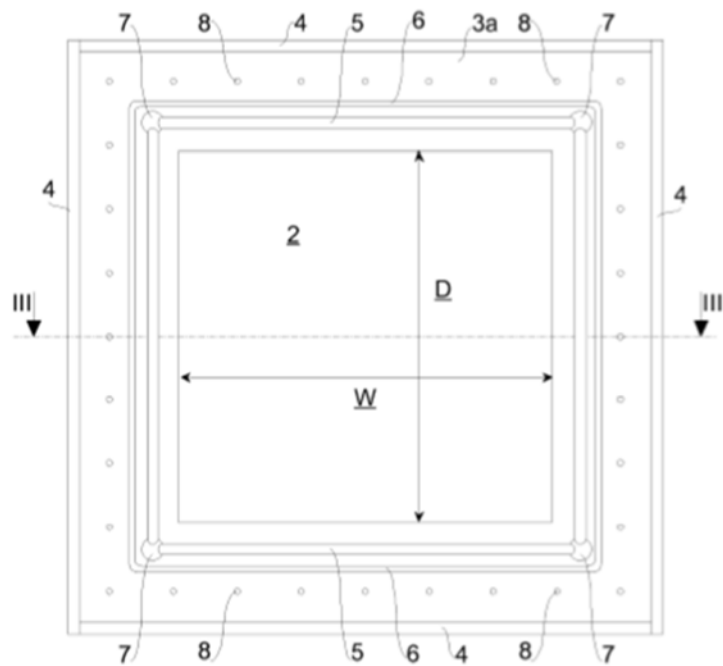


Fig.2

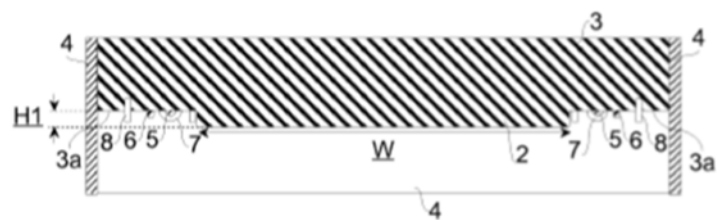


Fig.3

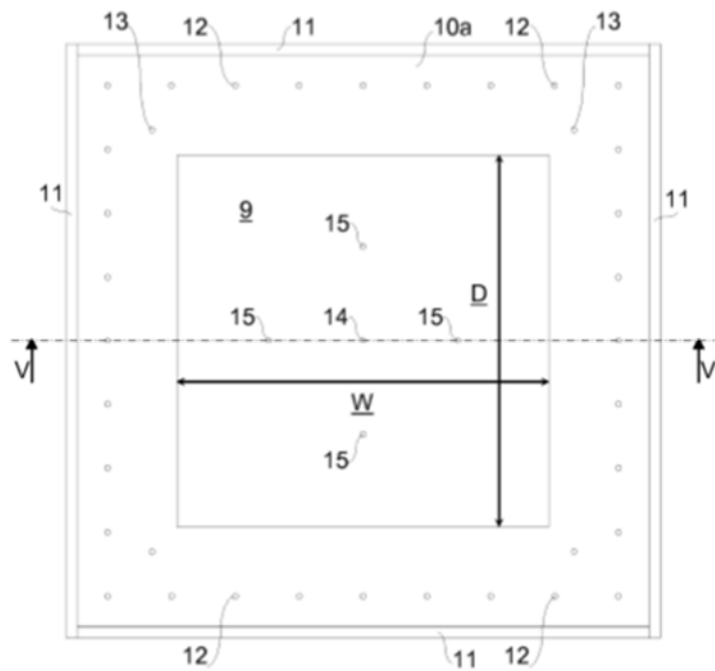


Fig.4

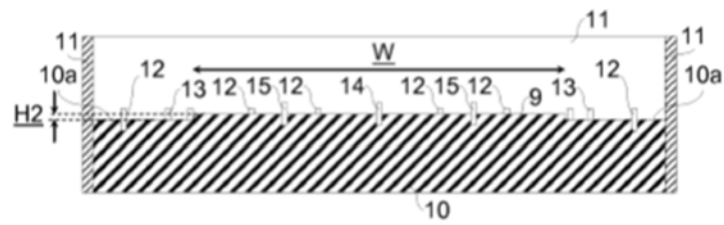


Fig.5

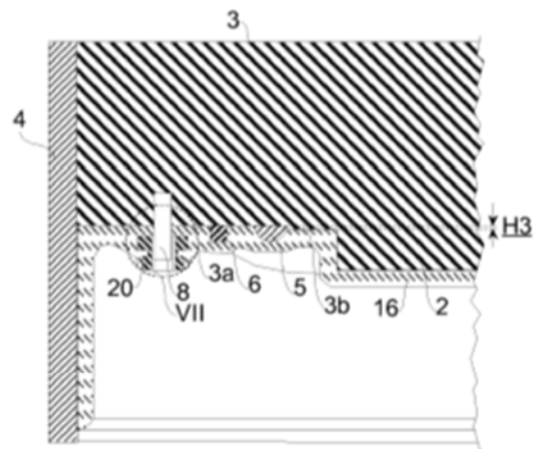


Fig.6

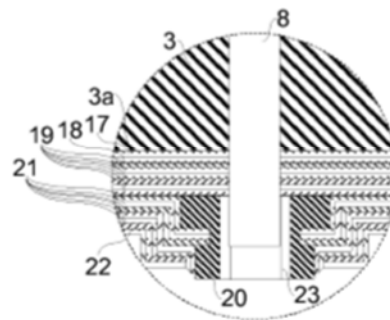


Fig.7

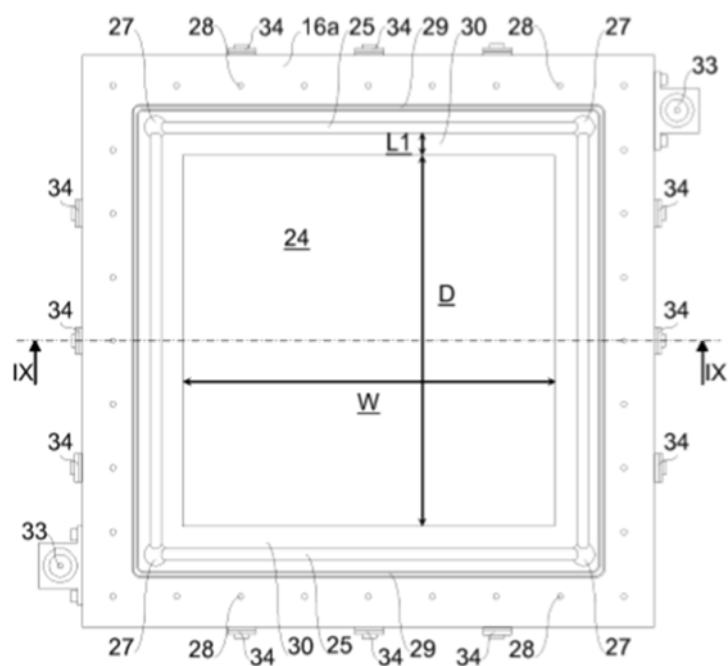


Fig.8

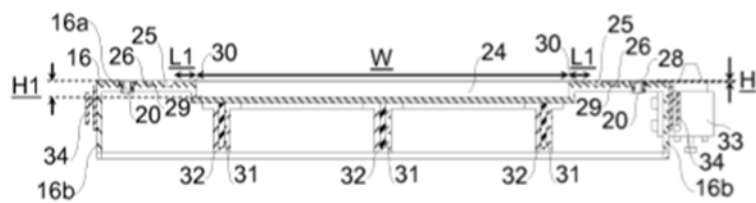


Fig.9

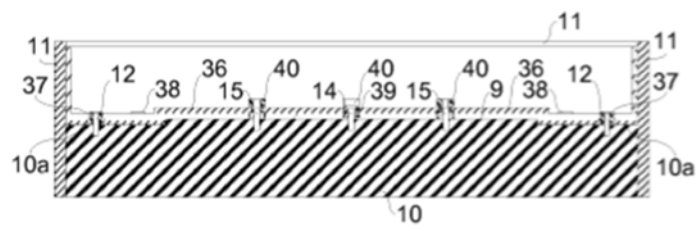


Fig.10

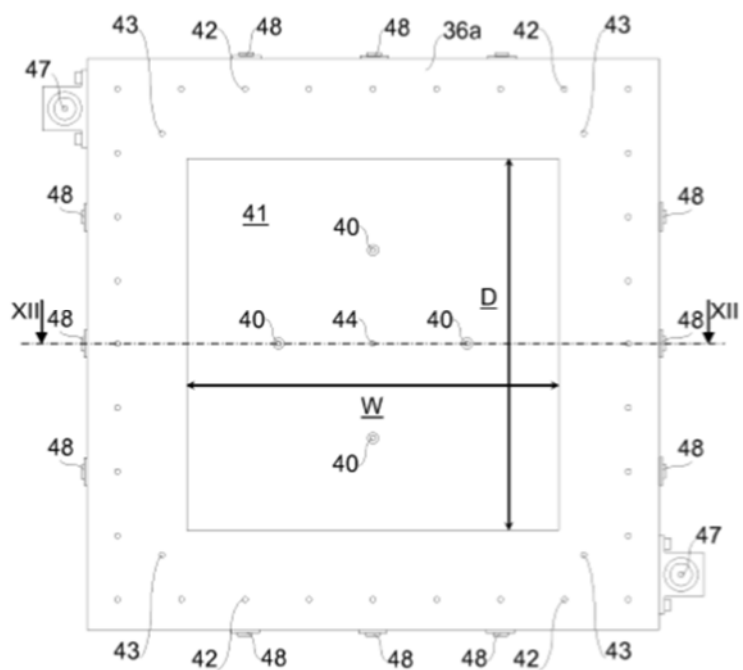


Fig.11

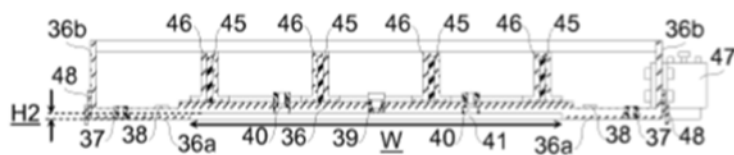


Fig.12

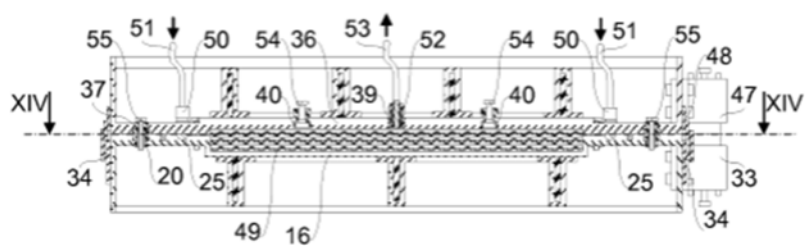


Fig.13

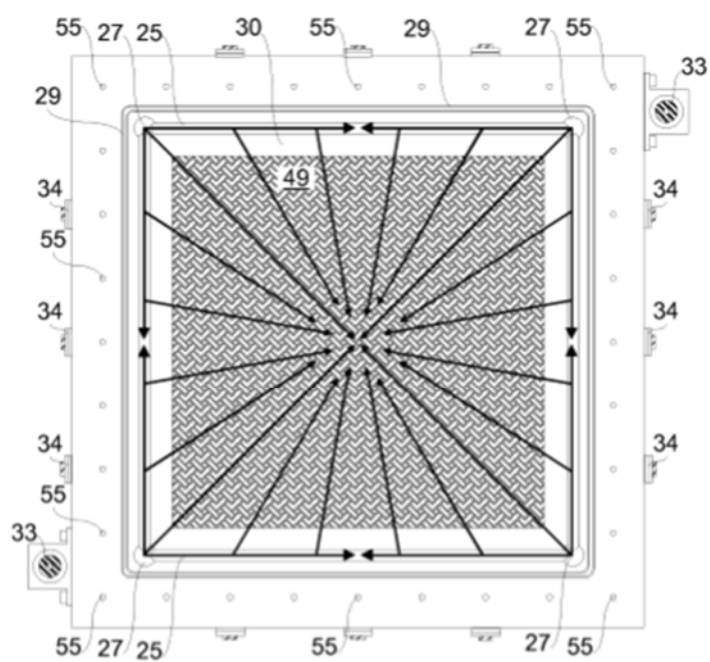


Fig.14

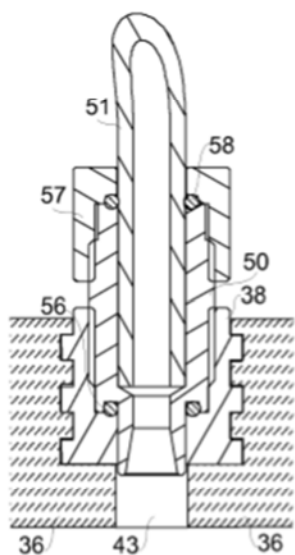


Fig. 15

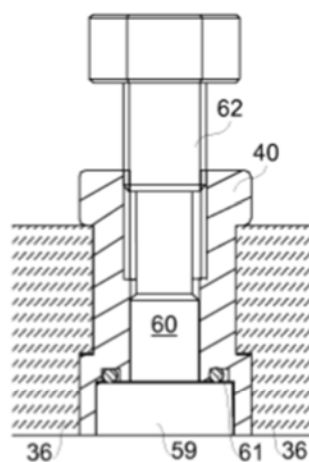


Fig. 16

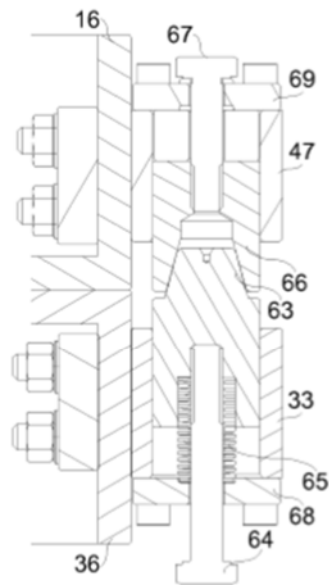


Fig.17

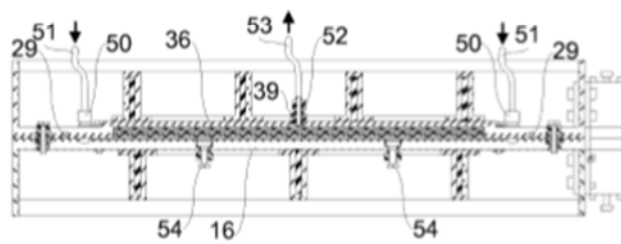


Fig.18