



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 349 318**

51 Int. Cl.:
B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07388063 .5**

96 Fecha de presentación : **31.08.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2030763**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.03.2009**

54 Título: **Procedimiento de evacuación para uso en un método para producir una estructura compuesta.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.12.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.12.2010

73 Titular/es: **LM GLASFIBER A/S**
Rolles Moellevéj 1
6640 Lunderskov, DK

72 Inventor/es: **Schibsbye, Karsten**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 349 318 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

La presente invención se refiere a un método para producir una estructura compuesta que comprende un material reforzado con fibra, por medio de moldeo de transferencia de resina asistido por vacío, en el que se impregna el material de fibra con resina líquida, en el que el método comprende las etapas de: a) proporciona una estructura de formación que comprende una pieza de molde rígida y una segunda pieza de molde y que tiene una dirección longitudinal con un primer extremo y un segundo extremo, y una dirección transversal con un primer lado y un segundo lado, b) colocar el material de fibra en la pieza de molde rígida, c) obturar la segunda pieza de molde contra la pieza de molde rígida para formar una cavidad del molde, d) conectar una fuente de suministro de resina líquida no curada a la conexión de entrada de la resina a al menos una conexión de entrada de resina que comunica con la cavidad del molde, e) conectar al menos una conexión de salida de vacío que comunica con la cavidad del molde, f) evacuar el interior de la estructura de formación a través de la al menos una conexión de salida de vacío, g) suministrar resina no curada desde la fuente de suministro de resina no curada a la cavidad del molde a través de la al menos una conexión de entrada de resina para llenar la cavidad del molde con resina, y h) curar la resina para formar la estructura compuesta.

De esta manera, la invención se refiere a un método para producir estructuras compuestas de fibra por medio de VARTM (moldeo de transferencia de resina asistido por vacío), en el que se llena polímero líquido, también denominado resina, en una cavidad del molde, en el cual el material de fibra ha sido insertado previamente, y en el que se genera un vacío en la cavidad del molde, con lo cual aspira el polímero. El polímero puede ser de plástico termoestable o termoplástico.

La infusión por vacío ó VARTM es un proceso que se utiliza para moldear moldeados compuestos con fibra, en el que las fibras distribuidas uniformemente son dispuestas en capas en una de las piezas de molde, siendo las fibras mechas, es decir, paquetes de bandas de fibra, bandas de mechas o esteras, que pueden ser esteras de fieltro fabricadas con fibras individuales o esteras de fieltro tejidas fabricadas de mechas de fibra. La segunda pieza de molde se hace a menudo con una bolsa de vacío elástica, y posteriormente se coloca encima del material de fibra. Mediante la generación de un vacío en la cavidad del molde, por lo general de un 80% a 95% del vacío total, entre el lado interior de la pieza de molde y la bolsa de vacío, el polímero líquido puede ser aspirado y llenar la cavidad del molde con el material de fibra contenido en la misma. Las denominadas capas de distribución o tubos de distribución, también llamados canales de entrada, se utilizan entre la bolsa de vacío y

el material de fibra con el fin de obtener la correcta y eficiente distribución de los polímeros, de la manera sea posible. En la mayoría de los casos, el polímero que se aplica es poliéster o epoxi, y el refuerzo de la fibra está basado, en la mayor parte de las veces, en fibras de vidrio o fibras de carbono.

5 Durante el proceso de llenar el molde, el vacío, que en este contexto debe ser entendido como una depresión o presión negativa, es generado a través de medios de salidas de vacío en la cavidad del molde. De esta manera el polímero líquido es aspirado al interior de la cavidad del molde a través de los canales de entrada con el fin de llenar la citada cavidad del molde. Desde los canales de entrada, el polímero se
10 dispersa en todas las direcciones en la cavidad del molde debido a la presión negativa, cuando el frente del flujo se mueve hacia los canales de vacío. Por lo tanto, es importante posicionar los canales de entrada y los canales de vacío de forma óptima con el fin de obtener un llenado completo de la cavidad del molde. Sin embargo, garantizar una distribución completa del polímero en la cavidad del molde completa es
15 a menudo difícil, y como consecuencia, a menudo esto produce los denominados puntos secos, es decir, áreas con material de fibra que no se encuentra suficientemente impregnado con resina. Por lo tanto, los puntos secos son las áreas donde el material de fibra no está impregnado, y donde pueden haber bolsillos de aire, que son difíciles o imposibles de eliminar controlando la presión de vacío y,
20 posiblemente, un exceso de presión en el lado de la conexión de entrada. En relación con la infusión de vacío, empleando una pieza rígida de molde y una pieza elástica de molde en forma de una bolsa de vacío, los puntos secos puede ser reparados después del proceso de llenado del molde, por ejemplo, punzando la bolsa en los lugares respectivos y extrayendo por vacío el aire, por ejemplo, por medio de una aguja de
25 jeringa. El polímero líquido se puede inyectar opcionalmente en los lugares respectivos, y esto también se puede hacer, por ejemplo, por medio de una aguja de jeringa. Este es un proceso largo y tedioso. En el caso de grandes piezas de molde, el personal tiene que permanecer sobre la bolsa de vacío. Esto no es deseable, especialmente cuando el polímero no se ha endurecido, ya que puede dar lugar a
30 deformaciones en el material de fibra insertado y por lo tanto, en un debilitamiento local de la estructura, que por ejemplo puede causar efectos de retorcimiento.

La literatura de las patentes describe ejemplos de la utilización de una membrana semipermeable, la cual aumenta el área en la que el vacío está activo, y por lo tanto reduce los problemas anteriores. En este contexto, el término membrana
35 semipermeable significa una membrana que es permeable a los gases, pero que es

impermeable al polímero líquido. De esta manera, si una membrana semipermeable se coloca a través del inserto de fibra, se pueden eliminar los bolsillos de aire más fácilmente o impedirlos por completo. Por otra parte, se conoce por medio del documento WO 06/058541, que desvela las características del preámbulo de la reivindicación 1, dejar algunas de las funciones de los canales secuencialmente como canales de vacío y canales de entrada, pudiendo controlar así los frentes de flujo en alto grado y incluso poder invertir los frentes de flujo para eliminar los puntos secos. Por lo tanto, los canales pueden ser utilizados primero para evacuar la cavidad del molde conectándolos a una fuente de vacío y posteriormente ser utilizados como conexión de entrada de resina mediante la interrupción de la conexión a la fuente de vacío y conectándolos a una fuente de suministro de polímero.

Típicamente, las estructuras compuestas comprenden un material de núcleo cubierto con un material reforzado con fibra, tal como una o más capas de polímero reforzado con fibra. El material del núcleo puede ser utilizado como un espaciador entre tales capas para formar una estructura de emparedado y se hace típicamente de un material rígido y ligero con el fin de reducir el peso de la estructura compuesta. Con el fin de garantizar una distribución eficiente de la resina líquida durante el proceso de impregnación, el material del núcleo puede estar provisto de una red de distribución de resina, proporcionando, por ejemplo, canales o hendiduras en la superficie del material del núcleo.

Por ejemplo, como las palas de las turbinas eólicas son cada vez mayores en el transcurso del tiempo, y pueden ser ahora mayores de 60 metros de largo, el tiempo de impregnación en relación con la fabricación de tales palas se ha incrementado puesto que más material de fibra debe ser impregnado con polímero. Además, el proceso de infusión se ha hecho más complicado, ya que la impregnación de miembros de casco grande, tales como palas, requiere un control de los frentes de flujo para evitar los puntos secos, y dicho control puede incluir, por ejemplo, un control relacionado con el tiempo de los canales de entrada y canales de vacío. Esto incrementa el tiempo necesario para preparar o inyectar el polímero. Como resultado, el polímero tiene que permanecer líquido durante más tiempo, lo que por lo general también resulta en un aumento en el tiempo de curado.

Además, el método VARTM está afectado por el problema de que, durante el proceso de evacuación, el vacío comprime las capas de fibra, las cuales, por lo tanto, se pueden arrugar o pueden formar bultos debido al nivel de vacío que varía a lo largo del moldeo durante el comienzo del proceso de evacuación. Por lo tanto, la estructura

compuesta, tal como una pala de turbina eólica, también puede contener arrugas después de la impregnación y del curado, lo cual a su vez puede conducir a un rendimiento reducido de la pala o producir puntos débiles locales, que pueden causar la ruptura de la pala durante el uso.

5 El objeto de la presente invención es proporcionar un método nuevo y mejorado para fabricar un miembro de casco de material compuesto de fibra por medio de infusión de vacío, en el que la formación de arrugas se reduce o se impide por completo.

10 Esto se consigue de acuerdo con la invención, por medio del proceso de evacuación del paso f) que se realiza por: f1) proporcionar inicialmente una depresión en una pieza de la cavidad del molde con el fin de proporcionar un primer frente de vacío que tiene un primer gradiente de presión orientado hacia el primer lado de la estructura de formación, y un segundo frente de vacío que tiene un segundo gradiente de presión orientado hacia el otro lado de la estructura de formación, y f2) controlar el
15 primer frente de vacío y el segundo frente de vacío para que se muevan hacia el primer lado y el segundo lado de la estructura de formación, respectivamente.

De ese modo, el material reforzado con fibra, que típicamente incluye un número de capas de fibra, en primer lugar es comprimido debido a la depresión en una parte interior de la estructura de formación. Cuando los frentes de vacío se desplazan
20 hacia los lados de la estructura de formación, el material reforzado con fibra es comprimido gradualmente a lo largo de estos frentes de vacío, proporcionando así un efecto de "planchado" allí donde el frente de vacío empuja los bultos o arrugas en el material reforzado con fibra hacia los lados de la estructura de formación. De esta manera, se puede reducir de manera significativa el número de arrugas o bultos de la
25 estructura compuesta.

De acuerdo con una realización preferida, la segunda pieza de molde es una bolsa de vacío. Esto proporciona una forma particularmente sencilla de llevar a cabo la etapa c).

De acuerdo con otra realización preferida, la al menos una conexión de salida
30 de vacío se proporciona como una serie de canales de vacío que comprenden al menos un canal de vacío central. Los canales de vacío están conectados al menos a una fuente de vacío y se comunican con la cavidad del molde, y se extienden sustancialmente en la dirección longitudinal de la estructura de formación. Esto proporciona una realización ventajosa para la producción de estructuras compuestas
35 oblongas, tales como las palas o piezas de pala para una turbina eólica.

En una realización de acuerdo con la invención, el paso f1) se lleva a cabo mediante la aplicación de un vacío al canal de vacío central. Las frentes de vacío por lo tanto se trasladan desde una línea central a lo largo del canal de vacío central y hacia el primer lado y el segundo lado de la estructura de formación. De este modo, los frentes de vacío tienen que propagarse la distancia más corta posible, sin embargo, el método también se puede realizar mediante la aplicación de un vacío a los canales de vacío dispuestos en cualquier otra posición entre el primer lado y el segundo lado, de modo que los canales de vacío se extiendan en la dirección longitudinal. Este es especialmente el caso cuando se fabrican estructuras compuestas complejas, tales como una pieza de casco para una pala de turbina eólica, que es asimétrica.

En otra realización de acuerdo con la invención, el número de canales de vacío comprende además, un número de canales de vacío adicionales, y el paso f1) se lleva a cabo mediante la aplicación de un primer nivel de vacío al canal de vacío central y la aplicación de un segundo nivel de vacío a un número de los canales de vacío adicionales, siendo más elevado el primer nivel de vacío que el segundo nivel de vacío. Es decir, la presión aplicada por el primer canal de vacío es inferior a la presión aplicada por los segundos canales de vacío. Por ejemplo, el primer nivel de vacío puede ser el 90% de vacío, mientras que el segundo nivel de vacío puede ser el 20% de vacío. Esto proporciona una evacuación eficaz de la estructura de formación, en la que los frentes de vacío se siguen propagando desde la pieza central de la estructura de formación hacia el lado como consecuencia del mayor nivel de vacío proporcionada por el canal de vacío central. El segundo nivel de vacío también puede ser el 0% de vacío, es decir, la presión atmosférica, lo cual significa que el vacío se suministra únicamente por medio del canal de vacío central.

De acuerdo con una realización ventajosa, los canales de vacío adicionales se disponen yuxtapuestos al canal de vacío central. Preferiblemente, los canales de vacío adicionales comprenden un primer canal de vacío que se extiende en la dirección longitudinal a lo largo del primer lado de la estructura de formación, y un segundo canal de vacío que se extiende en la dirección longitudinal a lo largo del segundo lado de la estructura de formación. De este modo, el primer canal de vacío puede proporcionar el primer nivel de vacío, y el primer y el segundo canal de vacío pueden proporcionar el segundo nivel de vacío.

De acuerdo con otra realización, los niveles de vacío de los canales de vacío individuales se cambian a un nivel de vacío sustancialmente idéntico al final de la

etapa f). Es decir, cuando se ha logrado una evacuación eficaz de la cavidad del molde, el nivel de vacío de los canales de vacío individuales se puede incrementar hasta alcanzar, por ejemplo, el primer nivel de vacío, de manera que todos los canales apliquen el mismo nivel de vacío durante el proceso de impregnación siguiente del paso g), garantizando de esta manera que la cavidad del molde permanece evacuada durante el proceso de impregnación.

De acuerdo con una realización ventajosa, los canales de vacío están conformados como cuerpos perfilados huecos oblongos que tiene un interior, que se comunica con la cavidad del molde a través de una o más ranuras que se extienden en la dirección longitudinal del cuerpo perfilado. Estos pueden ser llamados, por ejemplo, perfiles Ω o tubos perforados. De acuerdo con otra realización ventajosa, los cuerpos perfilados huecos individuales están cubiertos por una membrana semipermeable que admite aire pero que no admite resina líquida. De acuerdo con otro ejemplo de realización ventajosa, la membrana semipermeable está fijada sólo parcialmente a los cuerpos perfilados individuales. De esta manera, el canal de vacío también puede ser utilizado como un canal de resina para el suministro de resina al interior de la estructura de formación, en el que la membrana parcialmente fijada se abre cuando se suministra la resina a los canales, y se cierra cuando se aplica vacío a los canales.

En una realización de acuerdo con la invención, los canales de vacío se colocan contra la bolsa de vacío. Los canales de vacío también pueden ser integrados en la bolsa de vacío. Los canales pueden estar provistos, por ejemplo, de un refuerzo, tal como un miembro helicoidal que se extiende dentro de los canales, con el fin de evitar que el canal se colapse debido al vacío.

En otra realización de acuerdo con la invención, un número de canales de vacío también están conectados a una fuente de suministro de resina no curada. Por lo tanto, la conexión a la fuente de vacío puede ser interrumpida, y los canales se pueden conectar a la fuente de suministro de resina no curada. Esto puede ser llevado a cabo, por ejemplo, conmutando la conexión entre la fuente de vacío y la fuente de suministro de polímero a través de una conmutación o disposición de válvulas.

De esta manera, el paso g) puede ser llevado a cabo suministrando inicialmente la resina a través del canal de vacío central, mientras se suministra vacío a través de los canales de vacío adicionales, de tal manera que se generan un primer frente de flujo de resina y un segundo frente, siendo controlados estos frentes de flujo

de tal manera que se propaguen desde el carril de vacío central hacia el lado primero y hacia el lado segundo de la estructura de formación, respectivamente.

Los frentes de flujo pueden ser controlados por los canales de vacío adicionales que se disponen yuxtapuestos al canal de vacío central, y la conexión a la fuente de vacío de los canales individuales de los canales adicionales de vacío puede ser interrumpida cuando el primer frente del flujo de resina o bien el segundo frente de flujo de resina alcance los canales individuales, que posteriormente se conectan a la fuente de suministro de polímero: Esto es, los canales de vacío yuxtapuestos son interrumpidos secuencialmente de la conexión con la fuente de vacío y conectados a la fuente de suministro de resina cuando los frentes de flujo alcanzan estos canales. De esta manera, es posible controlar los frentes de flujo de resina con alta precisión para que se propaguen desde el centro de la parte de formación hacia el primer lado y el segundo lado, sin que se formen bolsillos de aire en el material de fibra impregnado.

De acuerdo con una realización preferida, la estructura compuesta es un miembro de casco oblongo, tal como un medio casco de pala para una pala de turbina eólica. De acuerdo con una realización ventajosa, los canales de vacío, o al menos el canal de vacío central, se extienden sustancialmente en toda la longitud longitudinal de la estructura de formación.

La invención se explicará en detalle a continuación con referencia a una realización que se muestra en los dibujos. en los que:

la figura 1 muestra una vista seccionada por la línea I - I de la figura 2, de un molde para la producción de un medio casco de pala,
la figura 2 muestra una vista esquemática de un aparato para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención,
la figura 3 muestra un cuerpo de válvula incluido en el aparato que se muestra en la figura 2,
la figura 4 muestra una vista seccionada de un cuerpo perfilado de entrada en un estado en el que se comunica con una fuente de vacío,
la figura 5 muestra una vista seccionada del cuerpo perfilado de entrada que se muestra en la figura 3, en un estado en el que se comunica con una fuente de suministro de polímero, y
la figura 6 muestra una vista esquemática de la propagación de frentes de vacío durante un proceso de evacuación.

La figura 1 representa una vista seccionada de un molde para la producción de un medio casco de pala para una pala de una turbina eólica por infusión de vacío y muestra una pieza sólida 1 de molde con un lado superior que se acopla al lado superior exterior del medio casco de pala completo. Un inserto de fibra 14 de fibra de vidrio ejemplar o de fibra de carbono se coloca en el lado superior interno de la pieza sólida 1 de molde. Esta capa también puede ser una estructura de tipo emparedado de un material de núcleo tal, como polímero espumado o madera de balsa, cubierto por capas de fibra y también puede comprender una sección de refuerzo que extiende longitudinalmente denominada laminado principal, como se describe, por ejemplo, en el documento WO 06 / 058.540 del actual solicitante.

Sobre la parte superior del inserto de fibra 14, se coloca una capa desgarrable 15 que puede ser una red o una película perforada, y sobre la capa desgarrable 15, se coloca una red de distribución o una capa de flujo 16. Sobre la capa de red de distribución de flujo 16, se coloca una pluralidad de cuerpos perfilados de entrada en forma de Ω 3, 21, 22, incluyendo los citados cuerpos, una ranura longitudinal que está orientada a la red de distribución 16. Sobre esto, se coloca una bolsa de vacío estanca 13. En las bridas del molde, se proporcionan canales de vacío en forma de tubos de vacío perforados 2.

De acuerdo con los métodos convencionales, los tubos de vacío 2 se comunican con una fuente de vacío y los cuerpos perfilados de entrada 3, 21, 22 se comunican con una fuente de suministro de polímero con polímero líquido. El vacío en los canales de vacío 2 genera un vacío en una cavidad del molde formada entre la pieza sólida 1 de molde y la bolsa de vacío 13, y de esta manera, el polímero es aspirado o sorbido a través de los cuerpos perfilados de entrada 3, 21, 22 hacia abajo en la red de distribución 16 y a lo largo de la citada red de distribución 16 a través de la capa desgarrable 15, cuando se propaga e impregna el inserto de fibra 14. Con la finalización del curado de la bolsa de vacío 13, los cuerpos perfilados de entrada 3 y la red de distribución 16 son retirados por medio de la capa desgarrable 15.

De acuerdo con la invención, los cuerpos perfilados de entrada 3, 21, 22 y los canales de vacío 2 no están limitados a la función que se ha descrito más arriba, puesto que durante el proceso de llenado del molde, uno o más de los citados cuerpos perfilados de entrada 3, 21, 22 se pueden comunicar periódicamente con una fuente de vacío en lugar de hacerlo con la fuente de suministro de polímero, y los canales de vacío 2 se puede comunicar con una fuente de suministro de polímero en lugar de hacerlo con la fuente de vacío.

La figura 2 muestra una vista esquemática de un aparato para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención. La pieza sólida de molde 1 tiene una silueta que corresponde a la silueta de un medio casco de pala. Cada canal de vacío 2 y cada cuerpo perfilado de entrada 3, 21, 22 se comunica a través de una conexión de entrada del molde 4 con un miembro de válvula 5, que a su vez se comunica con una fuente de suministro de polímero 7 así como con una fuente de vacío 10.

La figura 3 muestra una vista esquemática de uno de los miembros de válvula 5. Como se puede ver, el miembro de válvula es un miembro de válvula de tres vías con dos posiciones. En la posición que se muestra en la figura 3, la conexión de entrada del molde 4 se comunica con la fuente de suministro de polímero 7. Si el miembro de válvula 5 se dispone en su segunda posición, la conexión de entrada del molde 4 estará conectada a la fuente de vacío 10. Por supuesto, el miembro de válvula 5 también puede ser en forma de una válvula, por ejemplo, con tres posiciones, bloqueando en la posición media la fuente de suministro de polímero 7, así como la fuente de vacío 10. No hace falta indicar que se pueden aplicar también otros tipos de miembros de válvula, ya que es esencial que la conexión de entrada del molde 4 se pueda comunicar con una fuente de suministro de polímero 7 y con una fuente de vacío 10.

Las figuras.4 y 5 muestran una sección transversal a través de un cuerpo perfilado de entrada 3 de acuerdo con una realización particular. En la sección transversal, el cuerpo perfilado de entrada 3 tiene forma de Ω e incluye una pared cilíndrica y dos piezas de aleta 11, 12. Una ranura 8, que se extiende en la dirección longitudinal del cuerpo perfilado 3 entre las dos piezas de aleta 11, 12, conecta el interior 6 del cuerpo perfilado 3 con la cavidad del molde. La ranura 8 está cubierta por una membrana semipermeable 9 que se extiende desde una pieza de aleta 11 a la segunda pieza de aleta 12. La membrana 9 es semipermeable en el sentido de que admite aire, pero no admite polímero líquido. La membrana 9 está asegurada solamente al cuerpo perfilado 3 en un extremo de la pieza de aleta 11 y por lo tanto tiene la función de una válvula de aleta o una válvula de aleta de retención junto con el cuerpo perfilado 3. Cuando el cuerpo perfilado de entrada 3 se comunica con la fuente de vacío 10, la presión negativa realiza la aspiración en la membrana 9, de modo que se apoya contra la segunda pieza de aleta 12 y bloquea el paso del polímero líquido. Cuando el cuerpo perfilado de entrada 3 se comunica con la fuente de suministro de polímero 7, la presión negativa en la cavidad del molde aspira la membrana semipermeable 9 separándola de la segunda pieza de aleta 12, como se muestra en la

figura 5, mediante lo cual el polímero líquido puede fluir desde el interior del cuerpo perfilado 3 y dentro de la cavidad del molde. Si la membrana 9 no se puede mover hacia dentro, hacia la cavidad del molde debido al material de fibra en la cavidad del molde, y si se genera una presión ligeramente positiva en el interior 6 del cuerpo perfilado de entrada, el cuerpo perfilado 3 levanta la bolsa de vacío 13, lo que permite que el polímero líquido fluya hacia la cavidad del molde a través de la ranura resultante entre la pieza de aleta 12 del cuerpo perfilado y la membrana 9. Se debe hacer notar que la membrana 9 no es necesaria para la invención, si los canales no tienen que ser utilizados como canales de vacío después de haber sido utilizados como canales de entrada.

En la realización que se muestra en la figura 1, los cuerpos perfilados de entrada 3, 21, 22 son conformados como los cuerpos perfilados en forma de Ω , y los canales de vacío 2 están conformados como tubos perforados. Sin embargo, los canales de entrada 3, 21, 22, pueden estar conformados también como tubos perforados de la misma manera que los canales de vacío 2 pueden tener la forma de los cuerpos perfilados en forma de Ω . Si los tubos perforados se aplican, estos pueden ser reforzados opcionalmente por un miembro de refuerzo helicoidal que se extiende dentro del tubo y que impide que el tubo se doble por el vacío.

El método para producir la estructura compuesta se inicia con la evacuación de la cavidad del molde, que se ilustra en la figura 6. El proceso de evacuación se lleva a cabo dejando que el canal de entrada central 22 se conecte a la fuente de vacío 10 y aplicando un primer nivel de vacío en el canal de entrada 22, por ejemplo, el 90% de vacío. Al mismo tiempo, un segundo nivel de presión se aplica a los canales de vacío 2, que se disponen en un primer lado 41 y en un segundo lado 42 de la pieza sólida 1 de molde, respectivamente. Este segundo nivel de presión puede ser, por ejemplo del 20% de vacío. Mediante la aplicación de un nivel de vacío más alto (es decir, una presión más baja) al canal de entrada central 22, se genera en primer lugar una depresión alta en el canal de entrada central 22, con lo cual comprime el inserto de fibra 14 en la proximidad del canal de entrada 22, que genera bultos o arrugas en los lados de la misma.

Cuando este nivel de vacío alto (es decir, una presión baja o una presión negativa alta) se aplica de manera continua al canal de entrada central 22, la depresión se extiende gradualmente en la cavidad del molde. Como consecuencia, se generan una serie de isobaras 31, 32, 33, y estas se propagan hacia los lados 41, 42 de la pieza sólida de molde 1. Por lo tanto, se generan un primer frente de vacío que

tiene un primer gradiente de presión 34 orientado hacia el primer lado 41 de la pieza sólida de molde 1 y un segundo frente de vacío que tiene un segundo gradiente de presión 35 orientado hacia el segundo lado 42 de la pieza sólida 1 de molde.

De esta manera, el inserto de fibra 14 es comprimido gradualmente hacia los
5 lados 41, 42 de la pieza sólida 1 de molde, y como consecuencia, el frente de vacío "plancha" o empuja los bultos o las arrugas a los lados 41, 42 de la pieza sólida 1 de molde. De esta modo, el número de arrugas en la estructura compuesta terminada se puede reducir significativamente.

Cuando se ha obtenido un nivel predeterminado de vacío en la cavidad del
10 molde, el resto de los canales de entrada 21, 3, se puede conectar a la fuente de vacío 10 con el fin de mantener un alto nivel de vacío en la cavidad del molde completa.

El proceso de llenado de la cavidad del molde y el impregnado del inserto de fibra 14 con resina líquida puede comenzar con solamente el cuerpo medio de los cuerpos perfilados de entrada 22 en comunicación con la fuente de suministro de
15 polímero, cuando el resto de los cuerpos perfilados de entrada 21, 3 yuxtapuestos y los canales de vacío 2 se comunican con la fuente de vacío 10. De esta manera, el flujo entrante de la resina se extiende desde el cuerpo perfilado medio de entrada 22 hacia los dos cuerpos perfilados de entrada 21. Cuando los frentes de flujo alcanzan a este último, sus conexiones con la fuente de vacío 10 se interrumpen, y se conectan a
20 la fuente de suministro de polímero 7. Posteriormente, los frentes de flujo avanzan hacia los siguientes cuerpos perfilados de entrada 3, y se continúa así sucesivamente. De esta manera, una caída de presión resultante de cualquier posible perforación accidental de la bolsa de vacío 13 y / o una fuerte resistencia del aire ya sea en el inserto de fibra 14 que se presionan entre sí debido al vacío o en la red de distribución,
25 no impide que un vacío poderoso sea aplicado adyacente al frente del flujo. Un posible punto seco también se puede eliminar de nuevo mediante la conexión de uno de los cuerpos perfilados de entrada con la fuente de vacío, invirtiendo así la dirección del flujo del polímero.

El canal de entrada central 22 es representado aquí como que no se extiende a
30 lo largo de toda la pieza 1 de molde. Sin embargo, el canal de entrada central 22 típicamente se extiende a lo largo de substancialmente toda la longitud longitudinal de la pieza de molde. Además, el canal de entrada central a menudo comprende tres o cuatro canales separados, cuando se necesita una mayor capacidad para el suministro de resina durante el proceso de impregnación.

La invención se ha descrito con referencia a una realización preferida. Sin embargo, el alcance de la invención no está limitado a la realización ilustrada, y se pueden realizar alteraciones y modificaciones sin desviarse del alcance de la invención. Por ejemplo, la pieza 1 de molde está representada con una forma de barco.

- 5 Sin embargo, una pala de turbina eólica a menudo tiene una forma asimétrica. Por lo tanto, el canal de entrada central 22 no necesita estar centrado a lo largo de toda la dirección longitudinal de la pieza 1 de molde.

Lista de los números de referencia

10	1	Pieza sólida de molde
	2	Canales de vacío
	3	Canales de entrada / canales de vacío
	4	Conexión de entrada del molde
	5	Miembros de válvula
15	6	Interior de los canales de entrada
	7	Fuente de suministro de polímero con polímero líquido
	8	Ranuras
	9	Membrana semipermeable
	10	Fuente de vacío
20	11	Primera aleta del cuerpo perfilado de entrada
	12	Segunda aleta del cuerpo perfilado de entrada
	13	Bolsa de vacío
	14	Inserto de fibra
	15	Capa desgarrable / capa pelable
25	16	Red de distribución
	21	Canales de entrada / canales de vacío
	22.	Canal de entrada / canal de vacío
	31, 32, 33	Isobaras
	34	Primer gradiente de presión
30	35	Segundo gradiente de presión
	41	Primer lado
	42	Segundo lado

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir una estructura compuesta que comprende material reforzado con fibra por medio de moldeo de transferencia de resina asistido por vacío, en el que se impregna el material de fibra con resina líquida, comprendiendo el método los pasos de:
- a) proporcionar una estructura de formación que comprende una pieza de molde rígida y una segunda pieza de molde y que tiene una dirección longitudinal y una dirección transversal con un primer lado y con un segundo lado,
 - b) colocar el material de fibra en la pieza de molde rígida,
 - c) obturar la segunda pieza de molde contra la pieza de molde rígida para formar una cavidad del molde,
 - d) conectar una fuente de suministro de resina fluida no curada al menos a una conexión de entrada de resina que se comunica con la cavidad del molde,
 - e) conectar al menos una conexión de salida de vacío a la cavidad del molde,
 - f) evacuar el interior de la estructura de formación por medio de al menos una conexión de salida,
 - g) suministrar resina no curada de la fuente de suministro de resina no curada a la cavidad del molde a través de la al menos una conexión de entrada de resina con el fin de llenar la cavidad del molde con resina, y
 - h) curar la resina con el fin de formar la estructura compuesta, que se caracteriza porque el proceso de evacuación del paso f) se lleva a cabo por:
 - f1) proporcionar inicialmente una depresión en una pieza de la cavidad del molde con el fin de proporcionar un primer frente de vacío que tiene un primer gradiente de presión orientado hacia el primer lado de la estructura de formación, y un segundo frente de vacío que tiene un segundo gradiente de presión orientado hacia el segundo lado de la estructura de formación, y
 - f2) controlar el primer frente de vacío y el segundo frente de vacío para que avancen hacia el primer lado y el segundo lado de la estructura de formación, respectivamente.
2. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la segunda pieza de molde es una bolsa de vacío,

3. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la al menos una conexión de salida de vacío está provista como una serie de canales de vacío que comprenden al menos un canal de vacío central, estando conectados los canales de vacío con al menos una fuente de vacío y se comunican con la cavidad del molde, y en el que los canales de vacío se extienden sustancialmente en la dirección longitudinal de la estructura de formación.
4. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el paso f1) se lleva a cabo mediante la aplicación de un vacío en el canal de vacío central.
5. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el número de canales de vacío comprende, además un número de canales de vacío adicionales, y en el que el paso f1) se lleva a cabo aplicando un primer nivel de vacío al canal de vacío central y aplicando un segundo nivel de vacío a un número de canales de vacío adicionales, siendo mayor el primer nivel de vacío que el segundo nivel de vacío.
6. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los canales de vacío adicionales se disponen yuxtapuestos al canal vacío central.
7. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 6, en el que los canales de vacío adicionales incluyen un primer canal vacío que se extiende en la dirección longitudinal a lo largo del primer lado de la estructura de formación, y un segundo canal de vacío que se extiende en la dirección longitudinal a lo largo del segundo lado de la, estructura de formación.
8. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 - 7, en el que al final de la etapa f) los niveles de vacío de los canales de vacío individuales se cambian a un nivel de vacío sustancialmente idéntico.

9. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 - 8, en el que los canales de vacío están conformados como cuerpos perfilados huecos oblongos que tienen un interior, que se comunica con la cavidad del molde a través de una o más ranuras que se extienden en la dirección longitudinal del cuerpo perfilado,

10. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 9, en el que los cuerpos perfilados huecos individuales están cubiertos por una membrana semipermeable que admite aire, pero que no admite resina líquida.

11. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 - 10, en el que un número de canales de vacío también está conectado a una fuente de suministro de la resina no curada.

12. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el paso g) se lleva a cabo suministrando inicialmente resina a través del canal de vacío central mientras se suministra vacío a través de los canales de vacío adicionales, de manera que se generan un primer frente de flujo de resina y un segundo frente de flujo de resina, estando controlados estos frentes de flujo de tal manera que se propagan desde el canal del vacío central hacia el primer lado y el segundo lado de la estructura de formación, respectivamente.

13. Un método para producir una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 12, en el que los canales de vacío adicionales se disponen yuxtapuestos al canal de vacío central y en el que la conexión a la fuente de vacío de los canales individuales de los canales de vacío adicionales se interrumpe cuando ya sea el primer frente de flujo de resina o el segundo frente de flujo de resina alcance los canales individuales que posteriormente se conectan a la fuente de suministro de polímero.

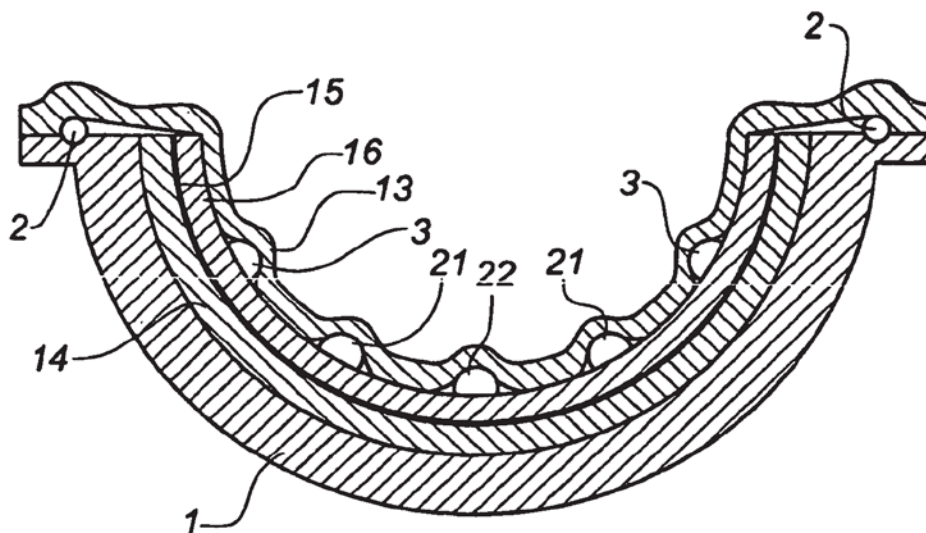


Fig. 1

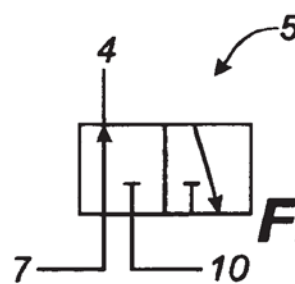


Fig. 3

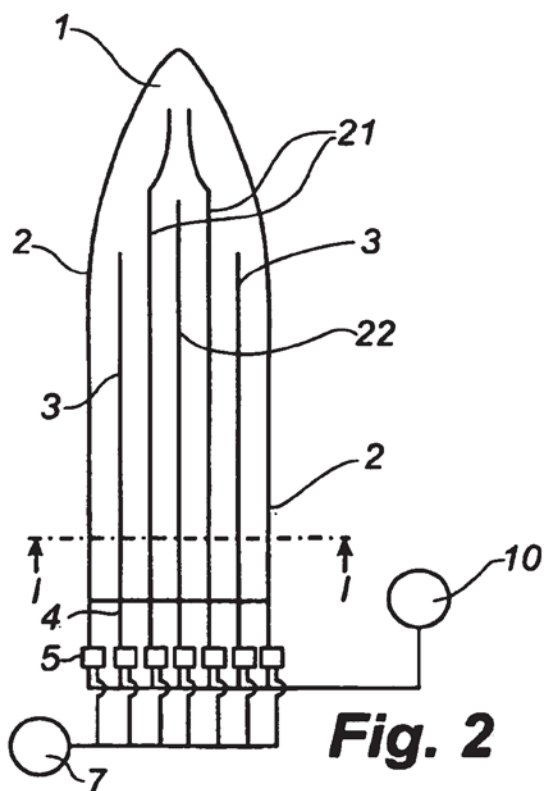


Fig. 2

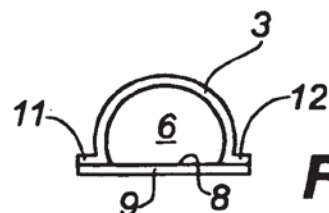


Fig. 4



Fig. 5

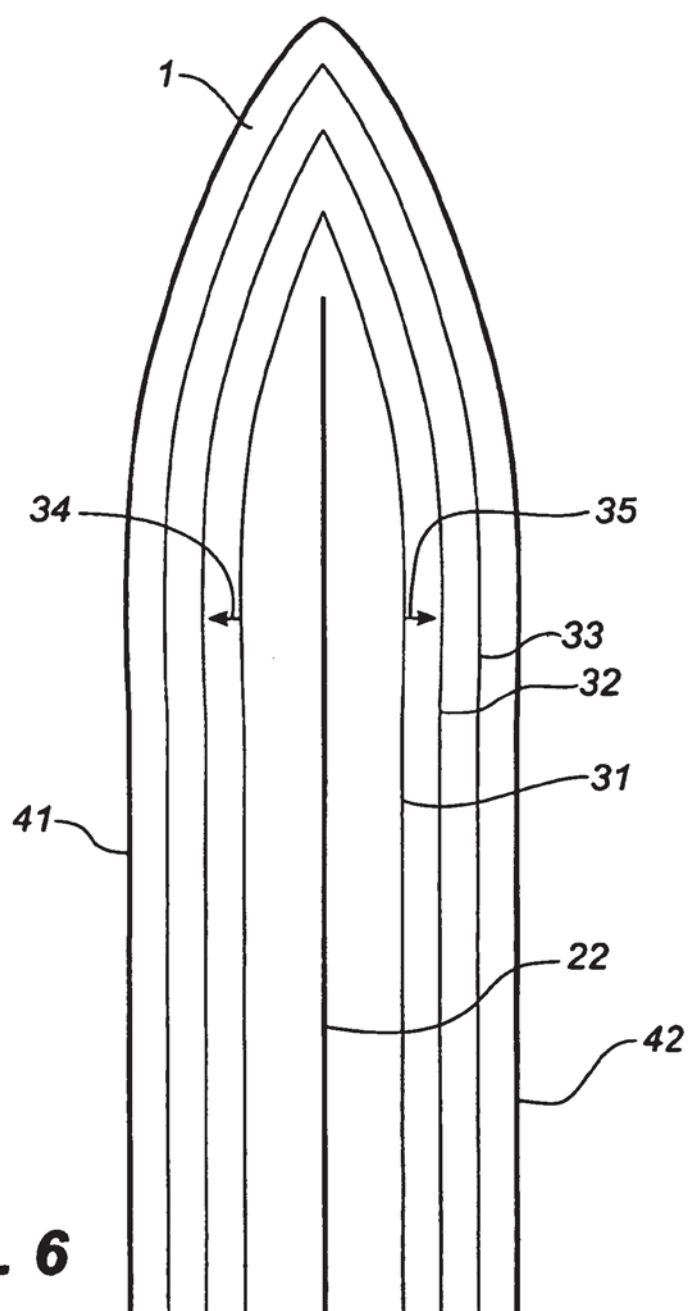


Fig. 6