

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 327**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 70/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2012 E 12709497 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 2681037**

54 Título: **Procedimiento para la producción de un elemento constructivo de material compuesto de fibra**

30 Prioridad:

04.03.2011 AT 2952011

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

19.02.2015

73 Titular/es:

**FACC AG (100.0%)
Fischerstrasse 9
4910 Ried im Innkreis, AT**

72 Inventor/es:

**SCHNEIDERBAUER, GERNOT y
KOCH, OLAF**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 529 327 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

Procedimiento para la producción de un elemento constructivo de material compuesto de fibra

La invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

5 En el estado de la técnica se conocen los más diversos procedimientos de infusión para la producción de elementos constructivos de material compuesto de fibra, impregnándose un material de fibra seco con un material de matriz, que se aspira mediante la aplicación de un vacío a una cámara sellada. El material de fibra, que representa una preforma o producto semiacabado del elemento constructivo de material compuesto acabado, puede estar formado, en función de la realización, por una tela multiaxial, un tejido o por capas unidireccionales. Esta preforma se dispone en una herramienta, que define el lado de elemento constructivo enfrentado del elemento constructivo de material compuesto de fibra. En el lado opuesto del elemento constructivo de material compuesto se dispone una estructura de vacío, que en función de la realización, presenta diferentes láminas, tejido rasgable y membranas.

10 Por el documento EP 1 181 149 B1 se conoce un procedimiento de inyección para la producción de un elemento constructivo de plástico reforzado con fibra a partir de un producto semiacabado de material compuesto de fibra seco, que se dispone sobre una herramienta. El elemento constructivo de material compuesto de fibra se cubre con una membrana semipermeable para la formación de una cámara de infusión, que es permeable a los gases, pero sin embargo impide el paso de material de matriz. Así mismo, puede disponerse un tejido rasgable y un medio auxiliar de flujo. Esta disposición se cubre con una lámina impermeable a los gases, que está sellada por medio de una empaquetadura sobre la herramienta, de modo que se forma una segunda cámara, que se conecta con una conducción de vacío. Por lo tanto, se usan para ello dos cámaras separadas para garantizar una ventilación que cubre toda la superficie de la tela de fibras e impedir la entrada de material de matriz en la conducción de vacío.

15 Por el documento EP 2 119 544 A1 y el documento WO 2009/060347 A1 se conocen procedimientos para la producción de elementos constructivos de material compuesto con las características del preámbulo de la reivindicación 1, en los que el material compuesto de fibra está dotado en la zona de la herramienta de moldeo de una estructura de lámina para controlar la entrada o salida del material de matriz.

20 En el documento US 5.601.852 se describe un procedimiento de infusión adicional, en el que el elemento constructivo de material compuesto se produce sobre un soporte sólido, que se sella con una bolsa de vacío que forma canales de conducción de alimentación especiales, individuales.

25 Los procedimientos conocidos son en principio muy adecuados para producir elementos constructivos de material compuesto de fibra cualitativamente de alta calidad, sin embargo chocan contra sus límites cuando estructuras de gran superficie deben dotarse de perfiles de refuerzo. En este caso, en los procedimientos conocidos, son necesarios estructuras de vacío y disposiciones de lámina o de membrana complejas y costosas. A este respecto existe en particular el riesgo de que se produzcan permeabilidades localizadas, la rotura de las láminas o el llenado temprano de las conducciones de vacío con material de matriz. Esta problemática se dificulta adicionalmente cuando se preestablecen estrechas tolerancias para la geometría de los perfiles (ubicación, posición, grosor, altura, etc.).

30 Por consiguiente, el objetivo de la presente invención se basa en crear un procedimiento del tipo expuesto al principio que esté mejorado con respecto a los problemas explicados anteriormente. Por lo tanto, se proporcionará en particular un procedimiento fácil de realizar, que sea muy adecuado para la producción de elementos constructivos de material compuesto de fibra con perfiles de refuerzo, incluso en mayor número y con trazado complicado. Así mismo se creará una disposición de herramienta sencilla desde el punto de vista constructivo para su uso en un procedimiento de este tipo.

Este objetivo se resuelve mediante un procedimiento tal como se indica en la reivindicación 1.

35 Por consiguiente, al aplicarse una presión negativa a la cámara sellada se aspiran aire y resina entre las partes de herramienta de la herramienta de moldeo a través del perfil de refuerzo. Después de la impregnación del perfil de refuerzo se conduce la corriente de aire o de resina que sale hasta el canal de aspiración en la herramienta de moldeo, que conecta con la entalladura central de la herramienta de moldeo. El canal de aspiración, que está diseñado convenientemente como rebaje integral de la herramienta de moldeo, presenta una sección transversal comparativamente pequeña con respecto a la entalladura central de la herramienta de moldeo, llegando la corriente de aire o de resina introducida hasta la abertura de aspiración de la herramienta de moldeo, que está conectada al equipo de vacío. Con ello se garantiza de manera ventajosa que pueda llegar aire y resina, sólo después de penetrar completamente en la preforma, que se compone de la tela de fibras y el perfil de refuerzo, a la conducción de vacío. Esto permite en particular que la preforma pueda presentar por lo menos una sección libre de una membrana semipermeable, es decir, permeable al aire pero impermeable a la resina, preferentemente en la zona del por lo menos un perfil de refuerzo. Por lo tanto, pueden evitarse de manera fiable los problemas que aparecen en el estado de la técnica, en especial la disposición complicada y propensa a fallos de la membrana semipermeable en la zona de los elementos de refuerzo así como una penetración indeseada de resina en la conducción de vacío antes de la penetración completa en la preforma. Por lo tanto, pueden producirse elementos constructivos de material compuesto de fibra cualitativamente de alta calidad para disposiciones y configuraciones de distintos tipos de los perfiles de refuerzo. Así mismo pueden reducirse considerablemente de manera ventajosa productos defectuosos.

- 5 Para impedir una entrada de resina en la conducción de vacío, la conducción de vacío presenta un filtro de membrana permeable al aire e impermeable a resina en estado seco, que está adaptado para pasar a un estado esencialmente estanco al aire en el caso de una impregnación con resina. Después de la impregnación completa del producto semiacabado de fibra, la resina llega a través del canal de aspiración hasta la conducción de vacío, que presenta el filtro de membrana. Al humedecerse por completo con resina se cierra el filtro de membrana, mediante lo cual se interrumpe la aspiración de aire. Por lo tanto, se consigue una aspiración de aire de auto-regulación. Preferentemente la conducción de vacío o el equipo de vacío conectado a la misma presentan medios de detección, que están adaptados para detectar una variación de presión en la conducción de vacío. Cuando el filtro de membrana con al impregnarse con resina pasa al estado impermeable al aire, se provoca con ello un aumento de presión en la conducción de vacío, que puede detectarse con los medios de detección, para establecer la impregnación completa del producto semiacabado de fibra. Esta disposición del filtro de membrana en la conducción de vacío es en particular ventajosa cuando el procedimiento se lleva a cabo en una cámara cerrada, de modo que no puede observarse directamente el progreso en la producción del elemento constructivo de material compuesto de fibra. Las membranas semipermeables o filtros de membrana de este tipo se conocen en el estado de la técnica en otro contexto. En una realización preferida del filtro de membrana, que se conoce por la ropa deportiva, está previsto un revestimiento de silicona delgado, que se extiende en el proceso de producción de tal manera que se generan poros finos, que son permeables al aire, pero sin embargo impermeables para un líquido, en el presente caso resina. Al contacto con resina se cierran poco a poco los poros, de modo que la membrana pasa al estado estanco al aire. El revestimiento de silicona puede estar conectado con una capa de soporte en forma de un tejido.
- 10
- 15
- 20 Para garantizar una impregnación completa del perfil de refuerzo en intervalos de tiempo comparativamente cortos, es favorable cuando la aspiración de resina y aire tiene lugar a través de la abertura de aspiración en el lado superior alejado del molde de soporte de la herramienta de moldeo. Por lo tanto, la herramienta de moldeo presenta en su lado superior una abertura de aspiración formada en particular como rebaje de la herramienta de moldeo, de modo que llega aire y resina después del paso a través del perfil de refuerzo a través del canal de aspiración en el lado exterior de la herramienta de moldeo. La abertura de aspiración se conecta de manera adecuada con la conducción de vacío, para mantener la presión de aspiración en el interior de la herramienta de moldeo.
- 25
- 30 Para la ventilación del perfil de refuerzo es ventajoso cuando en el canal de aspiración se aspiran aire y resina por lo menos por secciones esencialmente en perpendicular al plano longitudinal de la tela de fibras. Para ello puede aspirarse resina y aire de manera eficiente de la tela de fibras a través del perfil de refuerzo en el canal de aspiración y se transportan a través del canal de aspiración que transcurre por lo menos por secciones en perpendicular al plano longitudinal de la tela de fibras para la abertura de aspiración en el lado exterior de la herramienta de moldeo, a la que por medio de la conducción de vacío lleva se aplica una presión negativa.
- 35 Para favorecer la ventilación del producto semiacabado de fibra, es favorable cuando se dispone una conducción de vacío adicional, en particular en una zona de borde de la tela de fibras. El número de las conducciones de vacío usadas depende prioritariamente de las dimensiones del elemento constructivo de material compuesto de fibra así como del número y de la naturaleza de los perfiles de refuerzo.
- 40 Con respecto a una disposición con ahorro de piezas, fácil de instalar para la producción del elemento constructivo de material compuesto de fibra es ventajoso cuando la conducción de vacío adicional dispuesta en la zona de borde de la tela de fibras se reúne con la conducción de vacío conectada con el canal de aspiración en la herramienta de moldeo en una conducción principal común. Por consiguiente, la aspiración tiene lugar en por lo menos dos sitios del producto semiacabado de fibra, estando conectadas las conducciones de vacío con la conducción principal común, que se conectan para la generación de la presión negativa al equipo de vacío.
- 45 Convenientemente, en una zona libre de la herramienta de moldeo, en particular en una zona de borde del elemento constructivo de material compuesto de fibra, está dispuesta una estructura de membrana o de tejido, que presenta una membrana de distribución y/o un tejido rasgable. Una estructura de membrana o de tejido de este tipo se conoce en principio en el estado de la técnica. La aspiración de aire y resina en la herramienta de moldeo permite sin embargo prescindir de una membrana semipermeable para la separación de una cámara de infusión de una cámara de ventilación o para utilizar una membrana semipermeable de este tipo exclusivamente en la zona de borde del elemento constructivo de material compuesto de fibra, mientras que las zonas restantes del elemento constructivo de material compuesto de fibra pueden estar libres de membrana semipermeable.
- 50 Para la formación de una cámara de infusión cerrada estanca al aire en el interior de la lámina estanca al aire es favorable cuando la membrana de distribución se sella en la zona de borde de la tela de fibras con respecto al molde de soporte.
- 55 Para la realización del procedimiento está previsto convenientemente que la aspiración de resina se lleve a cabo en un horno bajo aporte de calor. Cuando el procedimiento se lleva a cabo en el horno, no puede establecerse sin más, si ha concluido la impregnación de la tela de fibras. Tal como ya se describió anteriormente es por lo tanto especialmente ventajoso cuando en la conducción de vacío está dispuesto un filtro de membrana semipermeable, que al contacto con resina pasa a un estado cerrado, estanco al aire. Por lo tanto, se interrumpe automáticamente la aspiración de aire después de la impregnación completa de la tela de fibras o del perfil de refuerzo, tan pronto como la resina llega al filtro de membrana en la conducción de vacío.
- 60

- El procedimiento de acuerdo con la invención puede llevarse a cabo con una disposición de herramienta con un molde de soporte para el alojamiento de la tela de fibras plana, y una herramienta de moldeo con partes de herramienta correspondientes, que en estado cerrado forman una entalladura para el alojamiento de un perfil de refuerzo para la tela de fibras, en la que la herramienta de moldeo presenta un canal de aspiración conectado con la entalladura para el alojamiento del perfil de refuerzo, que puede conectarse a través de una abertura de aspiración formada en la herramienta de moldeo con una conducción de vacío para la aspiración de aire. En el estado de la técnica se conocen herramientas de moldeo para su uso en un procedimiento de infusión en las más diversas realizaciones. La herramienta de moldeo presenta por lo menos dos partes de herramienta que cooperan, que forman una entalladura central para comprimir un perfil de refuerzo alojado en la misma, conformado de manera correspondiente. La herramienta de moldeo presenta así mismo por lo menos un canal de aspiración que está formado como rebaje por lo menos de una parte de herramienta de la herramienta de moldeo. El canal de aspiración conecta la entalladura para el perfil de refuerzo con la abertura de aspiración, que puede conectarse al equipo de vacío. Los efectos o ventajas que pueden conseguirse con ello corresponden esencialmente a los del procedimiento explicado anteriormente, de modo que con el fin de evitar repeticiones puede remitirse a estas realizaciones.
- Para mejorar la aspiración de aire y resina a través de la herramienta de moldeo, está previsto preferentemente que la abertura de aspiración esté diseñada como rebaje de la herramienta de moldeo en el lado superior alejado del molde de soporte de la herramienta de moldeo. En la posición de funcionamiento de la herramienta de moldeo está dispuesto el eje longitudinal del canal de aspiración de manera preferente esencialmente en perpendicular al plano longitudinal del molde de soporte.
- De acuerdo con una forma de realización preferida, la herramienta de moldeo presenta en estado cerrado una entalladura esencialmente rectangular en la sección transversal para comprimir una parte en forma de nervio del perfil de refuerzo. Para la formación de un elemento de trancañil puede estar previsto en particular un perfil de refuerzo en forma de T, que refuerza por ejemplo en un ala de avión una estructura de ala de gran superficie, generada por la tela de fibras plana.
- Naturalmente, sin embargo pueden estar previstas también otras configuraciones, conocidas por sí mismas, en el estado de la técnica, de la herramienta de moldeo, para prever perfiles de refuerzo correspondientes. Por consiguiente, en una forma de realización preferida alternativa está previsto que la herramienta de moldeo en estado cerrado presente una entalladura esencialmente en forma de L en la sección transversal para comprimir una parte conformada de manera correspondiente del perfil de refuerzo. Con ello puede producirse en particular un perfil de refuerzo denominado LZ.
- En una forma de realización preferida está previsto que estén previstas por lo menos dos herramientas de moldeo para comprimir en cada caso un perfil de refuerzo, entre las que está dispuesto por lo menos un bloque de separación, que presenta un canal de alimentación de resina que puede conectarse con la conducción de alimentación de resina. La pieza de separación está adaptada por una parte para fijar herramientas de moldeo adyacentes en la posición prevista; así mismo, la alimentación de resina puede tener lugar mediante las piezas de separación, introduciéndose la resina a través del canal de alimentación de resina en la zona de la tela de fibras en la cámara sellada.
- Para la alimentación de resina es favorable cuando el canal de alimentación de resina del bloque de separación presenta una sección que transcurre esencialmente en perpendicular al plano longitudinal de la tela de fibras, que puede conectarse con la conducción de alimentación de resina, y una sección que transcurre esencialmente en paralelo al plano longitudinal de la tela de fibras para la introducción de resina. La introducción de resina tiene lugar por lo tanto de manera tangencial o en paralelo al plano longitudinal de la tela de fibras, mediante lo cual puede conseguirse una impregnación conveniente de la tela de fibras.
- La invención se explica aún en más detalle a continuación por medio de ejemplos de realización representados en las figuras, a los que sin embargo no debe limitarse. En detalle muestran en el dibujo:
- la Figura 1 una vista en corte esquemática a través de una estructura para la producción de un elemento constructivo de material compuesto de fibra en el procedimiento de infusión de acuerdo con una forma de realización de la invención, aspirándose una corriente de aire o de resina a través de un perfil de refuerzo en forma de T en una herramienta de moldeo, que presenta un canal de aspiración conectado con por lo menos una conducción de vacío;
- la Figura 2 una vista en corte correspondiente a la Figura 1 de una estructura para la producción de un elemento constructivo de material compuesto de fibra, previéndose de acuerdo con una forma de realización adicional de la invención un perfil de refuerzo LZ;
- la Figura 3 una vista en corte esquemática a través de una estructura de acuerdo con la invención para la producción de un elemento constructivo de material compuesto de fibra, disponiéndose en una zona de borde del elemento constructivo de material compuesto de fibra una membrana permeable al aire e impermeable a resina;

la Figura 4 esquemáticamente un corte a través de la disposición de herramienta en la zona del canal de aspiración, colocándose en un lado superior de la herramienta de moldeo que presenta la abertura de aspiración del canal de aspiración, una pieza de conexión, a la que se conecta la conducción de vacío;

5 la Figura 5a y la Figura 5b en cada caso una vista esquemática de la conducción de vacío, que presenta un filtro de membrana permeable al aire e impermeable a resina en estado seco (véase la Figura 5a), que al impregnarse con resina pasa a un estado esencialmente estanco al aire (véase la Figura 5b);

10 la Figura 6 una vista en corte, en perspectiva, en la zona de un canal de aspiración de una herramienta de moldeo, de la disposición de herramienta con elemento constructivo de material compuesto de fibra alojado en la misma, estando separadas herramientas de moldeo adyacentes mediante bloques de separación, que presentan un canal de alimentación de resina que puede conectarse con la conducción de alimentación de resina;

la Figura 7 el detalle A rodeado con un círculo en la Figura 6 en escala en cambio ampliada;

la Figura 8 una vista en perspectiva de la disposición de herramienta correspondiente a la Figura 6 con un corte en la zona del canal de alimentación de resina de un bloque de separación;

15 la Figura 9 el detalle B rodeado con un círculo en la Figura 8 en escala en cambio ampliada;

la Figura 10 una vista desde arriba de la disposición de herramienta de acuerdo con las Figuras 6 a 9;

la Figura 11 una vista en proyección de la disposición de herramienta de acuerdo con la Figura 6 a la Figura 10;
y

20 la Figura 12 un diagrama esquemático de la evolución de temperatura (arriba) o de la evolución de la presión (abajo) durante la producción del elemento constructivo de material compuesto de fibra.

En la Figura 1 y la Figura 2 está representada en cada caso una estructura para la producción de un elemento constructivo de material compuesto de fibra 1 en el procedimiento de infusión, estando dispuesta sobre un molde de soporte 2, que sólo está representado esquemáticamente, una tela de fibras plana 3 en particular de fibras de carbono, que forma por ejemplo un campo de forro. En un lado alejado del molde de soporte 2 del elemento constructivo de material compuesto de fibra 1 se dispone por lo menos un perfil de refuerzo 5, que sobresale del plano longitudinal de la tela de fibras 3. Al comienzo la tela de fibras 3 y el perfil de refuerzo 5 se encuentran como producto semiacabado o como preforma de fibra seco, que se impregna con resina para la formación del elemento constructivo de material compuesto de fibra 1. El perfil de refuerzo 5 presenta de acuerdo con la forma de realización representada en la Figura 1, una parte en forma de nervio o en forma de trancanil 5' y una parte 5'' que se apoya sobre la tela de fibras 3, que forman conjuntamente un elemento constructivo de material compuesto de fibra 5 en forma de T.

La parte en forma de nervio o de trancanil 5' del perfil de refuerzo 5 se comprime entre partes de herramienta correspondientes 6 de una herramienta de moldeo 7. Para ello, la herramienta de moldeo 7 presenta una entalladura 8 correspondiente al perfil de refuerzo 5, en la que se aloja el perfil de refuerzo 5 (para una mejor vista general, la herramienta de moldeo 7 en las Figuras 1 a 3 esquemática está dibujada por separado del perfil de refuerzo 5; al comprimir, la herramienta de moldeo 7 se apoya sin embargo sobre el perfil de refuerzo, véanse las Figuras 7 a 11). En el ejemplo de realización mostrado, están previstos como partes de herramienta 6, bloques en forma de cuña, que sin embargo pueden presentar naturalmente también otra forma. Para la producción del elemento constructivo de material compuesto de fibra 1 en el procedimiento de infusión se forma por medio de por lo menos una lámina 9 estanca al aire (también denominada bolsa de vacío) que rodea la tela de fibras 3 y el perfil de refuerzo 5 una cámara 10 sellada hacia el molde de soporte 2. Para ello, en lados opuestos de la disposición de herramienta están previstas empaquetaduras 11 (representadas esquemáticamente). La cámara 10 se conecta con por lo menos una conducción de alimentación de resina 12 (representada esquemáticamente con una flecha), que puede presentar una válvula (de cierre) 13. La conducción de alimentación de resina 12 está conectada con un depósito de resina (no representado). La estructura presenta asimismo un equipo de vacío 14, que presenta por lo menos una conducción de vacío 15 que conduce desde la cámara 10, que se conecta con una máquina de vacío correspondiente (no mostrada) para la generación de una presión negativa. Mediante la aplicación de una presión negativa se aspira resina a través de la conducción de alimentación de resina 12 a la cámara 10. La resina aspirada se aspira a través de la tela de fibras 3 o a través del perfil de refuerzo 5, para impregnar con resina la tela de fibras 3 o el perfil de refuerzo 5 para la formación del elemento constructivo de material compuesto de fibra 1.

En procedimientos conocidos de este tipo, se ha comprobado que es difícil separar la impregnación de la preforma con material de matriz de la aspiración de aire. Para ello se usó en la mayoría de los casos una lámina semipermeable, es decir permeable al aire per impermeable para material de matriz, que se extiende por lo menos en un lado alrededor de la disposición de herramienta, para separar una cámara de infusión conectada con la alimentación de resina de una cámara de ventilación conectada con la conducción de vacío. Sin embargo esto ha resultado costoso y propenso a fallos en particular en el caso de estructuras de gran superficie, que se dotan de elementos de refuerzo complicados.

Por el contrario, en la realización mostrada, se aspira aire y resina entre las partes de herramienta 6 de la herramienta de moldeo 7 a través del perfil de refuerzo 5 a un canal de aspiración 16 formado en la herramienta de moldeo 7 (véanse la Figura 3 y la Figura 7), que conecta en el lado alejado del molde de soporte 2 del perfil de refuerzo 5 con la entalladura 8 entre las partes de herramienta 6 de la herramienta de moldeo 5. El canal de aspiración 16 se encuentra en conexión de conducción de aire y de resina, a través de una abertura de aspiración 17 formada en el lado superior de la herramienta de moldeo 7, con la conducción de vacío 15. En la Figura 2 puede verse así mismo una conducción de vacío adicional 15', que se dispone para favorecer la conducción de vacío 15 en una zona de borde de la tela de fibras 3. La conducción de vacío 15' puede reunirse en una conducción principal común (no representada) con la conducción de vacío 15 en contacto con el canal de aspiración 16 en la herramienta de moldeo 7, conectándose la conducción principal con una máquina de vacío común (no representada).

Tal como puede verse adicionalmente en la Figura 1 y la Figura 2, en una zona libre de la herramienta de moldeo 5 está prevista una estructura de membrana o de tejido 18, que presenta por lo menos un medio auxiliar de flujo o membrana de distribución 18', que puede fijarse por ejemplo con una cinta adhesiva. Así mismo puede estar previsto por debajo de la membrana de distribución 18' un tejido rasgable ("*peel-ply*"), que se coloca directamente sobre la superficie de elemento constructivo. La membrana de distribución 18' sirve para distribuir la resina aspirada sobre la superficie de elemento constructivo. El tejido rasgable facilita la retirada de la membrana de distribución 18' impregnada con material de matriz después de la terminación del elemento constructivo de material compuesto de fibra 1. Sin embargo, en la forma de realización mostrada no es necesario que una membrana semipermeable cubra toda la estructura, para separar una cámara de infusión de una cámara de ventilación.

Tal como puede verse esquemáticamente de manera adicional en la Figura 1 y la Figura 2, en las conducciones de vacío 15, 15' está dispuesto en cada caso un filtro de membrana 19 o 19', que esté adaptado en cada caso para pasar a un estado esencialmente estanco al aire al impregnarse con resina. La disposición del filtro de membrana 19, 19', cuya función se describe en detalle en relación con la Figura 5a, 5b, permite una autorregulación ventajosa del procedimiento de infusión, deteniéndose la aspiración de aire a través de las conducciones de vacío 15, 15', tan pronto como la resina descargada del canal de aspiración 16 llega a través de la conducción de vacío 15, 15' hasta el filtro de membrana 19, 19' respectivo.

En la Figura 2 puede verse una realización alternativa del perfil de refuerzo 5, que presenta una parte en forma de L 5', que conecta con una parte 5'' apoyada sobre la tela de fibras 3 en forma de escalones de la plana, de modo que se obtiene un perfil LZ. La entalladura 8 entre las partes de herramienta 6 está diseñada de manera correspondiente en forma de L.

En la Figura 3 puede verse en particular la zona de borde de la estructura. Por consiguiente, en la zona de borde del elemento constructivo de material compuesto de fibra 1 está dispuesta una membrana 20 semipermeable, es decir permeable al aire e impermeable a resina, que está sellada por medio de empaquetaduras 21 con respecto a la herramienta de moldeo 7 o el molde de soporte 2. Con ello se impide una entrada de resina prematura en la conducción de vacío 15'. Las secciones restantes del elemento constructivo de material compuesto de fibra 1, en especial en la zona de los perfiles de refuerzo 5 y en las zonas entre perfiles de refuerzo 5 adyacentes, pueden permanecer libres sin embargo de una membrana semipermeable de este tipo; en estas zonas se impide una entrada de resina prematura en la conducción de vacío 15 a través de la disposición explicada anteriormente del canal de aspiración 16 en la herramienta de moldeo 7.

La Figura 4 muestra una vista en corte de la estructura en la zona de la herramienta de moldeo 7, pudiendo verse el canal de aspiración 16 en contacto con la entalladura 8 por encima del perfil de refuerzo 5, que se encuentra conectado a través de la abertura de aspiración 17 con una pieza de conexión 22 (por ejemplo un perfil de silicona). La pieza de conexión 22 se extiende preferentemente a lo largo de toda la longitud del perfil de refuerzo 5. Preferentemente, cada perfil de refuerzo 5 presenta una pieza de conexión 22 propia para la conexión con el equipo de vacío 14. La pieza de conexión 22 está conectada, tal como puede verse esquemáticamente en la Figura 4, con la conducción de vacío 15, que presenta el filtro de membrana 19. La pieza de conexión 22 puede presentar paredes de separación (no mostradas) separadas en dirección longitudinal, que dividen el espacio interior de la pieza de conexión 22 en cámaras individuales, que están conectadas preferentemente en cada caso con un canal de aspiración 16 de la herramienta de moldeo 7. Después de la salida a través del perfil de refuerzo 5 fluyen aire y resina a través del canal de aspiración 16 hasta la pieza de conexión 22 y desde allí a la conducción de vacío 15. Cuando la resina llega a través de la conducción de vacío 15 hasta el filtro de membrana 19, se pasa el filtro de membrana al estado estanco al aire, de modo que se interrumpe la aspiración de aire. La caída de presión en la conducción de vacío 15 puede detectarse con medios de detección (no mostrados), para establecer el final del proceso de infusión. Esto conlleva en particular la ventaja cuando no es posible una observación directa del procedimiento de producción, lo que es el caso en particular, cuando el procedimiento se lleva a cabo en un horno bajo aporte de calor.

En la Figura 5a y la Figura 5b puede verse esquemáticamente la función del filtro de membrana 19; el filtro de membrana 19' está diseñado correspondientemente. Por consiguiente, la conducción de vacío 15 presenta una sección 15a conectada con la cámara 10, en especial con la pieza de conexión 22 dispuesta en la misma, que está conectada a través de una pieza de unión 23 con una sección 15b, que está conectada con la máquina de vacío. El filtro de membrana 19 está dispuesto en la pieza de unión 23. En estado abierto, que está representado en la Figura

5a, el filtro de membrana 19 es permeable para un flujo de resina ilustrado con una flecha 24 y para una corriente de aire ilustrada con una flecha 25. Para ello, el filtro de membrana 19 puede presentar poros finos, que se generan en la producción del filtro de membrana 19, 19' por ejemplo mediante sobreexpansión de un revestimiento de silicona delgado. Al humedecerse con resina, el filtro de membrana 19, 19' sigue siendo permeable al aire hasta que el filtro de membrana 19, 19' está completamente empapado, mediante lo cual se pierde la permeabilidad al aire. Por lo tanto, el filtro de membrana 19, 19' provoca en primer lugar un efecto de estrangulación, cuando los poros al contacto con resina se cierran poco a poco, antes de que el filtro de membrana 19, 19' en estado impermeable al aire adopta la función de una barrera de matriz de manera análoga a una válvula de autorregulación. En el estado estanco al aire representado en la Figura 5b se impide por lo tanto, tanto un paso de resina (flecha 24) como también un paso de aire (flecha 25) a la sección 15b de la conducción de vacío 15.

En la Figura 6 a la Figura 11 se muestran distintas vistas de la disposición de herramienta para su uso en el procedimiento de infusión descrito anteriormente.

Tal como puede verse en la Figura 6, para comprimir una pluralidad de perfiles de refuerzo 5 (la Figura 6 muestra por ejemplo tres perfiles de refuerzo 5) está previsto un número correspondiente de herramientas de moldeo 7, que se disponen sobre el molde de soporte 2. Entre las herramientas de moldeo 7 están dispuestos bloques de separación 26, que fijan las herramientas de moldeo 7 en la posición apropiada. Las herramientas de moldeo 7 presentan así mismo medios de ajuste, por ejemplo tornillos o abrazaderas, para comprimir perfil de refuerzo 5 alojado allí hasta el volumen nominal deseado.

Tal como puede verse en la vista detallada de acuerdo con la Figura 7, el canal de aspiración 16 está diseñado como rebaje integral de la herramienta de moldeo 7. En el ejemplo de realización mostrado, el canal de aspiración 16 transcurre esencialmente en perpendicular al plano longitudinal de la tela de fibras 3. El canal de aspiración 16 conecta a través de una abertura de entrada 27 con la zona de la entalladura 8 por encima del perfil de refuerzo 5 que permanece libre hacia el lado interior expuesto de la herramienta de moldeo 7; por lo tanto por encima del nervio de perfil del perfil de refuerzo 5 se forma un canal que transcurre en dirección longitudinal. El canal de aspiración 16 puede presentar por ejemplo una geometría de sección transversal circular, ovalada o rectangular.

En las Figuras 8 y 9, la disposición de herramienta se muestra en cada caso con un corte en la zona del bloque de separación 26. Por consiguiente, el bloque de separación 26 presenta un canal de alimentación de resina central 28, que se conecta con la conducción de alimentación de resina 12. El canal de alimentación de resina 28 presenta una sección 28a que transcurre esencialmente en perpendicular al plano longitudinal de la tela de fibras 3, que se conecta con la conducción de alimentación de resina 12, y una sección 28b que transcurre esencialmente en paralelo al plano longitudinal de la tela de fibras 3, que desemboca en la zona de la tela de fibras 3 en la cámara 10. Por consiguiente, la resina puede introducirse de manera ventajosa esencialmente de manera tangencial al plano longitudinal de la tela de fibras 3.

Tal como puede verse en la vista desde arriba de acuerdo con la Figura 10, la aspiración de aire tiene lugar a través de varias aberturas de aspiración 17 separadas en dirección longitudinal de la herramienta de moldeo 7, que desembocan en cada caso en la pieza de conexión 22 (no mostrado en la Figura 10), en la que conecta la por lo menos una conducción de vacío 15. La alimentación de resina tiene lugar, tal como se ha mencionado, en varios bloques de separación 26, que están distribuidos en separaciones determinadas a lo largo de la longitud de las herramientas de moldeo 7.

El procedimiento descrito anteriormente con el uso de la disposición de herramienta adaptada para ello puede usarse con distintos materiales de matriz o resinas, que se diferencia en particular por sus viscosidades y sus parámetros de temperatura. Para ello son adecuados por un lado, materiales de matriz que endurecen a temperatura ambiente o como alternativa endurecedores en caliente, que pueden obtenerse en cada caso en distintas realizaciones. En el caso de resinas de temperatura ambiente, la infusión y el posterior endurecimiento tienen lugar a temperatura ambiente. Para los endurecedores en caliente, las temperaturas de infusión típicas se encuentran entre por ejemplo 80° C y 120° C y las temperaturas de endurecimiento en la zona de aproximadamente 180° C. Una presión de vacío conveniente para todos los intervalos de temperatura se encuentra en aproximadamente 2 kPa (20 mbar), predeterminándose como tolerancia para la calidad del vacío una caída de presión al desconectarse la máquina de vacío al nivel de aproximadamente 2 kPa (20 mbar) por 10 min. Al comienzo del proceso puede someterse toda la estructura a una prueba de vacío. Al aplicarse el vacío se observa la función de estrangulación del filtro de membrana 19, 19', que provoca que el equilibrio entre la presión de vacío antes y después del filtro de membrana 19, 19' sólo se ajuste después de cierto tiempo. A continuación, puede empezarse con la prueba de vacío, que deberá cumplir las tolerancias expuestas anteriormente.

En el caso de una resina de endurecedor en caliente, se calienta la disposición de herramienta junto con la preforma dispuesta allí del elemento constructivo de material compuesto de fibra 1 hasta una temperatura de infusión de por ejemplo 100° C. Para ello se coloca toda la estructura en un horno. La resina preparada para la infusión se lleva aparte hasta la temperatura de infusión. De manera ventajosa, la temperatura de la resina se encuentra aproximadamente por encima de la temperatura de la disposición de herramienta, para conseguir un comportamiento de flujo mejorado. Después de alcanzarse los parámetros teóricos necesarios (temperatura, presión de vacío) comienza el proceso de infusión.

5 En la Figura 12 está representada una evolución de temperatura (arriba) o evolución de presión (abajo) típico durante el proceso de infusión con el uso de una resina de endurecedor en caliente. En esta, T1 designa la temperatura ambiente, T2 la temperatura de infusión, T3 un escalón opcional y T4 la temperatura de endurecimiento. En el diagrama de presión correspondiente p1 designa la presión del entorno y pv la presión de infusión. El vacío se conecta a este respecto al menos hasta terminar el tiempo de la temperatura de endurecimiento T4, cuando la matriz pierde viscosidad y comienza el endurecimiento químico.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un elemento constructivo de material compuesto de fibra (1), disponiéndose sobre un molde de soporte (2) una tela de fibras plana (3) que en un lado alejado del molde de soporte (2) se dota de por lo menos un perfil de refuerzo (5) que sobresale del plano longitudinal de la tela de fibras (3), que se comprime entre partes de herramienta correspondientes (6) de una herramienta de moldeo (7), en el que por medio de una lámina (9) estanca al aire que rodea la herramienta de moldeo (7) y la tela de fibras (3) o el por lo menos un perfil de refuerzo (5) se forma una cámara (10) sellada con respecto al molde de soporte (2), que se conecta con por lo menos una conducción de alimentación de resina (12) y por lo menos una conducción de vacío (15), en el que mediante aplicación de una presión negativa en la conducción de vacío (15) se aspira resina, que impregna la tela de fibras (3) o el perfil de refuerzo (5) para la formación del elemento constructivo de material compuesto de fibra (1), aspirándose aire y resina entre las partes de herramienta (6) de la herramienta de moldeo (7) a través del por lo menos un perfil de refuerzo (5) a un canal de aspiración (16) que transcurre en la herramienta de moldeo (7), que a través de una abertura de aspiración (17) de la herramienta de moldeo (7) se encuentra en conexión de conducción de aire o de resina con la por lo menos una conducción de vacío (15), **caracterizado por que** la conducción de vacío (15) presenta un filtro de membrana (19) permeable al aire e impermeable a resina en estado seco, que está adaptado para pasar a un estado esencialmente estanco al aire en el caso de una impregnación con resina.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la herramienta de moldeo (7) en la zona del por lo menos un perfil de refuerzo (5) presenta una sección libre de una estructura de membrana o de lámina, en particular una membrana semipermeable.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la aspiración de resina y aire tiene lugar a través de la abertura de aspiración (17) en el lado superior de la herramienta de moldeo (7) alejado del molde de soporte (2).
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** en el canal de aspiración (16) se aspiran aire y resina por lo menos por secciones esencialmente en perpendicular al plano longitudinal de la tela de fibras (3).
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** por lo menos se dispone una conducción de vacío adicional (15'), en particular en una zona de borde de la tela de fibras (3).
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** la por lo menos una conducción de vacío adicional (15') dispuesta en la zona de borde de la tela de fibras (3) se reúne en una conducción principal común con la conducción de vacío (15) en contacto con el canal de aspiración (16) en la herramienta de moldeo (7).
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** en una zona libre de la herramienta de moldeo (7), en particular en una zona de borde del elemento constructivo de material compuesto de fibra (1), se dispone una estructura de membrana o de tejido (18) que presenta una membrana de distribución (18') y/o un tejido rasgable.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** la membrana de distribución (18') se sella en la zona de borde de la tela de fibras (3) con respecto al molde de soporte (2).
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la aspiración de resina se lleva a cabo en un horno bajo aporte de calor.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** la herramienta de moldeo (7) en estado cerrado presenta una entalladura (8) esencialmente rectangular en la sección transversal para comprimir una parte en forma de nervio (5') del perfil de refuerzo (5).
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** la herramienta de moldeo (7) en estado cerrado presenta una entalladura (8) esencialmente en forma de L en la sección transversal para comprimir una parte conformada de manera correspondiente (5') del perfil de refuerzo (5).
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** están previstas por lo menos dos herramientas de moldeo (7) para comprimir en cada caso un perfil de refuerzo (5), entre las que está dispuesto por lo menos un bloque de separación (26) que presenta un canal de alimentación de resina (28) que puede conectarse con la conducción de alimentación de resina (12).
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** el canal de alimentación de resina (28) del bloque de separación (26) presenta una sección que transcurre esencialmente en perpendicular al plano longitudinal de la tela de fibras (3), que puede conectarse con la conducción de alimentación de resina (12), y una sección (28b) que transcurre esencialmente en paralelo al plano longitudinal de la tela de fibras (3) para la introducción de resina.

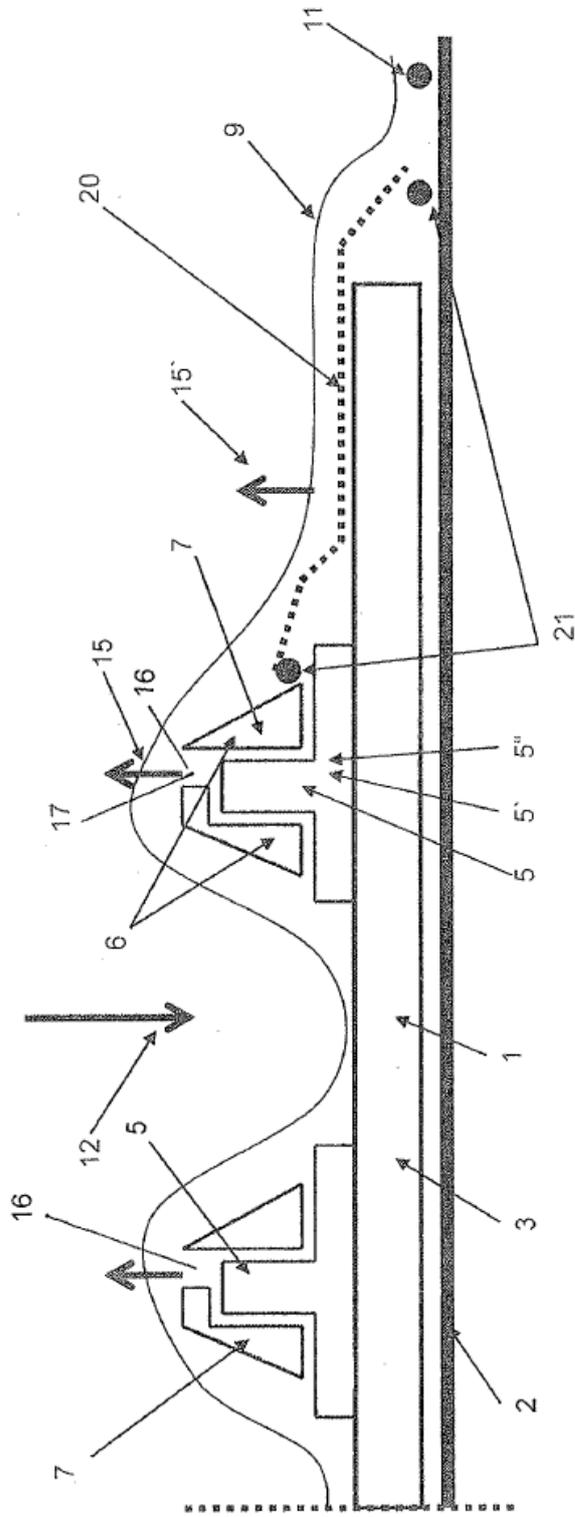


Fig. 3

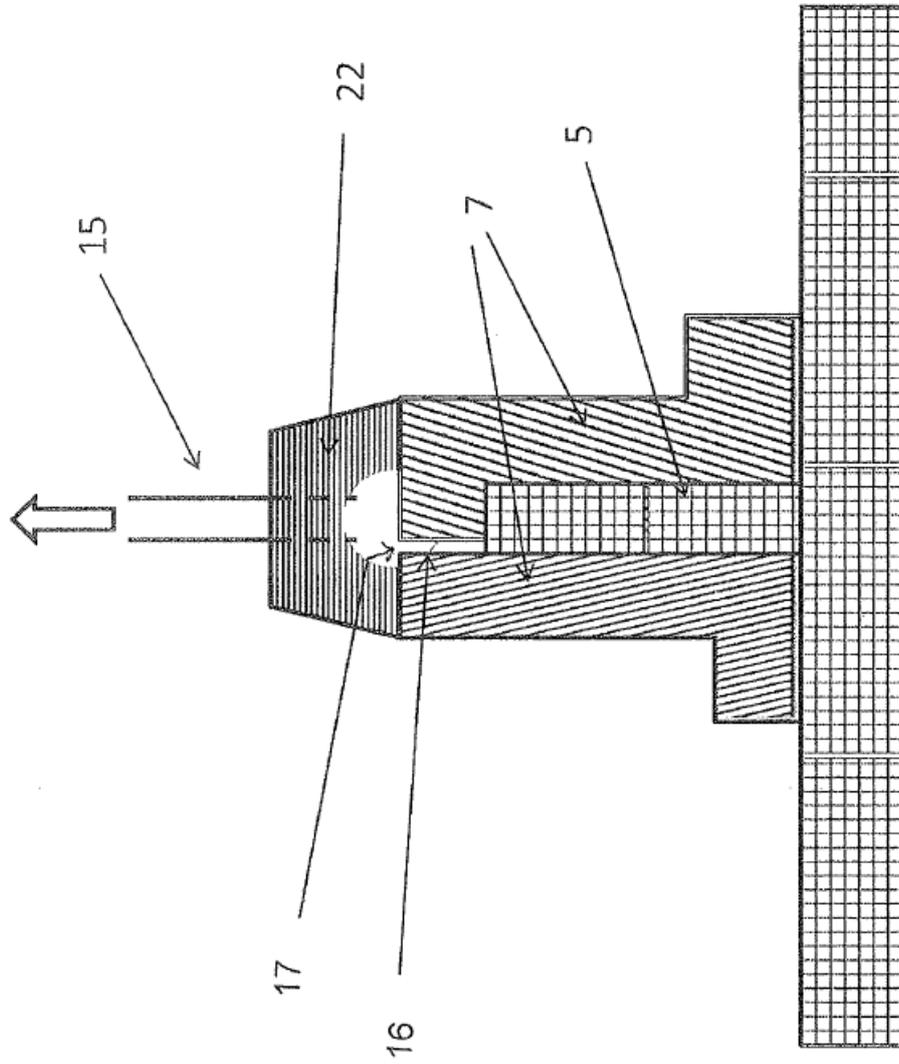


Fig. 4

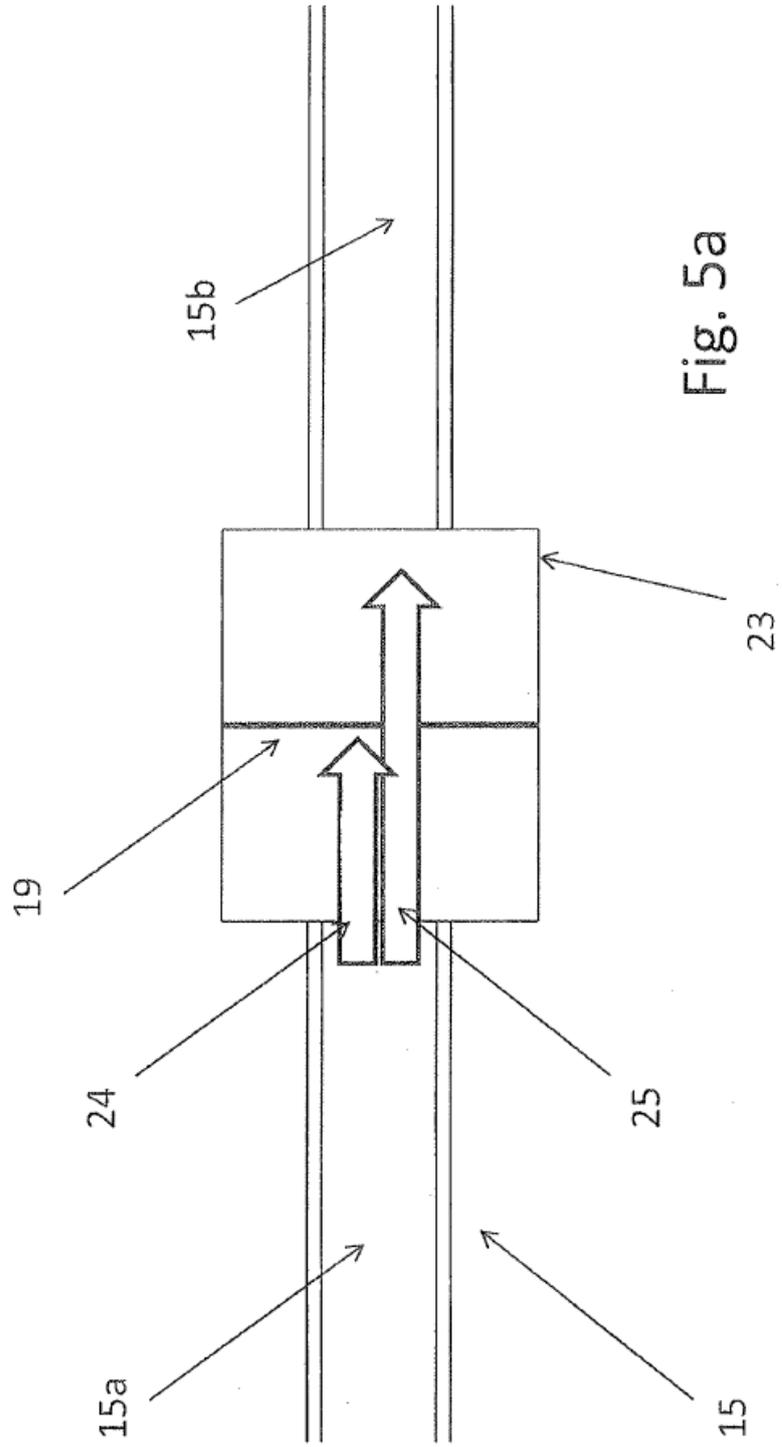


Fig. 5a

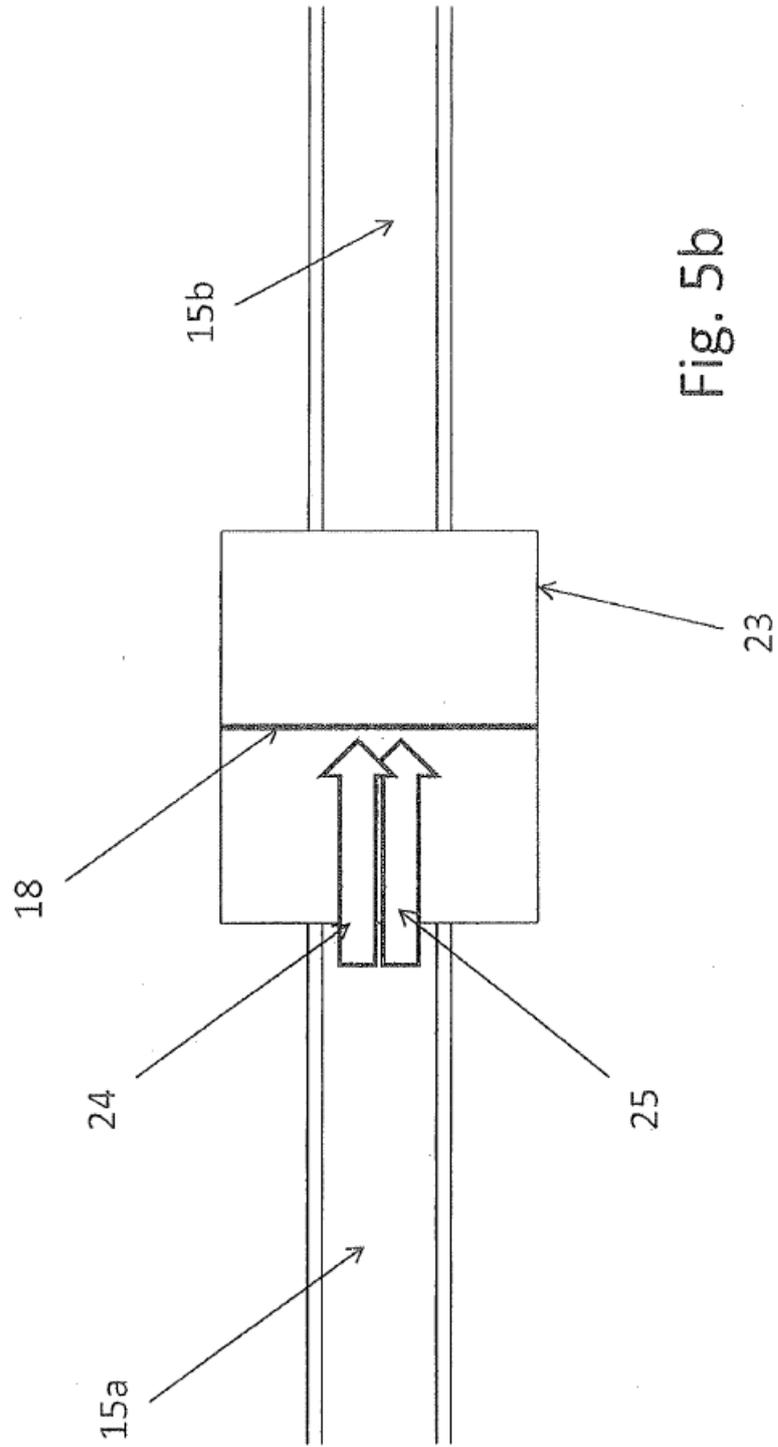


Fig. 5b

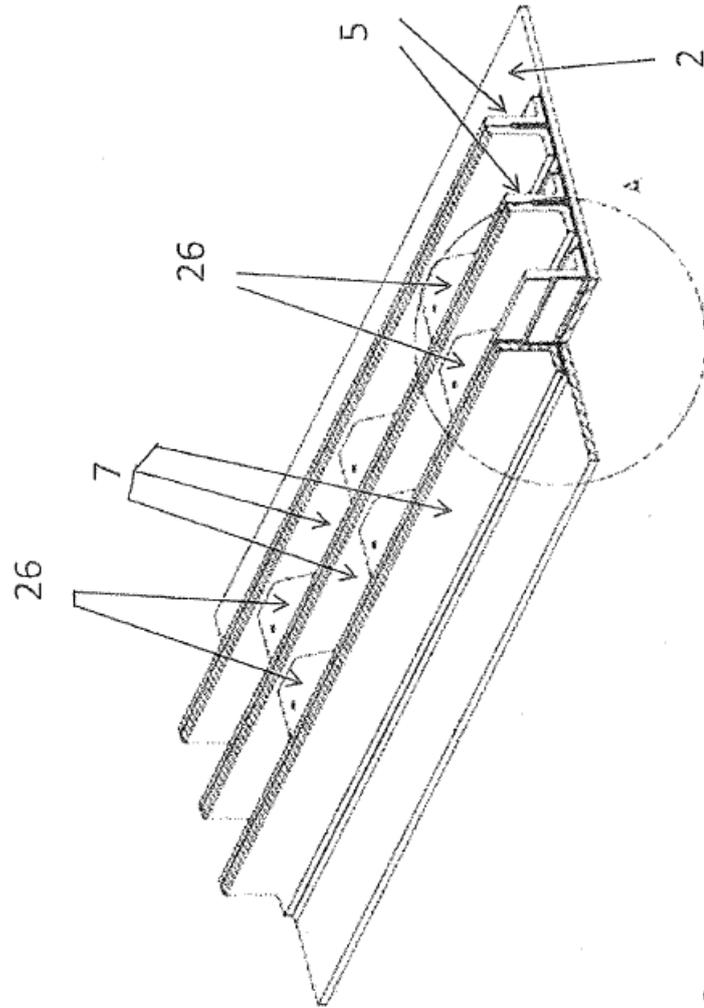


Fig. 6

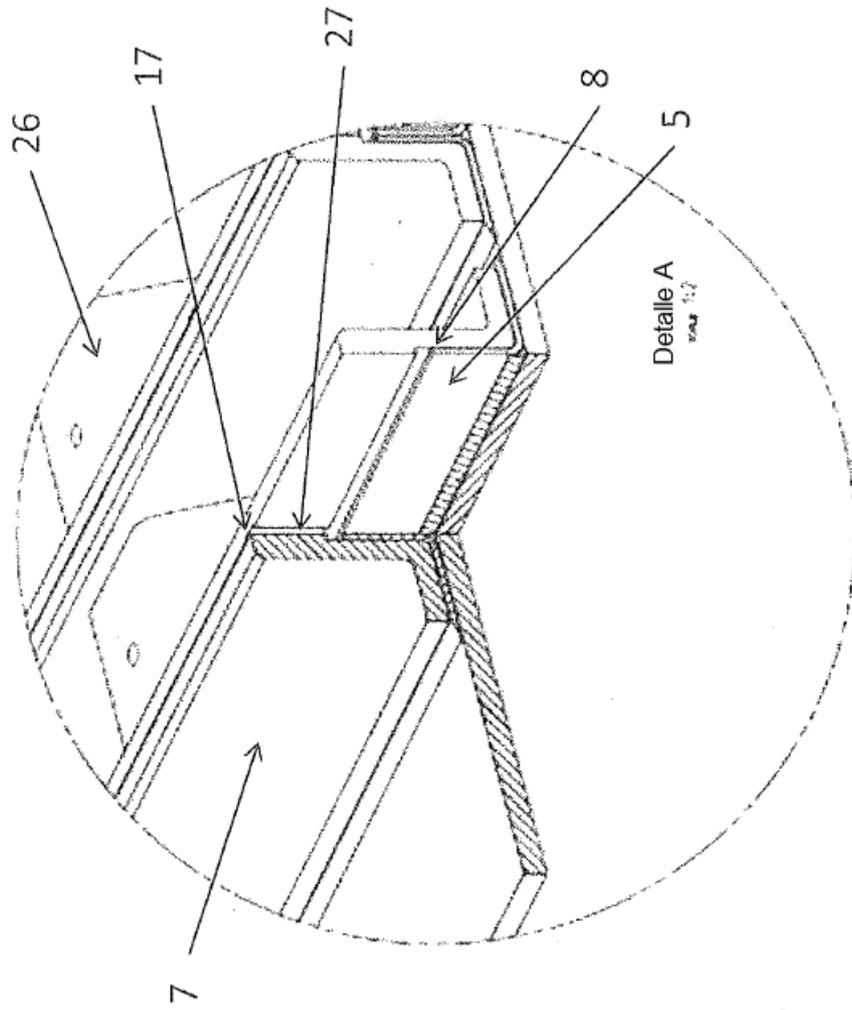


Fig. 7

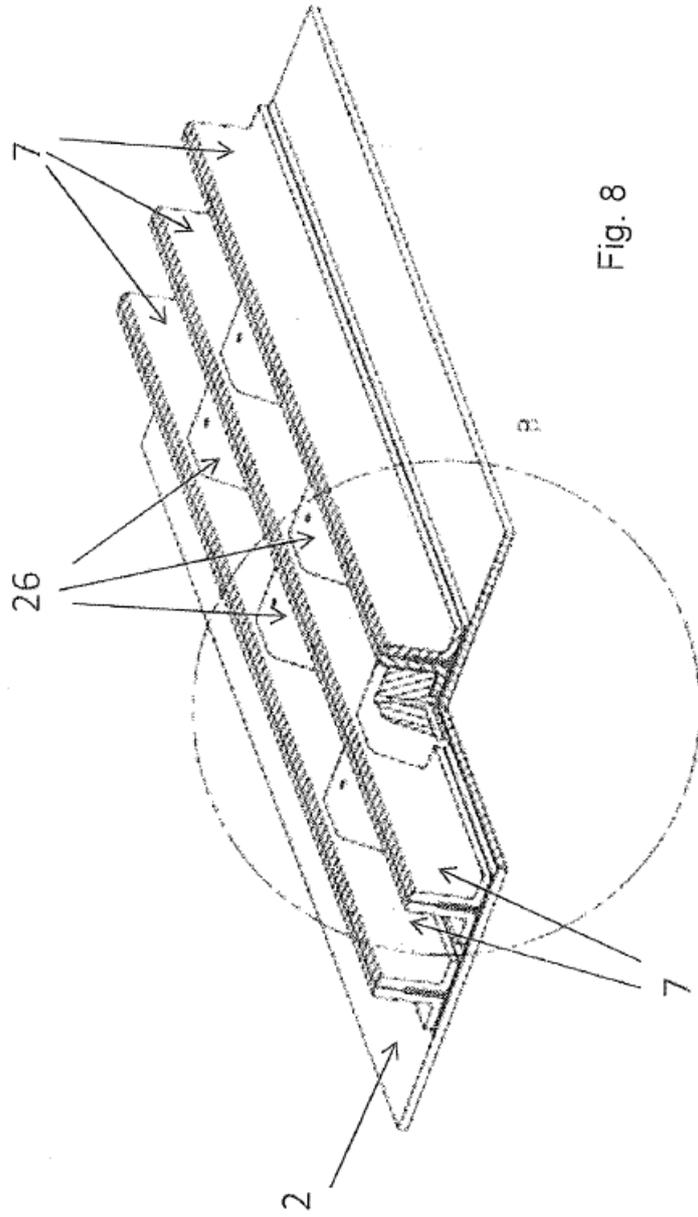


Fig. 8

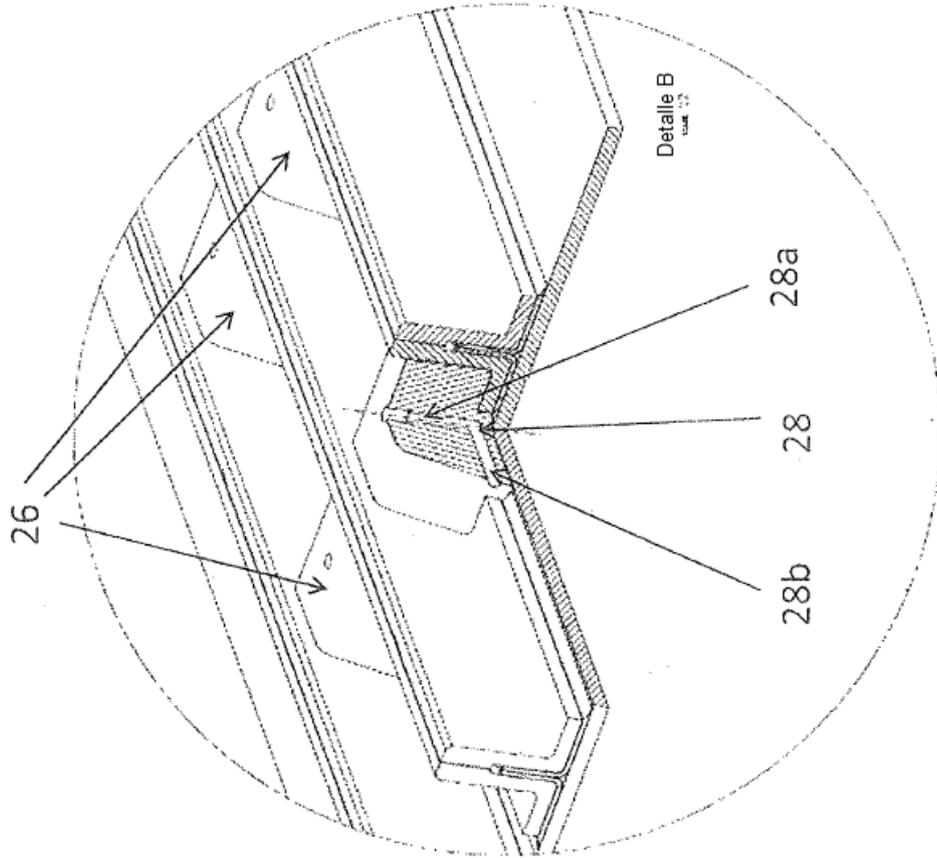


Fig. 9

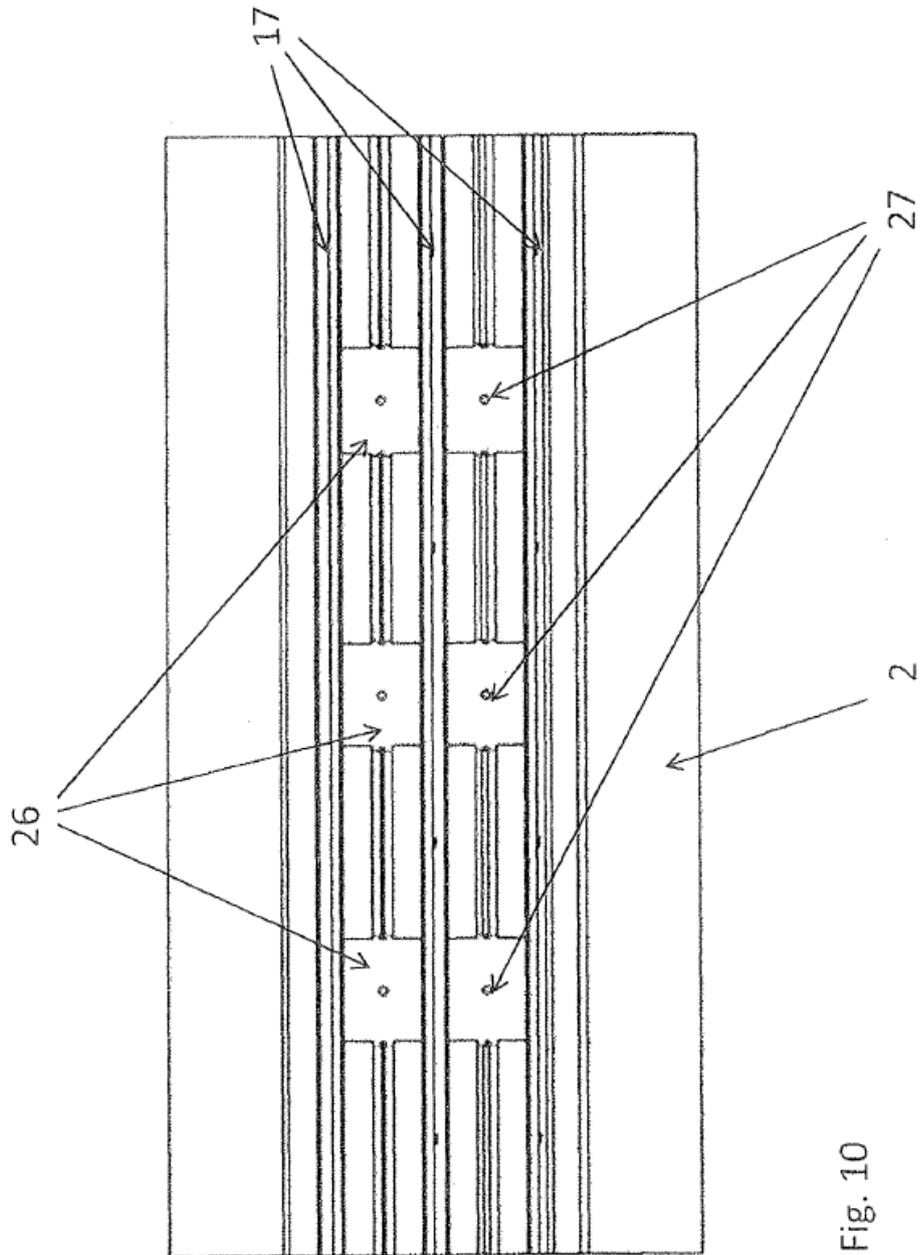


Fig. 10

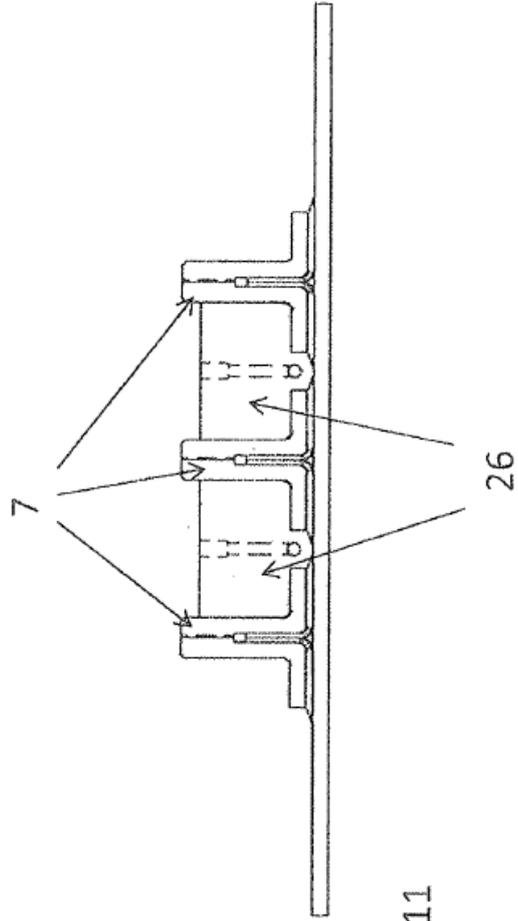


Fig. 11

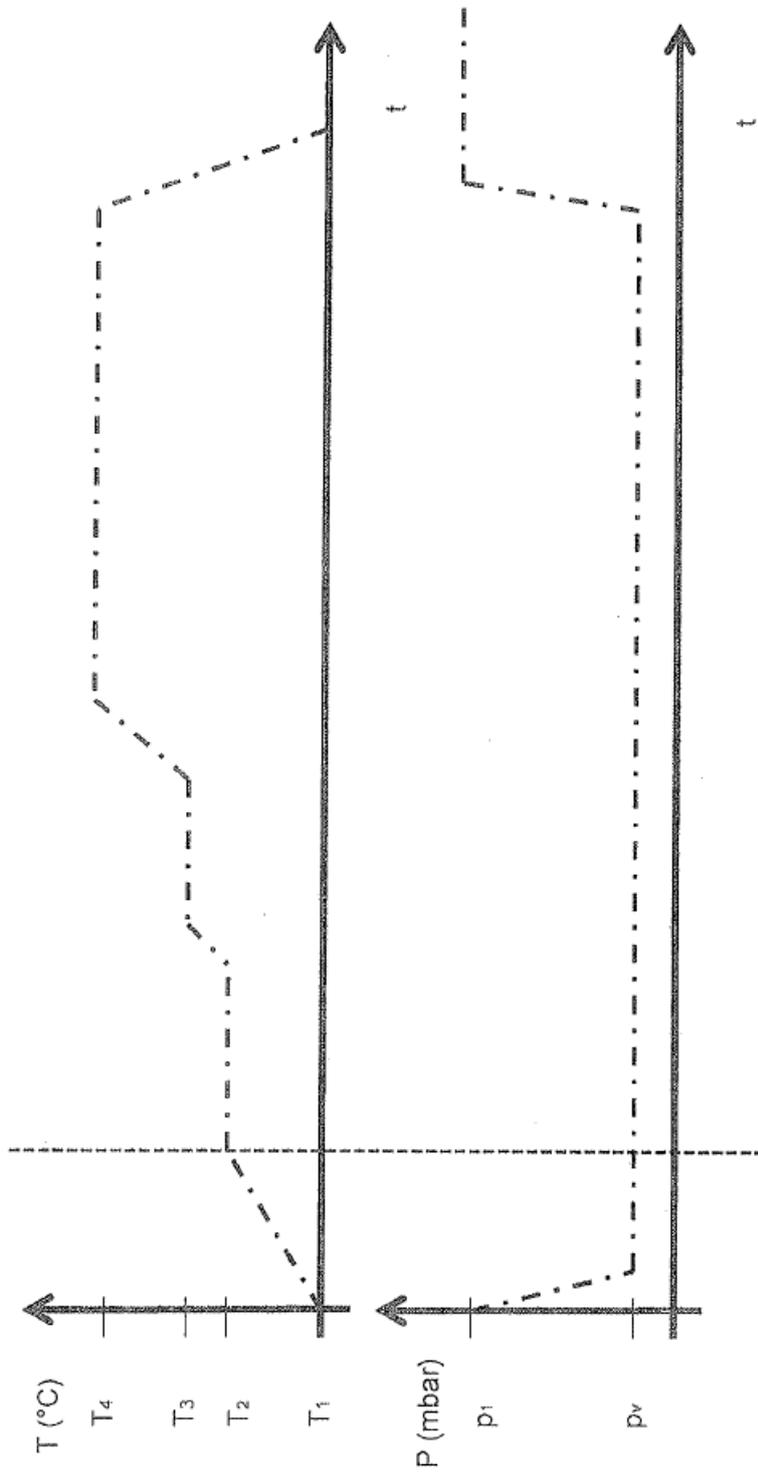


Fig.12