

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 653**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/44** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

**B29D 99/00** (2010.01)

**B29L 31/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2012 E 12002800 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2653296**

54 Título: **Procedimiento de infusión al vacío para fabricar un componente de aerogenerador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.06.2017**

73 Titular/es:  
**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:  
**AUSTINAT, DIRK y  
MALISCHEWSKI, MATHIAS**

74 Agente/Representante:  
**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 618 653 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 de infusión al vacío para fabricar un componente de aerogenerador

5 La invención se refiere a un procedimiento de infusión al vacío para fabricar un componente de aerogenerador, en el que se prepara un molde para el componente de aerogenerador, un material de fibras se coloca en el molde y el molde se cierra con una envoltura de vacío. A continuación se genera un vacío en el molde y se infunde un material de plástico líquido en el molde. Después de endurecerse el material de plástico líquido, el componente de aerogenerador fabricado de esta manera se puede extraer del molde.

10 Este tipo de procedimientos de infusión al vacío se usa rutinariamente para la fabricación de componentes de aerogenerador y permite también la fabricación de componentes grandes con geometrías complejas. Mediante un uso óptimo de materiales de fibras adecuados se obtienen componentes que se pueden someter a altas cargas. No obstante, en el caso particular de componentes de gran tamaño resulta difícil ejecutar los procedimientos con la precisión requerida a fin de conseguir individualmente un componente óptimo. Por ejemplo, en la práctica se pueden producir burbujas de aire o las llamadas acumulaciones de resina que van a requerir un procesamiento ulterior costoso o que en el peor de los casos inutilizan el componente. Además, particularmente en los componentes de gran tamaño y componentes con geometrías complejas es difícil mantener en todos los puntos el contenido en volumen de fibras deseado.

20 Por el documento EP2335909A1 es conocido un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor, en el que el material de plástico líquido se alimenta de manera muy específica a través de una pluralidad de canales de alimentación integrados en el molde. La disposición de los canales de alimentación está ajustada aquí a la permeabilidad del material de fibras, situado en el molde, para conseguir una impregnación lo más uniforme posible del componente.

30 Es conocido también endurecer los componentes, fabricados a partir de materiales compuestos de fibras, a temperatura elevada y presión elevada en autoclaves. A tal efecto, se usan generalmente los llamados prepregs, es decir, paquetes de fibras impregnados con el material de plástico líquido antes de colocarse en un molde. Sin embargo, estos procedimientos tienen sus limitaciones en el caso de componentes de gran tamaño y, por lo general, su ejecución no es rentable. Por esta razón, el documento US2002/0022422A1 propone que los componentes no se fabriquen en autoclaves, sino mediante un procedimiento de infusión al vacío modificado. Con este fin, el material de fibras se dispone sobre una placa de base o en un molde y se cubre con una envoltura de vacío de doble pared. Se propone generar un vacío menor entre las dos capas de la envoltura de doble pared.

35 Por el documento US2005/0253309A1 es conocido otro procedimiento, en el que un prepreg se cubre con una envoltura de vacío de doble pared. Entre las dos capas de la envoltura de vacío se encuentra una cubierta de acero perforada. La generación de un vacío entre las dos capas debe reducir las fuerzas de compresión ejercidas por la capa interior sobre el prepreg para así poder eliminar las burbujas de aire. A continuación, el espacio intermedio entre las dos capas se ventila y el componente se endurece a temperatura elevada.

40 Por el documento EP2221167B1 es conocido otro procedimiento para procesar prepregs. En el caso de este conocido procedimiento, por encima del prepreg está dispuesta una placa de presión y a una distancia de la placa de presión está dispuesta una estructura de puente. Entre la estructura de puente y la placa de presión se encuentra una bolsa de presión. Toda la disposición está cubierta con una envoltura de vacío. La generación de una sobrepresión permite comprimir el prepreg.

50 Por el documento FR2673571A1 es conocido un procedimiento de infusión al vacío con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Partiendo de esto, la invención tiene el objetivo de poner a disposición un procedimiento de infusión al vacío para fabricar un componente de aerogenerador que permita obtener un componente con una calidad más uniforme.

55 Este objetivo se consigue mediante el procedimiento de infusión al vacío con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones secundarias subsiguientes aparecen configuraciones ventajosas.

El procedimiento de infusión al vacío sirve para fabricar un componente de aerogenerador y presenta las siguientes etapas:

- 60
- preparar un molde,
  - colocar un material de fibras en el molde,
  - cerrar el molde con una envoltura de vacío,
  - generar un vacío en el molde,
  - infundir un material de plástico líquido en el molde,
  - 65 • endurecer el material de plástico líquido,

- cubrir la envoltura de vacío con una envoltura de presión,
- sellar la envoltura de presión respecto al molde y
- generar una sobrepresión dentro de la envoltura de presión.

5 Las etapas del procedimiento se pueden ejecutar, en principio y si es posible técnicamente, en un orden cualquiera o también parcialmente al mismo tiempo. Debido a la vida útil limitada del material de plástico líquido puede ser adecuado finalizar determinadas etapas del procedimiento antes de iniciarse la infusión del material de plástico en el molde. Esto se refiere en particular a las etapas de cubrir la envoltura de vacío con la envoltura de presión y sellar la envoltura de presión respecto al molde.

10 El molde presenta un lado interior, cuya superficie corresponde a una superficie del componente de aerogenerador que se va a fabricar. El molde puede estar hecho, por ejemplo, de metal o de un material compuesto y puede presentar refuerzos o una estructura de apoyo para mantener su forma exacta también bajo cargas que se originan durante el procedimiento debido a las presiones y los pesos diferentes.

15 El material de fibras colocado en el molde puede presentar, por ejemplo, fibras de vidrio, fibras de carbono y/o fibras de aramida. En particular se pueden usar mallas o tejidos de este tipo de fibras para cumplir especificaciones relativas a la cantidad, la orientación y la disposición exacta de las fibras.

20 A continuación, el molde se cierra con una envoltura de vacío, es decir, el espacio interior del molde, en el que se crea el componente de aerogenerador, se cierra de manera hermética al aire respecto al entorno, de modo que en el molde se puede generar un vacío. A tal efecto, el aire contenido en el molde se aspira a través de canales de aspiración adecuados. La envoltura de vacío puede ser en particular una lámina de vacío. Para cerrar el molde, los bordes de la lámina de vacío se pueden pegar, por ejemplo, en bordes del molde, en particular con cintas adhesivas que son adecuadas al respecto.

30 Cuando se genera un vacío, la presión dentro del molde disminuye respecto a la presión ambiente. La presión absoluta, existente después en el molde, se identifica a continuación como  $p_0$ . La presión en el molde disminuye a menudo de tal modo que se puede conseguir un vacío más o menos completo en correspondencia con una presión absoluta  $p_0$ , por ejemplo, en el intervalo de 10 mbar a 50 mbar. No obstante, se puede trabajar también con una presión absoluta superior dentro del molde de, por ejemplo, hasta 100 mbar, hasta 200 mbar o hasta 300 mbar.

35 El material de plástico líquido es, por ejemplo, una mezcla de resina y agente endurecedor, en particular a base de poliéster, poliuretano o epoxi. El material de plástico líquido se endurece debido a una reacción química. En dependencia del material de plástico usado, esta reacción tiene lugar a temperatura ambiente con la generación, dado el caso, de calor. Es posible asimismo regular la temperatura del material de plástico líquido tanto mediante enfriamiento como mediante calentamiento, por ejemplo, con ayuda de un dispositivo de enfriamiento o un dispositivo calefactor instalado junto al molde o en el mismo.

40 La infusión del material de plástico líquido en el molde se realiza, por lo general, a través de canales o tubos flexibles de alimentación adecuados que conducen de un depósito de almacenamiento, en el que está dispuesto el material de plástico líquido, al molde. Los canales de alimentación pueden estar dispuestos en particular en zonas inferiores del molde, mientras que la aspiración del aire, contenido en el molde, se ejecuta preferentemente a través de canales de aspiración situados en el lado superior del molde. De esta manera, las burbujas de aire en el molde se transportan óptimamente de los frentes de flujo, que se van configurando, a los canales de aspiración. La distribución uniforme del material de plástico en el molde se puede reforzar con medidas adecuadas, en particular la disposición específica de medios auxiliares de flujo.

50 Cuando el material de plástico líquido se endurece, el componente de aerogenerador se puede extraer del molde. A fin de posibilitar esta extracción se pueden usar agentes separadores adecuados, por ejemplo, ceras o tejidos pelables.

55 En el caso de la invención, la envoltura de vacío se cubre con una envoltura de presión. La envoltura de presión se sella respecto al molde. Esto significa que entre la envoltura de vacío y la envoltura de presión se origina un volumen cerrado de manera hermética al aire. Como resultado de la disposición mencionada de la envoltura de presión, una sobrepresión generada en este volumen actúa directamente sobre la envoltura de vacío y el componente de aerogenerador situado en el molde. La envoltura de presión puede ser total o parcialmente transparente, por ejemplo, puede presentar una o varias ventanillas de observación. Esto permite observar en particular el proceso de infusión.

60 En principio es posible también cubrir la envoltura de vacío con la envoltura de presión solo al finalizar el proceso de infusión. De esta manera, el proceso de infusión se puede supervisar, como es usual, mediante un control visual antes de cubrirse el componente con la envoltura de vacío con la envoltura de presión.

65 Dentro de la envoltura de presión, o sea, en el volumen existente entre la envoltura de presión y la envoltura de vacío, se genera una sobrepresión. Por el término sobrepresión se entiende que la presión es elevada respecto a la

presión ambiente. La presión absoluta dentro de la envoltura de presión se identifica a continuación con  $p_2$ .

5 Mediante la envoltura de presión, que cubre la envoltura de vacío, y la sobrepresión generada dentro de la envoltura de presión se puede ejercer de manera muy simple una presión adicional sobre el componente de aerogenerador durante y/o después de la infusión del material de plástico líquido. Esto permite influir específicamente en el contenido en volumen de fibras del componente que se va configurando. En particular se pueden fabricar de una manera fiable y controlable componentes de aerogenerador con un contenido en volumen de fibras relativamente alto. Además, las condiciones, en las que se desarrolla el procedimiento, se pueden controlar mejor mediante el uso de la envoltura de presión. Con el uso de una pequeña sobrepresión se pueden minimizar entonces los efectos de fluctuaciones de la presión del aire.

15 En una configuración, un borde de la envoltura de presión y un borde del molde se presionan uno contra otro para sellar la envoltura de presión respecto al molde. En este caso se puede disponer un material de sellado entre los bordes mencionados. A diferencia de las láminas de vacío con un uso tan extendido, que se presionan contra el molde debido al vacío, el sellado de la envoltura de presión respecto al molde resulta más difícil, porque una sobrepresión generada dentro de la envoltura de presión separa fácilmente la envoltura de presión del molde. En particular no es suficiente generalmente fijar la envoltura de presión con una cinta adhesiva o mediante otro sistema de pegado, incluso cuando estas medidas puedan ser adecuadas desde el punto de vista complementario. El proceso de presionar los bordes uno contra el otro se puede ejecutar en particular con ayuda de barras de sujeción atornilladas en el molde, con mordazas o pinzas. Por ejemplo, se pueden usar mordazas que encierran los dos bordes en U, incluso en forma de perfiles en U alargados. De este modo se consigue un sellado fiable y fácil de realizar.

25 En una configuración, la envoltura de presión presenta un material flexible, hermético al aire. El material puede ser, por ejemplo, una lámina resistente a rotura o un tejido. El material flexible puede presentar un refuerzo, en particular con fibras de refuerzo. El material flexible puede presentar un revestimiento para conseguir la estanqueidad al aire. El uso de un material flexible para la envoltura de presión posibilita una fácil manipulación.

30 En una configuración, la envoltura de presión presenta una tapa o una cubierta con una geometría fija. La tapa o la cubierta se puede colocar por un borde sobre el borde del molde. La tapa o la cubierta puede presentar una estructura de refuerzo, por ejemplo, de metal, plástico o un material compuesto. La tapa o la cubierta se puede unir fijamente al molde, por ejemplo, mediante atornillado, y puede contrarrestar así una deformación del molde debido a la influencia de la sobrepresión. Una envoltura de presión con una geometría fija encierra un volumen siempre constante, lo que simplifica la regulación de la sobrepresión dentro de la envoltura de presión en determinadas circunstancias.

40 En el caso de la invención, la sobrepresión  $p_2$  y/o el vacío  $p_0$  se controlan de tal modo que se ajusta una diferencia de presión constante  $p_2-p_0$  entre la sobrepresión  $p_2$  y el vacío  $p_0$ . Esto se puede conseguir en particular mediante dos circuitos de regulación que regulan el vacío  $p_0$ , por una parte, y la sobrepresión  $p_2$ , por la otra parte, a valores constantes respectivamente. Si el procedimiento se ejecuta de manera que se genera también un vacío  $p_0$  esencialmente constante sin un circuito de regulación especial, es suficiente también regular la sobrepresión  $p_2$  a un valor constante para obtener la diferencia de presión constante  $p_2-p_0$ . Esta configuración se basa en el conocimiento de que para las fuerzas de compresión, que actúan sobre el componente de aerogenerador, es determinante solamente la diferencia de presión  $p_2-p_0$ . Por tanto, mediante el ajuste de una diferencia de presión constante  $p_2-p_0$  se consiguen resultados particularmente uniformes.

50 En una configuración, la sobrepresión  $p_2$  dentro de la envoltura de presión se genera solo cuando ha finalizado la infusión del material de plástico líquido. De esta manera, las fuerzas de compresión sobre el componente de aerogenerador no aumentan durante la infusión, lo que favorece una impregnación uniforme del material de fibras.

55 En una configuración se genera un vacío dentro de la envoltura de presión durante la infusión del material de plástico líquido. La generación de un vacío en un entorno de la envoltura de vacío permite reducir de manera específica las fuerzas de compresión sobre el componente de aerogenerador durante la infusión, lo que favorece asimismo una impregnación uniforme del material de fibras.

60 En una configuración, la infusión del material de plástico finaliza cuando se ha infundido una cantidad predefinida de material de plástico. Esto posibilita la fabricación de componentes de aerogenerador con un contenido en volumen de fibras predefinido. Con el fin de que la infusión finalice en el momento correcto, se puede medir la cantidad infundida mediante el flujo volumétrico y/o el peso del material de plástico infundido o de la cantidad restante, presente aún en el depósito de almacenamiento. La generación de una sobrepresión en la envoltura de presión permite fabricar de esta manera también un componente de aerogenerador en correspondencia con las especificaciones, si la cantidad infundida de material de plástico líquido a presión ambiente por fuera de la envoltura de vacío no es suficiente aún para impregnar completamente el material de fibras. Es posible, por ejemplo, que en estas condiciones, la cantidad predefinida se introduzca en el molde solo hasta un cierto nivel de llenado por debajo de un punto máximo del molde y que por encima del mismo queden aún fibras "secas". Mediante una sobrepresión generada en esta situación en la envoltura de presión, el material de fibras se puede comprimir en gran medida de

tal modo que se consigue una impregnación y una humectación completas de todas las fibras y, por tanto, el contenido en volumen de fibras deseado.

5 En una configuración, la sobrepresión  $p_2$  se mantiene durante un período de tiempo predefinido a un valor constante en un intervalo de 1,0 bar a 2,0 bar. La presión absoluta mencionada  $p_2$  corresponde a una presión elevada en 0 a 1 bar aproximadamente respecto a la presión ambiente. Esto posibilita una compresión considerable del componente de aerogenerador. Cuando se usa una sobrepresión pequeña  $p_2$ , situada, por ejemplo, solo algunos milibares por encima de la presión de aire máxima esperada, el mantenimiento de una sobrepresión constante contribuye esencialmente a un desarrollo uniforme del proceso y, por tanto, a una calidad alta constante del componente de aerogenerador.

15 En una configuración, la sobrepresión  $p_2$  se selecciona de modo que se compensa o sobrecompensa una presión estática debido al peso del material de plástico líquido en el punto inferior del molde. En el caso particular de componentes de aerogenerador que se extienden a una gran altura de, por ejemplo, 1 m o más, se producen diferencias de presión considerables en dependencia de la altura a causa del peso del material de plástico líquido. Estas diferencias de presión pueden ser fácilmente de 100 mbar o más y, por tanto, pueden tener una influencia esencial en el contenido en volumen de fibras que se configura en el molde. Si la sobrepresión  $p_2$  se selecciona en correspondencia con la presión estática, generada en el punto inferior del molde, debido al peso del material de plástico líquido, este efecto se compensa. En caso de una sobrepresión mayor  $p_2$  se sobrecompensa la presión estática mencionada. En ambos casos, la diferencia de presión  $p_2-p_0$ , determinante para la compresión del componente de aerogenerador, corresponde incluso en el punto máximo del componente a la presión, usual en procedimientos de fabricación convencionales, en componentes de aerogenerador de pequeña altura, en los que la presión estática mencionada no desempeña un papel esencial. En total se pueden fabricar de manera fiable también componentes de aerogenerador de alturas relativamente grandes mediante la sobrepresión mencionada  $p_2$  en el procedimiento de infusión al vacío con un control específico del contenido en volumen de fibras.

25 En una configuración, una temperatura de un medio, aplicado en la envoltura de presión para generar la sobrepresión, se regula a un valor de temperatura predefinido a fin de optimizar el proceso. Esto permite influir sobre las propiedades de flujo y el endurecimiento del material de plástico líquido.

30 En una configuración del procedimiento, un depósito de almacenamiento, desde el que se alimenta el material de plástico líquido para la infusión, se cierra de manera hermética al aire y en el depósito de almacenamiento se genera una presión de infusión definida  $p_3$ . Antes de la infusión, el depósito de almacenamiento puede contener todo el material de plástico líquido necesario para el componente de aerogenerador que se va a fabricar. Alternativamente, el depósito de almacenamiento puede ser un depósito intermedio, al que se alimenta otro material de plástico líquido durante la infusión. En ambos casos, la presión de infusión definida en el depósito de almacenamiento provoca condiciones bien definidas durante la infusión del material de plástico líquido. La presión de infusión definida puede ser un vacío o una sobrepresión, es decir, la velocidad de la infusión se puede tanto aumentar como reducir respecto a un depósito de almacenamiento convencional que está abierto hacia la atmósfera.

40 En una configuración, la presión de infusión  $p_3$  y/o el vacío  $p_0$  se controlan de manera que se ajusta una diferencia de presión constante  $p_3-p_0$  entre la presión de infusión  $p_3$  y el vacío  $p_0$ . La diferencia de presión  $p_3-p_0$ , determinante para la entrada del material de plástico, se regula a un valor deseado. En relación con las posibilidades para regular la diferencia de presión se remite a las explicaciones precedentes sobre la diferencia de presión  $p_2-p_0$  que se aplican de manera correspondiente. En particular, exclusivamente la presión de infusión  $p_3$  se puede someter a una regulación especial cuando se supone un vacío constante  $p_0$  o un vacío  $p_0$  regulado a un valor constante.

50 En una configuración, el componente de aerogenerador es una parte de pala de rotor de aerogenerador, en particular una semiconcha de pala de rotor de aerogenerador. Otros componentes de aerogenerador, que se van a fabricar con el procedimiento, son en particular componentes prefabricados de palas de rotor de aerogenerador, por ejemplo, largueros, barras, insertos de brida o de raíz u otros elementos de refuerzo para palas de rotor de aerogenerador u otros componentes de un aerogenerador.

55 La invención se explica en detalle a continuación por medio de un ejemplo de realización. Muestran:

Fig. 1 una representación esquemática simplificada de un dispositivo para ejecutar el procedimiento de infusión al vacío según la invención; y

60 Fig. 2 a-e una representación esquemática del procedimiento de infusión al vacío, según la invención, en etapas de procedimiento individuales.

65 La figura 1 muestra un molde 10 que presenta un lado interior 12, cuya forma corresponde a una superficie del componente de aerogenerador que se va a fabricar. En la figura 1, el lado interior 12 está representado en línea recta, como puede ser conveniente, por ejemplo, para la fabricación de un larguero principal de una pala de rotor de aerogenerador. En general, el lado interior 12 puede presentar una geometría compleja.

En el molde 10 o sobre el lado interior 12 de este molde están colocadas varias capas de un material de fibras 14. El molde 10 está cerrado con una envoltura de vacío 16 en forma de una lámina de vacío. Los bordes de la envoltura de vacío 16 están unidos de manera hermética al aire con el molde 10 mediante el uso de un medio de sellado 18.

5 La envoltura de vacío 16 está cubierta con una envoltura de presión 20. La envoltura de presión 20 está hecha de un material flexible, hermético al aire, y está representada de manera simplificada en la figura. A la envoltura de presión 20 está conectado un conducto de presión 21. Los bordes 22 de la envoltura de presión 20 descansan sobre bordes 24 del molde 10. Los bordes 22 de la envoltura de presión 20 y los bordes 24 del molde 10 se presionan uno contra el otro mediante mordazas en u 26, de modo que la envoltura de presión 20 queda sellada respecto al molde 10.

15 El aire, presente en el molde 10 en la zona del material de fibras 14, se aspira a través de un canal de aspiración 28 que está unido a una zona superior del molde 10 o de la envoltura de vacío 16, y dentro del molde 10, es decir, entre el molde 10 y la envoltura de vacío 16, se genera un vacío  $p_0$  que puede ser, por ejemplo, de 50 mbar.

20 Después de generarse el vacío  $p_0$  se infunde material de plástico líquido 32 en el molde 10 desde un depósito de almacenamiento 34 a través de un conducto 36 y de un canal de alimentación 30, configurado en una zona inferior del molde 10. El depósito de almacenamiento 34 es un depósito intermedio, en el que se encuentra solo una cantidad relativamente pequeña de material de plástico líquido 32. El otro material de plástico líquido 32 se alimenta a través de un conducto de suministro 38 durante el proceso de infusión. Durante este proceso, el depósito de almacenamiento 34 permanece cerrado herméticamente con una tapa 40 y la presión de infusión  $p_3$ , existente dentro del depósito de almacenamiento 34, se mantiene constante con ayuda de un dispositivo de regulación adecuado a través de un conducto de presión 42.

25 Con ayuda de un dispositivo de medición adecuado (no representado) se mide la cantidad de material de plástico líquido infundido 32 durante la infusión. La infusión finaliza tan pronto una cantidad predefinida de material de plástico líquido 32 se ha introducido en el molde 10.

30 A través del conducto de presión 21 se alimenta aire y dentro de la envoltura de presión 20 se genera una sobrepresión  $p_2$ . Esto comprime el material de fibras 14, situado en el molde 10, de modo que se consigue un contenido en volumen de fibras predefinido.

35 Las figuras 2 a-e muestran el desarrollo del proceso, según la invención, por medio del dispositivo descrito en la figura 1. La figura 2a muestra el molde 10, en el que están colocadas varias capas de un material de fibras 14. El molde 10 se cierra con una envoltura de vacío 16, por ejemplo, una lámina de vacío. Los bordes de la envoltura de vacío 16 están unidos de manera hermética al aire con el molde 10 mediante el uso de un medio de sellado 18.

40 En correspondencia con la figura 2b, después de cerrarse el molde 10 con la envoltura de vacío 16 se coloca una envoltura de presión 20 sobre el molde. Los bordes 22 de la envoltura de presión 20 se unen asimismo de manera hermética al aire con el molde 10 en los bordes del molde 10 mediante el uso de un medio de sellado 18, de modo que la envoltura de presión 20 queda sellada respecto al molde 10.

45 En correspondencia con la figura 2c, después de sellarse la envoltura de presión 20 respecto al molde 10 se aspira el aire presente en el molde 10 en la zona del material de fibras 14 a través de un canal de aspiración (no representado) y entre el molde 10 y la envoltura de vacío 16 se genera un vacío  $p_0$ . La presión  $p_1$  debajo de la envoltura de presión 20 corresponde en ese momento a la presión ambiente. La presión  $p_1$  puede estar situada ligeramente por encima o por debajo de la presión ambiente para garantizar condiciones de infusión constantes independientemente de las fluctuaciones de la presión ambiente. Las presiones  $p_1$  y  $p_0$  se seleccionan de modo que entre las capas del material de fibras queda suficiente espacio para infundir el material de plástico.

50 En correspondencia con la figura 2d, un material de plástico líquido 32 se infunde en el molde 10 después de generarse el vacío  $p_0$ . La cantidad de material de plástico líquido infundido 32 se mide durante la infusión y la infusión finaliza tan pronto una cantidad predefinida de material de plástico líquido 32 se ha introducido en el molde 10. En el ejemplo de realización representado, las capas superiores del material de fibras 14 no se impregnan suficientemente con el material de plástico.

60 En correspondencia con la figura 2e se genera a continuación una sobrepresión  $p_2$  dentro de la envoltura de presión 20. Esto comprime el material de fibras 14, situado en el molde 10, de modo que todas las capas del material de fibras 14 se impregnan con el material de plástico y se consigue un contenido en volumen de fibras predefinido.

Lista de números de referencia

10	Molde
12	Lado interior
65 14	Material de fibras
16	Envoltura de vacío

	18	Medio de sellado
	20	Envoltura de presión
	21	Conducto de presión
	22	Borde de la envoltura de presión
5	24	Borde del molde
	26	Abrazadera
	28	Canal de aspiración
	30	Canal de alimentación
	32	Material de plástico líquido
10	34	Depósito de almacenamiento
	36	Conducto
	38	Conducto de suministro
	40	Tapa
	42	Conducto de presión
15		

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de infusión al vacío con las etapas:

- 5
- preparar un molde (10),
  - colocar un material de fibras (14) en el molde (10),
  - cerrar el molde con una envoltura de vacío (16),
  - generar un vacío ( $p_0$ ) en el molde (10),
  - infundir un material de plástico líquido (32) en el molde (10),
- 10
- endurecer el material de plástico líquido (32), **caracterizado por** las etapas:
  - cubrir la envoltura de vacío (16) con una envoltura de presión (20),
  - sellar la envoltura de presión (20) respecto al molde (10) y
  - generar una sobrepresión ( $p_2$ ) dentro de la envoltura de presión (20), **caracterizado por que**
  - se usa el procedimiento para fabricar un componente de aerogenerador y por la etapa:
- 15
- controlar la sobrepresión ( $p_2$ ) y/o el vacío ( $p_0$ ) de tal modo que se ajusta una diferencia de presión constante ( $p_2-p_0$ ) entre la sobrepresión ( $p_2$ ) y el vacío ( $p_0$ ).

2. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** un borde (22) de la envoltura de presión (20) y un borde (24) del molde (10) se presionan uno contra el otro para sellar la envoltura de presión (20) respecto al molde (10).

3. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la envoltura de presión (20) presenta un material flexible, hermético al aire.

4. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la envoltura de presión (20) presenta una tapa o una cubierta con una geometría fija.

5. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la sobrepresión ( $p_2$ ) dentro de la envoltura de presión (20) se genera solo cuando ha finalizado la infusión del material de plástico líquido (32).

6. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** un vacío se genera dentro de la envoltura de presión (20) durante la infusión del material de plástico líquido (32).

7. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la infusión del material de plástico líquido (32) finaliza cuando se ha infundido una cantidad predefinida de material de plástico líquido (32).

8. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la sobrepresión ( $p_2$ ) se mantiene durante un período de tiempo predefinido a un valor constante en un intervalo de 1,0 bar a 2,0 bar.

9. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la sobrepresión ( $p_2$ ) se selecciona de modo que se compensa o sobrecompensa una presión estática debido al peso del material de plástico líquido (32) en el punto inferior del molde (10).

10. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** una temperatura de un medio, aplicado en la envoltura de presión (20) para generar la sobrepresión ( $p_2$ ), se puede regular a un valor de temperatura predefinido.

11. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por** las etapas:

- cerrar de manera hermética al aire un depósito de almacenamiento (34), desde el que se alimenta el material de plástico líquido (32) para la infusión y
- generar una presión de infusión definida ( $p_3$ ) en el depósito de almacenamiento (34).

12. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por** la etapa:

- controlar la presión de infusión ( $p_3$ ) y/o el vacío ( $p_0$ ) de tal modo que se ajusta una diferencia de presión constante ( $p_3-p_0$ ) entre la presión de infusión ( $p_3$ ) y el vacío ( $p_0$ ).

13. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** el componente de aerogenerador es una parte de pala de rotor de aerogenerador.

14. Procedimiento de infusión al vacío de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** la parte de pala de rotor de aerogenerador es una semiconcha de pala de rotor de aerogenerador.

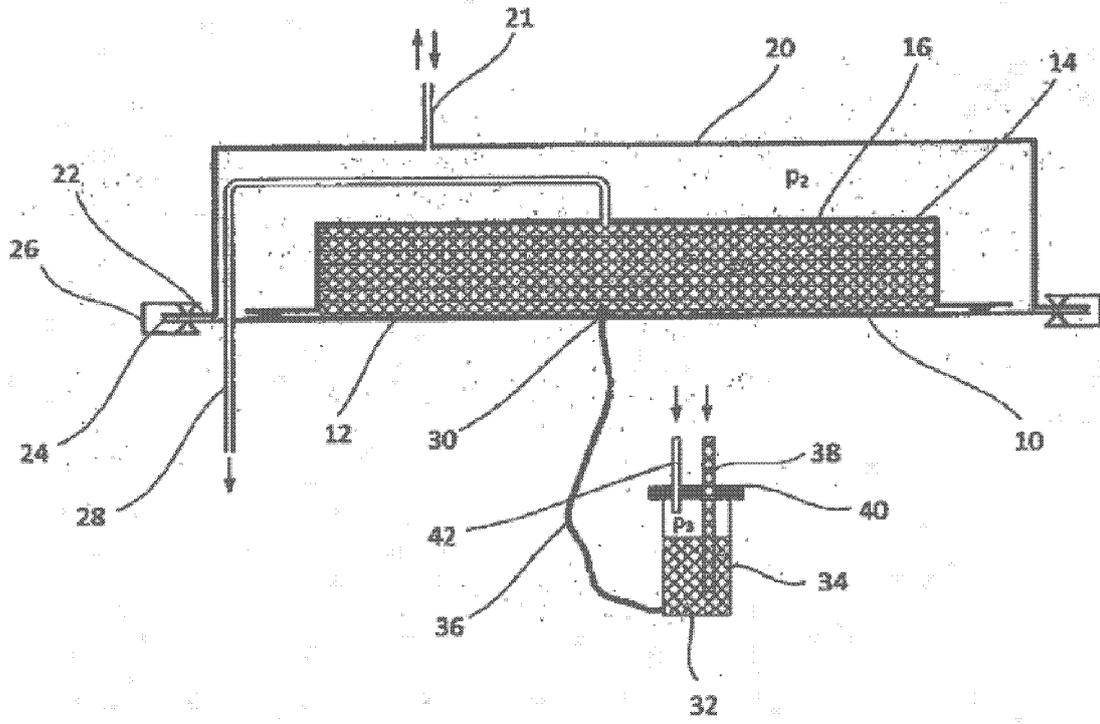


Fig. 1

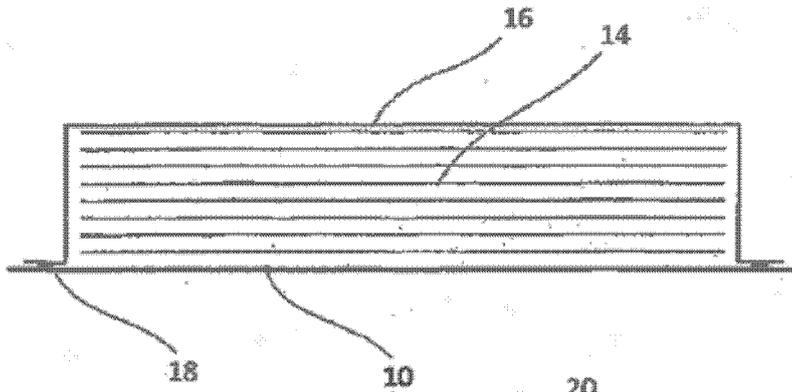


Fig. 2a

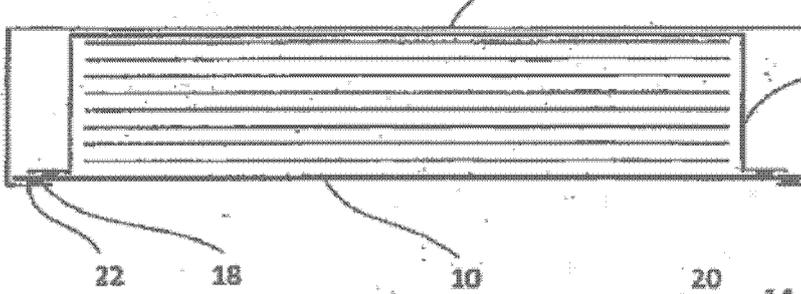


Fig. 2b

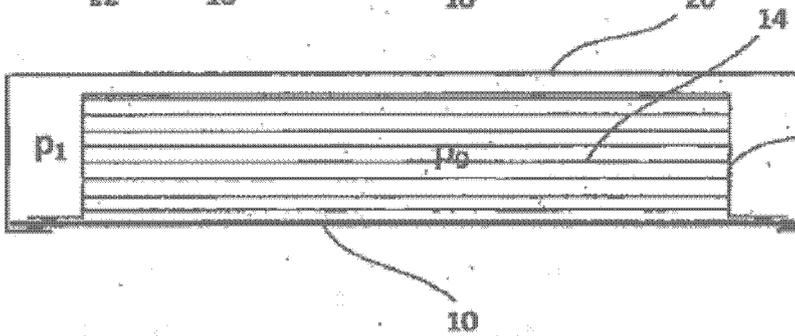


Fig. 2c

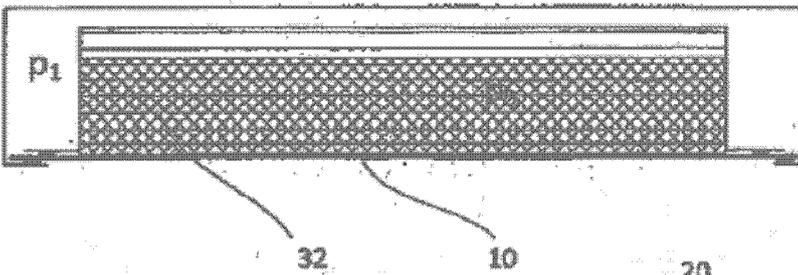


Fig. 2d

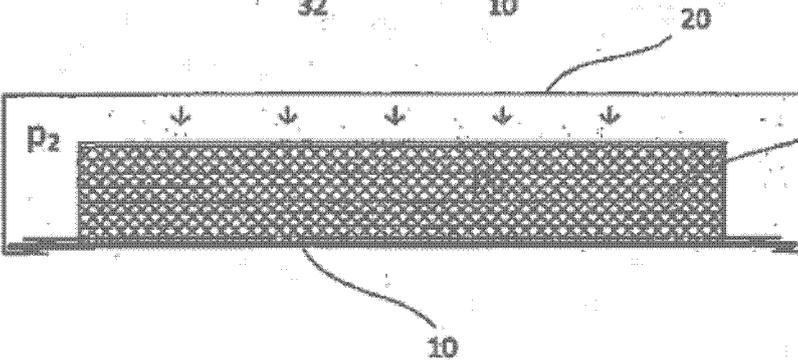


Fig. 2e