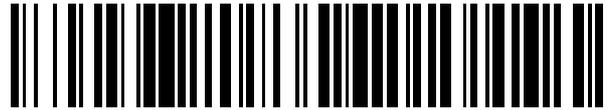


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 479**

51 Int. Cl.:

B29C 70/46

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2011 E 11799071 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2661357**

54 Título: **Preforma laminada para una pala de turbina eólica y método para su fabricación**

30 Prioridad:

05.01.2011 DK 201170003
05.01.2011 US 201161429939 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2016

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

RICHTER, JED

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 572 479 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

Preforma laminada para una pala de turbina eólica y método para su fabricación

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una preforma laminada para una pala de turbina eólica, que comprende fibras y una resina de fijación, para reforzar una estructura compuesta. La invención se refiere también a un método de producción de tal preforma.

10

Antecedentes de la invención

Las estructuras compuestas, tales como palas de turbina eólica, normalmente comprenden una pluralidad de capas de láminas fabricadas de fibras embebidas en una resina. Este componente semiacabado puede denominarse preforma.

15

Tradicionalmente, tales preformas se han producido cortando capas de láminas a partir de un material laminar sin fin de fibras en una resina, y apilándolas en capas unas sobre otras para formar una estructura compuesta. La estructura compuesta se consolida después retirando el aire que haya podido quedado atrapado entre las capas de la estructura, normalmente aplicando un vacío. Durante este procedimiento de consolidación, puede introducirse resina adicional a, o infundirse en, la estructura para llenar cualquier hueco en su interior para reforzar la estructura.

20

El aire atrapado en la preforma puede disminuir la resistencia de la preforma acabada y, por lo tanto, es indeseable.

25

El documento WO 2009/077582 divulga un método para preparar una preforma que comprende varias capas de estopas de fibra fijadas mediante una resina. Para retirar el aire atrapado de la preforma, se sugiere una etapa de encapsulación, que permite la retirada del aire del recinto para extraer el aire atrapado. Para facilitar la retirada del aire atrapado, las capas de resina pueden distribuirse de una manera no continua.

30

El documento WO2004/078442 divulga un método de fabricación de una preforma preconsolidada que comprende una resina y una pluralidad de capas de fibras orientadas, dispuestas en estopas de fibra.

El documento WO2009/133143, titulado: "A consolidated composite preform", se refiere a una preforma consolidada para reforzar una estructura compuesta, estructura que puede ser una pala de turbina eólica. La preforma comprende fibras y un agente aglutinante, y tiene una estructura de tipo laminar con una superficie principal superior y una superficie principal inferior. Además, la preforma está provista de rebajes en al menos una porción de sus superficies principales. En algunas realizaciones, las fibras en la preforma pueden tener forma de estopas, que en algunos aspectos pueden estar alineadas en paralelo entre sí para formar un material compuesto unidireccional junto con el agente aglutinante. El agente aglutinante puede incluir o comprender, opcionalmente, una resina. Los rebajes en al menos una superficie principal de la preforma pueden formar canales que facilitan el escape del aire atrapado en la interfaz entre la preforma y otra superficie, durante la producción de una estructura compuesta reforzada. Esta publicación da a conocer, predominantemente, cómo proporcionar rebajes orientados lateralmente para facilitar la retirada de aire aunque, en un aspecto, puede preferirse proporcionar canales que se extiendan en una dirección sustancialmente longitudinal de una preforma.

35

40

45

Una preforma es un material compuesto que comprende fibras y una resina no curada o solo parcialmente curada. Las fibras se proporcionan preferentemente en capas de fibras orientadas, tal como, por ejemplo, fibras individuales, estopas de fibra, materiales impregnados o preimpregnados de estopa de fibra.

50

Por preconsolidación se entiende en el presente documento un proceso mediante el cual se retira el gas dentro de una preforma y se produce una preforma de baja porosidad. La preconsolidación implica la redistribución de una resina y, opcionalmente, una redistribución de las fibras. Además, la preconsolidación puede implicar un curado limitado de la resina. La preconsolidación es particularmente útil puesto que produce una preforma densa (denominada en lo sucesivo en el presente documento preforma preconsolidada). Las preformas preconsolidadas y los materiales compuestos preparados a partir de las preformas preconsolidadas se apreciarán, entre otros, debido a su buena reproducibilidad, baja porosidad, alta homogeneidad, alta resistencia, capacidad de conformación plástica de la preforma preconsolidada, capacidad de conectarse a otras preformas y/u otras estructuras, adecuabilidad para automatización y una vida útil duradera sin un curado prematuro.

55

60

La presente invención proporciona una técnica mejorada que facilita la retirada del aire atrapado en un proceso de preconsolidación. La presente invención proporciona una técnica mejorada para reducir la aparición de huecos entre las capas durante la formación de un preimpregnado preconsolidado. Por huecos entre las capas se entienden en este documento huecos que pueden aparecer dentro de una estructura preimpregnada.

65

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a una preforma laminada preconsolidada para una pala de turbina eólica que tiene un lado superior y un lado trasero, que se extienden entre porciones de borde respectivas, comprendiendo dicha preforma laminada una pluralidad de capas de estopa de fibra continuas que se extienden en una dirección longitudinal de dicha preforma laminada, estando dichas estopas de fibra al menos parcialmente fijadas mediante al menos una capa no continua de resina, en la que dicha pluralidad de capas de estopas de fibras continuas están situadas entre una primera y una segunda capas preimpregnadas o semi-impregnadas que incluyen fibras que se extienden en una dirección oblicua con respecto a dicha dirección longitudinal, y se proporciona al menos un canal de distribución en el lado trasero que se extiende en dicha dirección longitudinal. La primera y segunda capas preimpregnadas o semi-impregnadas pueden ser parte de una envoltura que encapsula la preforma laminada.

Las fibras que se extienden en una dirección oblicua con respecto a dicha dirección longitudinal formarán trayectorias de vacío a través de la preforma laminada. Además, se proporcionan trayectorias de escape de gas a través del material en una dirección vertical por medio de una estructura abierta de la capa o capas no continuas de resina. Donde estas trayectorias están inhibidas en un área local debido a una variación local en el material, el canal de distribución puede desviar el gas en la dirección longitudinal del laminado alrededor de la inhibición local. La evacuación del aire desde el laminado tiene lugar a través del laminado, que al comienzo del proceso de curado es una estructura porosa que permite evacuar el aire. Durante el proceso de curado, la porosidad se reduce gradualmente, de manera que al final del proceso de curado el laminado forma una estructura sustancialmente densa con una baja porosidad, adecuadamente por debajo del 0,5 %. En el proceso de curado, la reducción gradual de la porosidad conducirá a una menor capacidad de retirada de aire a través del laminado. En otras palabras, el canal de distribución está dispuesto para redistribuir el flujo de evacuación desde un área de la preforma laminada que tiene una menor capacidad de retirada de aire hasta otra área que tiene una mayor capacidad de retirada de aire. La capacidad de retirada de aire local dependerá, en gran medida, de hasta dónde haya transcurrido el proceso de curado en el área en cuestión. La preforma laminada inventiva permite, por tanto, que el aire atrapado dentro de la estructura se retire de una manera muy eficiente.

Además, disponiendo los canales de distribución en la dirección longitudinal del laminado, y paralelos a las estopas de fibra, los canales pueden formarse sin torcer o estirar las fibras continuas en las estopas de fibra. En el caso de que los canales discurran en una dirección transversal respecto a la extensión de las estopas de fibra, las fibras individuales se encresparían por la estampación de un canal en el laminado. Después de curar el laminado por aplicación de calor, permanecerá la propiedad de encrespado de la estructura continua. Esto aumentará la elasticidad del laminado de una manera no deseada. Por otro lado, en el caso de que los canales de distribución y las estopas de fibra se extiendan en la dirección longitudinal, la estampación de los canales no torcerá o encrespará las fibras continuas en las estopas de fibra, lo que conduce a que se obtendrá la rigidez deseada del laminado.

Los canales de distribución están conformados para posibilitar redistribuir aire a través de dicho al menos un canal de distribución, proporcionado desde una primera área de dicha preforma laminada que tiene una menor capacidad de retirada de aire hasta una segunda área que tiene una mayor capacidad de retirada de aire. La capacidad de retirada de aire puede variar a lo largo de la extensión longitudinal de la preforma laminada. En general, el preimpregnado será una estructura esencialmente bidimensional que tiene una extensión longitudinal y una anchura. La longitud generalmente será mayor que la anchura. Tanto la extensión longitudinal como la anchura son considerablemente mayores que el espesor de la estructura. La variación de la capacidad de retirada puede evaluarse sobre intervalos correspondientes a la anchura del laminado. En dos áreas próximas que tienen cada una una extensión longitudinal correspondiente a la anchura del laminado, la capacidad de retirada promedio puede variar significativamente, tanto desde el comienzo como durante el proceso de curado. La capacidad de retirada de aire del laminado dependerá de la porosidad inicial de las capas que forman el laminado y de hasta dónde ha transcurrido el proceso de curado. Los canales de redistribución posibilitarán la redistribución del flujo desde la primera área hasta la segunda área para evitar la formación de cualquier bolsa de aire sustancial. En el proceso de curado, el laminado se somete a una presión absoluta muy baja para dirigir la evacuación del aire desde el laminado. En el proceso de curado, los canales de evacuación también colapsarán debido a la baja presión absoluta a la que se expone el laminado. Puede ser deseable mantener una capacidad de redistribución que es proporcional a la cantidad de aire que queda en el laminado. Por esta razón, puede ser apropiado proporcionar canales de redistribución con áreas de sección transversal variables, de tal manera que el colapso de los canales pueda ocurrir gradualmente. Una manera de obtener esto es proporcionar en el laminado canales de redistribución con diferentes áreas de sección transversal.

Como un ejemplo, el laminado puede incluir canales, que pueden proporcionarse como un único canal semiesférico con un diámetro de 15 mm, o como un número de canales más pequeños (radio 1-6 mm), a lo largo de toda la longitud de una preforma de fibra de carbono/epoxi, obtenida a partir de un proceso como el que se describe en la patente n.º WO 2004/078442.

En otro ejemplo, puede disponerse una distribución de canales de distribución de tamaño grande, medio y pequeño. Como un ejemplo, pueden proporcionarse canales grandes, con un área de sección transversal correspondiente a un diámetro de 10 mm, junto con canales de tamaño medio, con un área de sección transversal correspondiente a

un diámetro de 4 mm, y canales de tamaño pequeño, con un área de sección transversal correspondiente a un diámetro de 1 mm.

Típicamente, estas preformas tienen un espesor entre 6-20 mm. Las preformas pueden formarse de una pluralidad de capas de estopa de fibra, en ocasiones con capas intermedias de tejido/velo de tela biaxial o carbono. Se proporcionan capas de resina para posibilitar la fijación de las fibras en el laminado. Además, las telas biaxiales, en formato semi-impregnado o preimpregnado, se proporcionan por encima y por debajo de las estopas de fibra y las capas de resina para formar un laminado completo para el componente. En el proceso de proporcionar las preformas se realiza una etapa de evacuación para retirar el aire de la estructura y adherir las capas de estopas de fibra a las telas biaxiales.

Las estructuras laminadas fabricadas con estos materiales pueden ser muy largas, por ejemplo hasta 40-80 m, pero tienen una anchura estrecha, por ejemplo menor de 1 m, - en estos componentes, la tela biaxial formará una trayectoria de vacío a través de la pieza (es decir, a través de la dimensión estrecha) con suficiente éxito. Las trayectorias de vacío en la dirección vertical se proporcionarán disponiendo la capa o capas de resina de una manera no continua, es decir, disponiendo las capas de resina con un área abierta. Sin embargo, debido a la variación local en el material, en ocasiones la trayectoria puede inhibirse en un área local - en cuyo caso puede ser atractivo tener una trayectoria de vacío longitudinal adicional que puede dividirse "alrededor de" la inhibición local. Esto permite que otras áreas de mayor permeabilidad transmitan su vacío al área inhibida local que, de lo contrario, tendrían un nivel de vacío menor.

Preferentemente, la envoltura preimpregnada o semi-impregnada es un preimpregnado biaxial, por ejemplo un semi-impregnado o preimpregnado de vidrio E biaxial, de 600-1200 gsm +-45 grados. Como alternativa, la envoltura puede ser un preimpregnado o semi-impregnado de vidrio E unidireccional, de 600-1200 gsm. Estos materiales tienen excelentes propiedades en términos de formación de la clase de trayectorias de vacío deseadas de acuerdo con la invención.

En una realización preferida de la presente invención, la preforma laminada se dispone en un molde, donde el lado trasero de la preforma 1 está orientado hacia el molde.

La preforma laminada de la presente invención es particularmente adecuada para usarla en una pala de turbina eólica.

La invención se refiere también a un método para preparar una preforma laminada que tiene un lado superior y un lado trasero, que se extienden entre porciones de borde respectivas, comprendiendo dicha preforma al menos dos capas de estopas de fibra que están fijadas al menos parcialmente por una resina, comprendiendo el método las etapas de:

- distribuir una primera capa de fibra de estopas de fibra sobre la primera capa de resina, extendiéndose dichas estopas de fibra en una dirección longitudinal de dicha preforma laminada;
- proporcionar al menos una capa no continua de material de resina de refuerzo;
- localizar la primera capa de fibra y al menos una capa no continua de material de resina de refuerzo entre una primera y una segunda capas preimpregnadas o semi-impregnadas, que incluyen fibras que se extienden en una dirección oblicua con respecto a dicha dirección longitudinal de dicha preforma laminada; y
- proporcionar al menos un canal de distribución en dicho lado trasero de dicha preforma laminada, extendiéndose dicho canal de distribución en dicha dirección longitudinal.

En una etapa adicional, el método inventivo comprende además retirar el aire de la preforma. De esta manera, se minimiza la cantidad de aire atrapado incluido en la preforma. Como consecuencia, aumenta la resistencia de la preforma acabada.

La redistribución de aire es desde una primera área de dicha preforma laminada, que tiene una menor permeabilidad al aire, hasta una segunda área, que tiene una mayor permeabilidad al aire, y se realiza por los canales de distribución.

Opcionalmente, el método incluye una etapa del método de distribuir adicionalmente la capa de fibra de estopas de fibra sobre la segunda capa de resina, extendiéndose dichas estopas de fibra en una dirección longitudinal de dicha preforma laminada. Las capas de fibra individuales pueden incluir canales de recirculación que se extienden en, a través de, u oblicuamente a la extensión longitudinal del laminado. Preferentemente, estos canales internos se extienden también en la dirección longitudinal del laminado. Sin embargo, una parte principal de la redistribución debería realizarse, preferentemente, en el lado trasero del preimpregnado laminado. Esto puede conseguirse formando cualquiera de los canales de redistribución en el lado trasero con una sección transversal sustancialmente mayor que la de cualquier canal interno en el laminado. El lado trasero del laminado es el lado del laminado que se apoya sobre una superficie del molde antes de la evacuación.

La resina puede proporcionarse impregnando el laminado o las capas individuales de fibras continuas con un dibujo no continuo de resina, o adhiriendo una lámina de resina perforada o parcialmente abierta a una o más capas de estopas de fibra continuas.

5 Opcionalmente, el método incluye la etapa de aplicar la resina a una superficie interna de un material de refuerzo, dejando seca una superficie de contacto con dicha envoltura preimpregnada o semi-impregnada. Por superficie seca se entiende una superficie esencialmente exenta de resina.

10 Los canales de redistribución internos pueden proporcionarse proporcionando una lámina de resina que tiene una estructura tridimensional. Los canales de redistribución internos pueden ayudar al canal de distribución, proporcionado en el lado trasero del laminado, con la redistribución del gas a lo largo de la extensión longitudinal del laminado, para reducir la aparición de bolsas de gas en el laminado. En este caso, la lámina de resina debería tener una rigidez estructural para soportar la siguiente capa de fibras, cuando se construye la preforma.

15 Como alternativa, pueden proporcionarse canales de distribución internos añadiendo una o más láminas de fibras de vidrio, por ejemplo biaxiales (u otra lámina adecuada) entre las capas de carbono en la plancha, que podrían actuar también como un canal de evacuación.

20 En cualquier caso, para el fin de esta invención, es importante que los canales de distribución se proporcionen en el lado trasero y se extiendan en dicha dirección longitudinal, canales de distribución que, en el lado trasero, pueden servir para una mayor parte de la redistribución entre las áreas que tienen baja permeabilidad y las áreas con mayor permeabilidad.

25 En una etapa adicional más, el método inventivo comprende además curar la preforma. En el caso de una preforma laminada semirrígida, esta etapa proporciona la posibilidad de retirar el canal de distribución en la preforma laminada recién preparada, debido al colapso del canal tras la aplicación de calor.

Breve descripción de los dibujos

30 La Figura 1 muestra una vista esquemática de una preforma de acuerdo con la presente invención.
La Figura 2 muestra ejemplos de geometrías de los canales de distribución incluidos en la preforma de acuerdo con la presente invención.
La Figura 3 muestra una vista en sección transversal esquemática de una preforma.

35 Descripción detallada de la invención

Con referencia a la Figura 1, la presente invención se refiere a una preforma laminada preconsolidada 1 que tiene un lado superior 2 y un lado trasero 3, que se extienden entre porciones de borde 4 respectivas.

40 La preforma laminada 1 comprende una pluralidad de capas de estopas de fibra 5 que se extienden en una dirección longitudinal de dicha preforma laminada 1.

45 Pueden usarse diferentes tipos de fibras, tales como fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras sintéticas, biofibras, fibras minerales y fibras metálicas, dependiendo del uso final de la preforma. Para reforzar una estructura compuesta grande, que está sometida a una tensión significativa, tal como el larguero de la pala de una turbina eólica, se prefieren fibras de carbono, puesto que son mucho más fuertes que, por ejemplo, las fibras de vidrio. La preforma comprende fibras en estopas de fibra, que son haces de un gran número de fibras individuales, es decir, haces de fibras unidireccionales.

50 Cada estopa de fibra puede comprender fibras que están retorcidas de una manera conocida, por ejemplo como en la fabricación de una cuerda, etc., o pueden comprender fibras dispuestas lado a lado en una forma recta no retorcida. Las estopas de fibra pueden contener solo fibras, o pueden contener fibras y un aglutinante para aglutinar las fibras. El aglutinante puede comprender resina, por ejemplo similar a la resina que fija las estopas de fibra.

55 La preforma puede incluir tipos idénticos de estopas de fibra. Como alternativa, diferentes capas de estopas de fibra pueden contener diferentes tipos de estopas de fibra, por ejemplo, una capa de estopas de fibra puede estar fabricada de estopas de fibra de carbono, mientras que otra capa de estopas de fibra puede estar fabricada de estopas de fibra de vidrio.

60 Las estopas de fibra están dispuestas sustancialmente en paralelo entre sí, y están fijadas al menos parcialmente entre sí por una resina.

65 La resina puede ser una resina líquida polimérica orgánica que, cuando se convierte en su estado final para su uso, se consolida y se hace sólida. Como un ejemplo, la resina puede ser una resina basada en epoxi o una resina basada en poliéster, aunque pueden aplicarse también otros tipos de resina. Además, pueden aplicarse uno o más tipos de resina diferentes. Sin embargo, si se usan diferentes tipos de resina, puede ser ventajoso usar resinas de

una familia para asegurar la compatibilidad entre ellas. La resina puede proporcionarse por impregnación o proporcionando una capa separada de resina que se adhiere a una o más capas de las estopas de fibra.

5 El proceso de una preforma preconsolidada puede implicar un curado limitado. Como alternativa, el proceso de preconsolidación no implicará ningún efecto de curado significativo. El curado limitado puede implicar una liberación de hasta un 50 % de la energía que se liberaría por un curado completo de la resina. Sin embargo, se prefiere que la extensión del curado esté limitada a una extensión que permita que la preforma se deforme plásticamente. El grado de curado que permitirá la deformación plástica de una preforma preconsolidada depende, entre otros factores, de la resina exacta, así como del tipo de fibra y del contenido de fibra. En general, se prefiere que el curado limitado implique menos de aproximadamente 20 % de la energía que se liberaría por un curado completo de la resina y, más preferentemente, que el curado limitado implique entre el 3 y el 15 % de la energía que se liberaría por un curado completo.

15 En general, el proceso de preconsolidación debería reducir la porosidad de una preforma, no obstante, se prefiere que la porosidad resultante de la preforma consolidada sea menor del 5 % en volumen, preferentemente menor del 2 % en volumen y, más preferentemente, menor del 1 % en volumen. En algunos casos, una porosidad de incluso el 1 % puede reducir considerablemente las propiedades de un material compuesto. Es estos casos, se apreciará que el método y las preformas preconsolidadas pueden producirse con porosidades bastante por debajo del 1 %. Por ejemplo, se consiguió una porosidad reproducida de aproximadamente 0,2 % en volumen para un material compuesto con un 60 % de fibras de carbono en epoxi. La reducción de la porosidad puede ser el resultado, por ejemplo, de exponer la preforma a una presión y/o vacío respecto al proceso de consolidación.

25 La porosidad de la preforma preconsolidada no puede establecerse directamente, puesto que no se conoce su densidad, y puede variar a través del material. Por tanto, la porosidad debe establecerse por un método óptico en una muestra materialográfica. La preparación de las muestras materialográficas a partir de una preforma preconsolidada no curada es muy rigurosa, puesto que el material comprende tanto un elemento muy blando (es decir, una resina) como un elemento muy duro (es decir, la fibra). Para establecer un resultado reproducible, es por tanto necesario curar la preforma antes de la preparación materialográfica. Este curado debería ser sin presión, para asegurar que la porosidad no se vea afectada por el proceso.

30 La preforma puede comprender un número arbitrario de capas de estopas de fibra y resina, dependiendo del uso de la preforma. Una estopa de fibra contiene un alto número de fibras individuales paralelas, que típicamente varían de un par de cientos de fibras a varios miles de fibras.

35 La preforma tendrá propiedades variables a lo largo de la extensión longitudinal, debido a las variaciones en la permeabilidad de las capas de resina.

40 Las capas de estopa de fibra están situadas entre una primera y una segunda capas preimpregnadas o semi-impregnadas 6a, 6b, que incluyen fibras que se extienden en una dirección oblicua con respecto a la dirección longitudinal a lo largo de la cual se extienden las estopas de fibra. En la realización mostrada, la primera y segunda capas 6a, 6b son partes de una envoltura 6 que encierra la preforma laminada. La envoltura 6 es preferentemente un preimpregnado o semi-impregnado biaxial que tiene una extensión típicamente a +45 grados con respecto a la dirección longitudinal. Son posibles también otras inclinaciones a +-30 grados u ortogonales respecto a la dirección longitudinal.

45 Por "un preimpregnado" se entiende fibras preimpregnadas que contienen fibras/filamentos totalmente mojados – mientras que un semi-impregnado son materiales parcialmente impregnados – normalmente los haces de fibra no están impregnados. El grado de mojado puede variar de casi cero (las fibras situadas encima de una película de resina seca) hasta materiales donde la resina ha fluido alrededor de las fibras para presentar una superficie mojada en ambos lados – pero los haces de fibra (hilos, estopas, etc.) no están mojados ellos mismos. Esto último es más típico de los materiales usados actualmente en energía eólica.

50 Puede aplicarse una película de liberación 9 en el lado superior 2 de la preforma (1). La película de liberación proporciona una barrera entre los preimpregnados estructurales y los consumibles de vacío usados para evacuar aire y consolidar los materiales. La película de liberación preferentemente proporciona una superficie rugosa y limpia al laminado. La película de liberación se separa fácilmente del laminado.

55 La preforma laminada, encapsulada en la envoltura preimpregnada, generalmente se sitúa dentro de un molde 8, donde el lado trasero 3 de la preforma 1 está orientado hacia el molde 8.

60 Se proporciona al menos un canal de distribución 7 que se extiende en la dirección longitudinal de la preforma laminada, en el lado trasero 3 de la preforma 1. De esta manera, el canal de distribución 7 está localizado en el lado de la preforma orientado hacia el molde 5. En el texto que sigue, cuando se menciona un "canal de distribución" en singular, debe entenderse que incluye también el caso en el que se usan dos o más canales de distribución.

65

Este canal de distribución 7 que se extiende longitudinalmente sirve para redistribuir el aire a lo largo de la extensión longitudinal de la preforma 1. En particular, el canal de distribución 7 está dispuesto para redistribuir un flujo de evacuación desde un área de la preforma laminada que tiene menor permeabilidad al aire hasta un área de la preforma laminada que tiene mayor permeabilidad al aire.

5 Es posible incluir uno o más canales de distribución en la preforma dependiendo del uso de la preforma. Si se incluye un único canal de distribución, este puede tomar la forma de un canal semiesférico con un diámetro de, por ejemplo, 1-15 mm. Pueden contemplarse también otras geometrías, tales como sección de sombrero de copa, cuadrada, forma rectangular, triangular u omega. Como alternativa, si se incluyen varios canales de distribución, pueden tomar la forma de canales semiesféricos con un diámetro de 3-10 mm, preferentemente 3-6 mm. El canal o canales de distribución generalmente están distribuidos a lo largo de toda la longitud de la preforma. El uso de un canal o canales de distribución longitudinales, es decir, canales dispuestos en la misma dirección que las fibras, es ventajoso cuando se compara con los canales de distribución dispuestos verticalmente a las fibras. La razón es que las fibras pueden dañarse si tuvieran que conformarse en la misma geometría que el canal o canales de distribución.

15 Con referencia a la Figura 2, se muestran ejemplos de posibles geometrías de canal. La geometría A muestra un ejemplo de varios canales de distribución, mientras que la geometría B muestra un ejemplo en un único canal de distribución.

20 Las fibras de la envoltura preimpregnada o semi-impregnada proporcionan canales de evacuación dirigidos hacia las porciones de borde 4 de la preforma laminada, y también hacia el canal de distribución 7. De esta manera, el aire atrapado se retira convenientemente de la preforma.

25 La preforma generalmente tiene un espesor de 6-25 mm, preferentemente 6-20 mm. Puede usarse una pluralidad de preformas con capas intermedias, por ejemplo de tela biaxial o tejido/velo de carbono. En cualquier caso, una envoltura preimpregnada o semi-impregnada encapsula la preforma laminada.

30 La preforma inventiva puede estar no curada o solo parcialmente curada. Esto permite que la preforma se doble y se conforme para ajustarse a una estructura compuesta a la que debería reforzar. La resina de fijación podría elegirse de manera que tenga una viscosidad, en las condiciones de almacenamiento pertinentes, suficientemente alta para mantener la integridad de la preforma incluso en un estado no curado.

35 Preferentemente, la preforma laminada es semirrígida a temperatura ambiente, de manera que se mantiene la geometría del canal. En esta realización, el canal de distribución tiene la capacidad de colapsar y "desaparecer" dentro del laminado, por ejemplo, cuando las preformas se aspiran juntas por el vacío aplicado y/o cuando se calientan durante el curado de la preforma. Colapsando el canal de distribución, se obtiene una conexión mejor y más fuerte entre las preformas, mejorando de esta manera la resistencia de la estructura.

40 En el método inventivo para preparar una preforma laminada 1, normalmente se proporciona un molde 8 como una superficie de trabajo sobre la cual se prepara la preforma. Después, se proporciona un número arbitrario de capas de estopas de fibra y resina, hasta que el número de capas hace a la preforma adecuada para un fin específico.

45 Para asegurar que las estopas de fibra permanecen en la dirección longitudinal de la preforma laminada, las capas de resina se distribuyen antes de distribuir una capa de estopas de fibra, puesto que la resina fija las estopas de fibra y evita el movimiento de cada estopa de fibra respecto a las otras estopas de fibra.

50 Las etapas de distribución de resina pueden llevarse a cabo ventajosamente de forma automática o parcialmente automática, usando un dispositivo de boquilla, puesto que la resina puede contener componentes que pueden irritar o pueden ser dañinos cuando entran en contacto con la piel de una persona que distribuye la resina.

55 En la siguiente etapa, todas las capas se encapsulan en un recinto que comprende un material preimpregnado o semi-impregnado que incluye fibras que se extienden en una dirección oblicua con respecto a la dirección longitudinal de la preforma laminada 1.

Las capas pueden encapsularse, por ejemplo, cubriendo la superficie de trabajo con una cubierta, de manera que al menos una parte de la superficie de trabajo forma parte del recinto para las capas.

60 El canal de distribución 7 puede prepararse, por ejemplo, mediante post-formación en la preforma, por estampación o preparación de la preforma en un sustrato adecuadamente conformado. También es posible que el canal de distribución pueda proporcionarse distribuyendo las estopas de fibra de una manera tal que esté presente una distancia lateral entre dos estopas de fibra lateralmente próximas a ciertas distancias, donde el hueco así proporcionado formará un canal de distribución. Para evitar que la posición de las estopas de fibra encima del hueco no caiga y llene el hueco, adecuadamente una capa no continua de resina puede actuar como barrera, evitando un colapso inmediato del canal de distribución. Finalmente, los canales de distribución pueden formarse en la resina como pasajes longitudinales presentes en el material de resina.

El aire atrapado puede retirarse del recinto, por ejemplo, aplicando un vacío usando un canal de vacío externo 10.

Posteriormente a la retirada del aire, la preforma puede calentarse para curar, al menos parcialmente, la resina. Cuando se calientan las capas, la superficie de trabajo puede moverse hasta un calentador, de manera que las capas se calientan mientras aún están dispuestas sobre la superficie de trabajo. Como alternativa, la preforma puede moverse a otra superficie sobre la cual puede calentarse la preforma.

Durante esta etapa de calentamiento, el canal de distribución puede colapsar y "desaparecer" en el laminado, dependiendo de la rigidez de la preforma laminada.

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de una vista en sección esquemática de una preforma, que indica un ejemplo del orden de los componentes. En una preforma real, la distancia entre las capas sería mucho más pequeña, y la resina y el adhesivo normalmente se absorberían parcialmente en las capas de fibras. Las capas de fibras orientadas, dispuestas en estopas de fibra 5, están provistas de un adhesivo 12 entre ellas. El adhesivo puede reemplazarse con capas de resina adicionales. Se muestran también dos capas de resina 11. La resina 11 se distribuye en este caso como un número de líneas a un cierto ángulo – en este caso aproximadamente ortogonal – respecto a las estopas de fibra 5. Por tanto, la resina se distribuye en una capa no continua para permitir que el gas escape de la preforma ortogonal en la dirección de las estopas de fibra. Por una capa no continua de resina se entiende una capa de resina que permite que el gas escape en una dirección vertical a través del laminado, es decir, en la dirección del espesor del laminado. La resina puede proporcionarse como una lámina separada que está perforada, o por aplicación de la resina en un dibujo, por ejemplo como cordones que se extienden en una dirección oblicua o transversal con respecto a la dirección longitudinal del laminado. Los cordones pueden estar dispuestos de un modo biaxial. La preforma que se va a preconsolidar tiene, al menos, una capa de resina no continua, a través de la cual puede retirarse el gas durante el proceso de preconsolidación. Por tanto, no es necesario retirar el gas de la preforma en un plano de una capa de resina o en un plano de una capa de fibras. La distancia de transporte y el riesgo de tener gas atrapado dentro de la preforma preconsolidada se reducen en gran medida.

Un ejemplo de un método para asegurar que el gas puede retirarse continuamente de la preforma durante la preconsolidación implica una activación gradual del proceso de preconsolidación, partiendo desde el centro de la preforma y moviéndose hacia las superficies, o desde un lado o borde y moviéndose a través de la preforma. Por ejemplo, esto puede realizarse calentando únicamente desde la superficie de reacción, activando así gradualmente desde el lado de la preforma en contacto con la superficie de reacción, o por calentamiento con microondas controlado, activando así gradualmente desde el interior de la preforma y moviéndose hacia las superficies.

La resina puede aplicarse como un dibujo de tiras o como un dibujo de puntos o elementos con otra forma que aseguren que la capa de resina forma una superficie abierta no continua. En la Figura 3 la resina se proporciona entre dos capas de estopas de fibra. Esta es la ubicación preferida de la resina y, cuando se usa esta ubicación, sin embargo, la resina puede proporcionarse también en contacto solo con una capa de estopas de fibra, es decir, en la parte superior o en la parte inferior de la preforma.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una preforma laminada preconsolidada (1) para una pala de turbina eólica que tiene un lado superior (2) y un lado trasero (3), que se extienden entre porciones de borde (4) respectivas, comprendiendo dicha preforma laminada una pluralidad de capas de estopas de fibra continuas que se extienden en una dirección longitudinal de dicha preforma laminada, estando dichas estopas de fibra al menos parcialmente fijadas por al menos una capa no continua de resina (11), en la que dicha pluralidad de capas de estopas de fibra continuas están situadas entre una primera y una segunda capas preimpregnadas o semi-impregnadas (6a, 6b), que incluyen fibras que se extienden en una dirección oblicua con respecto a dicha dirección longitudinal, y se proporciona al menos un canal de distribución (7) en el lado trasero, que se extiende en dicha dirección longitudinal.
- 15 2. Una preforma laminada (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dichos canales de distribución (7) están dispuestos para redistribuir el flujo de evacuación desde una primera área de dicha preforma laminada, que tiene una menor permeabilidad al aire, hasta una segunda área, que tiene una mayor permeabilidad al aire.
3. Una preforma laminada (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que la envoltura preimpregnada o semi-impregnada (6) es un preimpregnado biaxial.
- 20 4. Una preforma laminada (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha preforma está dispuesta en un molde, donde el lado trasero de la preforma está orientado hacia el molde (8).
5. Una pala de turbina eólica que comprende una preforma (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4.
- 25 6. Un método para preparar una preforma laminada (1) que tiene un lado superior (2) y un lado trasero (3), que se extienden entre porciones de borde (4) respectivas, comprendiendo dicha preforma una pluralidad de capas de estopas de fibra, que están fijadas, al menos parcialmente, por una resina (11), comprendiendo el método:
- 30 - distribuir una primera capa de fibra de estopas de fibra, extendiéndose dichas estopas de fibra en una dirección longitudinal de dicha preforma laminada;
- proporcionar al menos una capa no continua de material de resina (11);
- localizar las capas de estopas de fibra entre una primera y una segunda capas preimpregnadas o semi-impregnadas (6a, 6b), que incluyen fibras que se extienden en una dirección oblicua con respecto a dicha dirección longitudinal de dicha preforma laminada; y
- 35 - proporcionar al menos un canal de distribución en dicho lado trasero de dicha preforma laminada, extendiéndose dicho canal de distribución (7) en dicha dirección longitudinal.
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además la etapa de retirar aire de la preforma laminada (1).
- 40 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, que comprende además la etapa de proporcionar un molde (8) sobre el cual se prepara la preforma (1).
9. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 6-8, que comprende además la etapa de redistribuir el aire a través de dicho al menos un canal de distribución (7) proporcionado desde una primera área de dicha preforma laminada (1), que tiene una menor permeabilidad al aire, hasta una segunda área, que tiene una mayor permeabilidad al aire.
- 45 10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-9, que comprende además la etapa de distribuir adicionalmente la capa de fibra de estopas de fibra sobre la segunda capa de resina (11), extendiéndose dichas estopas de fibra en una dirección longitudinal de dicha preforma laminada.
- 50 11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-10, que comprende además la etapa de aplicar la resina (11) a una superficie interna de un material de refuerzo, dejando seca al menos una superficie de contacto de dichas capas de estopas de fibra con dicha primera y/o segunda capas preimpregnadas o semi-impregnadas (6a, 6b).
- 55 12. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6-11, en el que dicha envoltura preimpregnada o semi-impregnada (6) es un preimpregnado biaxial.
- 60 13. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6-12, que comprende además la etapa de curar dicha preforma.

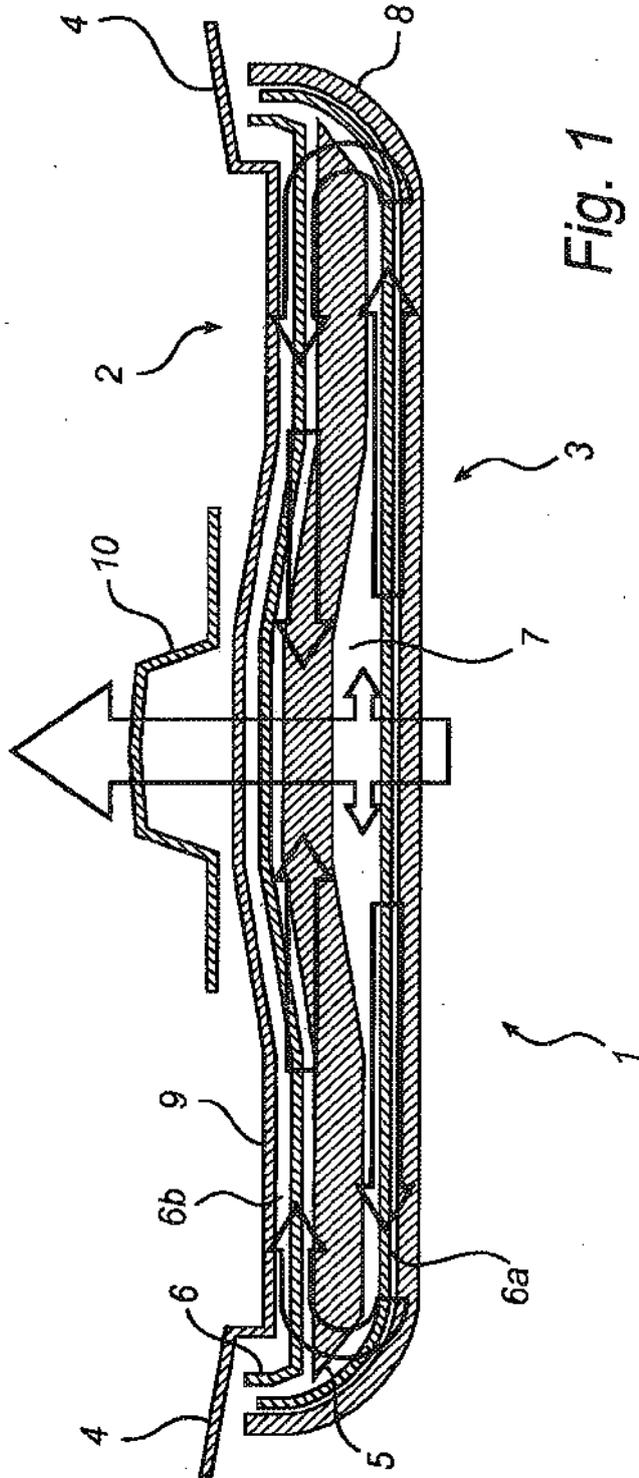




Fig. 2a



Fig. 2b



Fig. 2c

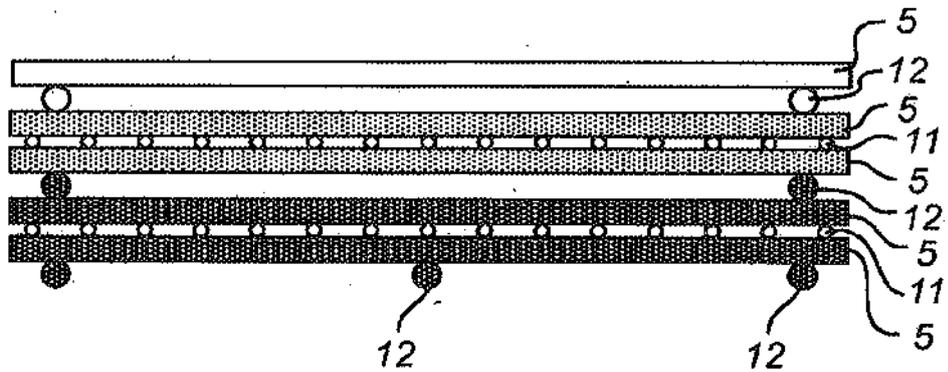


Fig. 3