



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 655**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/54** (2006.01)

**B29C 70/44** (2006.01)

**B29L 31/08** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08009395 .8**

96 Fecha de presentación : **21.05.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2123431**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.11.2009**

54

Título: **Procedimiento para fabricar un material compuesto.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.05.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.05.2011**

73

Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**80333 München, DE**

72

Inventor/es: **Stiesdal, Henrik**

74

Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 359 655 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 procedimiento para fabricar un material compuesto. La invención se refiere especialmente a un procedimiento para fabricar una pala de turbina eólica.

5 Las palas de turbina eólica modernas se fabrican normalmente usando moldeo por transferencia de resina asistido por vacío, un proceso que produce materiales compuestos resistentes, de peso ligero, infundiendo resina al interior de materiales de refuerzo compactados a vacío. Una gran parte del material de refuerzo son habitualmente esteras tejidas de fibra de carbono o de vidrio.

10 Para formas profundamente cóncavas de la cara interna del molde existe el riesgo de que las esteras de fibra no se mantengan en una posición con firmeza contra el molde durante la estratificación. En lugar de seguir la curvatura real del molde, las esteras de fibra en ciertas circunstancias pueden tender a adoptar la forma de catenarias (como una cadena colgante), dejando huecos entre la superficie interna del molde y las esteras de fibra ("vidrio suspendido en el aire"). Si se sitúan varias capas de esteras de fibra una encima de otra, la fricción entre las capas puede ser lo suficientemente fuerte para impedir que las esteras de fibra se presionen contra el molde cuando se aplica vacío. En el posterior proceso de moldeo, los huecos entre la superficie del molde y las esteras de fibra se  
15 llenarán con resina que no está reforzada por ningún material de fibra. Como resultado, las características estructurales de la pala en las zonas de "vidrio suspendido en el aire" pueden no ser las deseadas.

Además, si al aplicar vacío se saca por presión el vidrio parcial o completamente al interior del hueco esto puede dar como resultado rugosidades y pliegues de las esteras de fibra, lo que a su vez puede conducir a debilidades mecánicas si no se aplanan las rugosidades y pliegues antes de inyectar la resina.

20 En el documento US 2003/0077965 A1 se da a conocer un medio de infusión de resina de tejido separador tridimensional y una lámina compuesta de refuerzo para su uso en la fabricación de materiales compuestos poliméricos reforzados con fibra. El uso del tejido separador tridimensional como lámina compuesta ayuda tanto a la tasa de infusión de resina como a la uniformidad de la resina por todo el producto laminado.

25 En el documento WO 2007/038930 A1 se da a conocer un procedimiento de moldeo por transferencia de resina para producir un producto reforzado con fibra. El procedimiento comprende las etapas de: a) situar al menos un elemento poroso en un molde; b) situar una o más capas de fibras de refuerzo en el molde; c) introducir resina para su distribución a través del elemento poroso a las capas de fibra; y d) permitir que la resina cure y que el elemento de distribución se fusione para formar una capa continua.

30 En el documento EP 1 310 351 B1 se da a conocer un procedimiento para fabricar una pala de turbina eólica de materiales compuestos que incluyen un material de matriz reforzado con fibra, en el que la pala se fabrica en una pieza en un molde cerrado. El procedimiento comprende las siguientes etapas: un núcleo de molde con una parte de núcleo externa flexible y una parte de núcleo, moldeable o firme, interna, y partes de molde externas se disponen para rodear el núcleo de molde para la formación de una cavidad de molde entre las mismas. El material compuesto y posibles inserciones de núcleo se colocan sobre una parte de molde externa y/o del núcleo de molde.  
35 Las partes de molde externas rodean el núcleo de molde y el material compuesto situado en la cavidad de molde. El material compuesto se endurece. Las partes de molde externas se retiran. El núcleo de molde se saca de la pala de forma permanente antes o después de retirar las partes de molde externas. Algo del material de matriz requerido se usa en conexión con la fibra de refuerzo cuando se coloca el material compuesto y cuando se añade material de matriz adicional tras cerrar el molde. El procedimiento implica el uso de materiales compuestos tales como resina epoxídica reforzada con fibra de carbono o vidrio, poliéster, éster vinílico o termoplástico.  
40

45 El documento WO 2005/092586 A1 describe un molde para preparar estructuras grandes así como el uso de tal molde según el preámbulo de la reivindicación 1. El molde comprende un sistema de purga de aire con canales de aire y una superficie permeable al aire. El sistema de purga de aire puede usarse para aplicar vacío antes del inicio del ciclo de curado del elemento que va a moldearse. Entonces se sitúan fibras y/o resina en el molde para formar la pala de turbina eólica.

El documento GB 2 310 822 A describe el moldeo de una estructura a partir de material termoplástico en el que el aire puede evacuarse desde una zona entre la superficie de un molde y de un tejido para crear un vacío parcial que lleva el tejido a un contacto estrecho con una superficie de molde. La evacuación puede realizarse a través de conductos en el molde.

50 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para fabricar un material compuesto, en el que se evitan el "vidrio suspendido en el aire" y pliegues durante la fabricación del material compuesto en moldes profundamente cóncavos.

El objetivo se resuelve mediante un procedimiento para fabricar un material compuesto según la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes definen desarrollos adicionales de la invención.

55 El procedimiento de la invención para fabricar un material compuesto comprende las etapas de: colocar al menos una estera de fibra sobre la superficie interna de un molde; aplicar succión entre la superficie interna del molde y la al menos una estera de fibra; cubrir la estera de fibra más externa de la al menos una estera de fibra con

al menos una bolsa de vacío; introducir vacío a la zona entre la bolsa de vacío y el molde; inyectar resina a vacío en la zona entre la bolsa de vacío y el molde; dejar que la resina se endurezca; y retirar el molde.

- 5 Además, un medio que es adecuado para distribuir vacío se sitúa entre la superficie interna del molde y la al menos una estera de fibra y/o entre dos esteras de fibra consecutivas. Este medio que es adecuado para distribuir vacío se usa para aplicar succión entre la superficie interna del molde y la al menos una estera de fibra. En el contexto de la presente invención el medio que es adecuado para distribuir vacío también se denomina medio de distribución de vacío. Este medio de distribución de vacío puede situarse en la superficie interna del molde. Una o dos capas de material de fibra puede situarse encima del medio de distribución de vacío.
- 10 El medio que es adecuado para distribuir vacío se conecta a una bomba de vacío para aplicar succión. Cuando el aire se extrae mediante bombeo del medio de distribución de vacío, la succión forzará al medio a aplanarse contra la superficie interna del molde, y al mismo tiempo las capas de material de fibra serán arrastradas hacia el medio de distribución de vacío. Porque el material de fibra no es hermético, las capas posteriores de material de fibra situadas encima de las ya existentes, también experimentarán succión, y de esta manera se forzarán a extenderse uniformemente contra el molde.
- 15 Puede usarse un medio que es adecuado para distribuir vacío, es decir, un medio de distribución de vacío, que puede impregnarse con resina. En este caso el medio de distribución de vacío puede pasar a ser una parte integrada del producto laminado. De lo contrario, la superficie del material compuesto, por ejemplo la superficie de una pala de turbina eólica, podría desconcharse.
- 20 La idea de la invención es aplicar succión entre la superficie interna del molde y las esteras de fibra durante la estratificación. Esto significa que se aplica succión entre la superficie interna del molde antes de cubrir la estera de fibra más externa de la al menos una estera de fibra con al menos una bolsa de vacío. La succión forzará a las esteras de fibra a aplanarse contra la superficie interna del molde. Por estos medios, se evitan de manera eficaz el “vidrio suspendido en el aire” y pliegues durante la fabricación del material compuesto, especialmente en moldes profundamente cóncavos.
- 25 La estera de fibra más externa de la al menos una estera de fibra puede cubrirse con un núcleo de molde que está cubierto por al menos una bolsa de vacío de manera que la bolsa de vacío se sitúa sobre la estera de fibra más externa. Esto puede realizarse ventajosamente antes de introducir vacío a la zona entre la bolsa de vacío y el molde.
- 30 Si es necesario, pueden eliminarse manualmente las rugosidades y pliegues en una capa de las esteras de fibra antes de poner la siguiente capa en su sitio. Una vez eliminadas las rugosidades y pliegues, la succión mantendrá las capas planas.
- 35 Ventajosamente, una capa de material que tiene una permeabilidad al aire menor que la estera de fibra puede situarse encima de la estera de fibra más externa. Puede usarse un material que tiene una permeabilidad al aire menor que la estera de fibra, que es adecuado para laminación. En este caso también el material que tiene una permeabilidad al aire menor que la estera de fibra puede pasar a ser una parte integrada del producto laminado. En general, situar una capa de material que tiene una permeabilidad al aire menor que la estera de fibra encima de la estera de fibra más externa aumenta la succión que mantiene a las esteras de fibra en su sitio.
- 40 Por ejemplo, una vez que todas las fibras y posiblemente otros materiales de núcleo se han puesto en su lugar, una sola capa de material que tiene una baja permeabilidad al aire puede situarse encima con el fin de aumentar la succión que mantiene los materiales de núcleo en su sitio. En caso de la fabricación de una pala de turbina eólica la capa de baja permeabilidad al aire, especialmente de una permeabilidad al aire menor que la estera de fibra usada, puede ventajosamente ser adecuada para laminación porque puede situarse un alma de esfuerzo cortante sobre esta capa. En este caso es esencial que se forme una adherencia fuerte entre el alma de esfuerzo cortante y el resto de la pala laminada.
- 45 En general, el material de fibra no es hermético y la diferencia de presión entre los dos lados de una capa, es pequeña, por ejemplo, de una estera de fibra. Sin embargo, dado que el material de fibra es muy flexible, la diferencia de presión pequeña es suficiente para mantener el material de fibra en su sitio.
- 50 En general, puede usarse el procedimiento de la invención para fabricar una pala de turbina eólica. En este caso el material compuesto puede ser una pala de turbina eólica y el procedimiento puede comprender las etapas de colocar al menos una estera de fibra sobre una superficie interna cóncava de una parte inferior y una superior de un molde, aplicar succión entre la superficie interna de al menos una de las partes de molde y la al menos una estera de fibra, cubrir la estera de fibra más externa colocada en la parte inferior del molde con un núcleo de molde que está cubierto por al menos una bolsa de vacío de manera que la bolsa de vacío se sitúa sobre la estera de fibra más externa, situar la parte superior del molde encima de la parte inferior del molde de manera que el molde se cierre, introducir vacío a la zona entre la bolsa de vacío y el molde, inyectar resina a vacío en la zona entre la bolsa de vacío y el molde, dejar que la resina se endurezca, y retirar el molde y el núcleo de molde. Por medio de este procedimiento la pala de turbina eólica puede fabricarse en una pieza sin uniones pegadas. Preferiblemente la parte superior del molde puede hacerse girar alrededor de su eje longitudinal antes de colocarse encima de la parte inferior del molde.
- 55

El medio que es adecuado para distribuir vacío puede situarse entre la superficie interna de la parte superior y/o inferior del molde y la estera de fibra. El medio que es adecuado para distribuir vacío también puede situarse entre dos esteras de fibra consecutivas.

5 Adicionalmente, un material de núcleo puede situarse entre esteras de fibra consecutivas. El material de núcleo puede usarse también como medio que es adecuado para distribuir vacío. Además, al menos un alma de esfuerzo cortante puede situarse sobre la estera de fibra más externa colocada en la parte inferior del molde.

10 Preferiblemente al menos una estera de fibra que se sitúa en la parte inferior del molde puede solaparse con al menos una estera de fibra que se sitúa en la parte superior del molde. Adicional o alternativamente, al menos una estera de fibra que se sitúa en la parte superior del molde puede solaparse con al menos una estera de fibra que se sitúa en la parte inferior del molde. Este solapamiento aumenta la estabilidad de la junta entre las dos mitades de la pala terminada. Ventajosamente, una estera de fibra biaxial puede usarse como estera de fibra que se solapa con al menos una estera de fibra de la parte superior o inferior del molde.

15 Por ejemplo, la parte superior y la inferior del molde pueden rellenarse con fibra y materiales de núcleo mientras están ubicadas con las caras cóncavas internas orientadas hacia arriba. La fibra y los materiales de núcleo pueden situarse en ambas partes del molde bajo succión tal como se describió anteriormente. Junto al alma de esfuerzo cortante, los núcleos de molde y las bolsas de vacío pueden situarse en la parte inferior del molde. La parte superior del molde puede girarse entonces 180° alrededor de su eje longitudinal y situarse encima de la parte inferior de manera que el molde se cierre. Debido al peso bajo del material de fibra y el material de núcleo la pequeña diferencia de presión a través de la capa más externa de baja permeabilidad al aire, lo que significa que la permeabilidad al aire es menor que la de las esteras de fibra, es suficiente para mantener los materiales de núcleo en su sitio durante este proceso de giro. El peso de la fibra y el material de núcleo es normalmente menor que de 10 g/cm<sup>2</sup> a 20 g/cm<sup>2</sup>, lo que significa que es suficiente una diferencia de presión de un pequeño porcentaje de presión atmosférica.

25 Es importante que algunas de las capas de material de fibra situadas en la parte inferior del molde se solapen con algunas de las capas situadas en la parte superior del molde cuando las dos partes están ensambladas. De lo contrario, la junta entre las dos mitades de la pala terminada consistiría meramente de resina curada sin ninguna forma de refuerzo de fibra. Una junta de este tipo sería más débil de lo deseado.

30 En general, situar una capa de distribución de vacío sobre o en la proximidad inmediata de la superficie interna del molde y bombear aire fuera de esta capa de distribución de vacío durante la colocación de las esteras de fibra dará como resultado la succión de las esteras de fibra hacia la cara interna del molde de manera que no quedan "vidrio suspendido en el aire" ni rugosidades o pliegues en la fibra de vidrio cuando se inicia la inyección de resina.

Las esteras de fibra pueden consistir en esteras tejidas de fibra de carbono o de vidrio.

35 Características, propiedades y ventajas adicionales de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización junto con los dibujos adjuntos. Todas las características descritas son ventajosas por separado y en combinación entre sí.

La figura 1 muestra esquemáticamente una sección transversal de un molde ensamblado durante la fabricación de una pala de turbina eólica según el estado de la técnica.

40 La figura 2 muestra esquemáticamente una sección transversal parte de un molde superior y parte de uno inferior durante el proceso de ensamblado según la presente invención.

La figura 3 muestra esquemáticamente una variante alternativa de la estratificación de diferentes capas.

45 Ahora se describirá una realización de la presente invención en referencia a las figuras 1 a 3. La figura 1 muestra esquemáticamente una sección transversal de un molde ensamblado según el documento EP 1 310 351 B1. La primera etapa en el proceso de fabricación según el documento EP 1 310 351 B1 es llenar la parte inferior del molde 1 con capas 2 de fibra de vidrio y material de núcleo como madera de balsa. Los núcleos 3A y 3B de molde se cubren por bolsas 5A y 5B de vacío y se sitúan en el molde junto con un alma 4 de esfuerzo cortante. A continuación más fibra de vidrio y material 6 de núcleo se sitúa sobre los núcleos de molde, y la parte superior del molde 7 se pone en su sitio. Se introduce vacío a la zona entre las bolsas 5A, 5B de vacío y el molde 1, y se inyecta resina en el material de núcleo a vacío.

50 La figura 2 muestra esquemáticamente una sección transversal de una parte de un molde superior 7 y parte de uno inferior 1 durante el proceso de ensamblado. Ilustra el procedimiento para fabricar una pala de turbina eólica según la presente invención. Lo que se muestra es una ampliación de una sección transversal de una parte del molde, la parte dentro del círculo en la figura 1, justo antes de ensamblar las partes superior e inferior del molde 1, 7. La figura 2 solamente ilustra el proceso de estratificación y el ensamblado de las partes de molde en el borde anterior de la pala. Los procesos en el borde posterior son similares y no se detallarán en el presente documento.

Una capa 10 de distribución de vacío se sitúa sobre la superficie interna de la parte tanto superior 7 como inferior 1 del molde. La capa 10 de distribución de vacío se conecta a una bomba 8 de vacío para aplicar succión. Una capa de fibra 11 de vidrio biaxial se sitúa sobre la superficie interna de la capa 10 de distribución de vacío y una o más capas de esteras 12 de fibra de vidrio unidireccional se añaden, junto con una capa de material 13 de núcleo similar a la madera de balsa. Durante la estratificación de la capa de fibra 11 de vidrio biaxial, las capas de esteras 12 de fibra de vidrio unidireccional y la capa de material 13 de núcleo se aplica succión entre la superficie interna de las partes 1, 7 de molde y las capas 11, 12, 13 por medio de la capa 10 de distribución de vacío.

Encima del material 13 de núcleo se sitúan una o más capas adicionales de esteras 14 de fibra de vidrio unidireccional. Finalmente se completa la estratificación con una segunda capa de fibra 15 de vidrio biaxial. Esta segunda capa 15 puede ser de un tipo no tejido, que es menos permeable al aire, o una capa adicional de fibra de vidrio no tejida con una permeabilidad al aire menor que las otras esteras de fibra puede situarse encima de la segunda capa de fibra 15 de vidrio biaxial. Durante la estratificación de las capas adicionales de esteras 14 de fibra de vidrio unidireccional y la segunda capa de fibra 15 de vidrio biaxial todavía se aplica succión entre la superficie interna de las partes 1, 7 de molde y las capas 14, 15 por medio de la capa 10 de distribución de vacío.

Cuando la estratificación en ambas partes del molde se ha completado, los núcleos 3A, 3B de molde con las bolsas 5A, 5B de vacío y el alma 4 de esfuerzo cortante se sitúan en la parte 1 inferior del molde. Dado que todas las capas de material de fibra en ambas partes del molde, y particularmente las que están en contacto con el alma 4 de esfuerzo cortante, son adecuadas para laminación, el alma 4 de esfuerzo cortante pasa a estar firmemente integrada en la estructura de pala laminada.

A continuación, la parte 7 superior del molde se hace girar 180° alrededor de su eje longitudinal y se pone en su sitio de manera que el molde se cierre.

Las capas de fibra 11, 15 de vidrio biaxial están concebidas para proporcionar resistencia a la torsión a la pala y es por tanto esencial que se forme un producto laminado de refuerzo de fibra de vidrio biaxial continuo alrededor de toda la circunferencia de la pala. Las esteras 12, 14 de fibra de vidrio unidireccional están concebidas para proporcionar resistencia a la tracción en la dirección longitudinal de la pala. Por tanto no es importante tener un solapamiento entre las esteras 12, 14 de fibra de vidrio unidireccional en las dos partes 1, 7 del molde.

Como puede observarse en la figura 2 algunas de las esteras de fibra de vidrio y el material de núcleo situados en la parte 1 inferior del molde se extienden más allá del borde 9 de la parte 1 de molde inferior. Alternativa o adicionalmente, algunas de las esteras de fibra de vidrio y el material de núcleo situados en la parte 7 superior del molde pueden extenderse más allá del borde 16 de la parte 7 de molde superior. Durante las fases iniciales de la estratificación, este material puede colocarse sobre el borde 9, 16 del molde 1, 7. Una vez que el núcleo 3A de molde se ubica en el molde, las partes de las capas de fibra de vidrio en la parte inferior del molde 1, que se extienden más allá del borde 9 del molde y que no se succionan hacia la superficie del molde, se ubican contra el núcleo 3A de molde tal como se muestra en la figura 2.

Cuando las dos partes del molde se juntan, las capas de fibra 11, 15 de vidrio biaxial en las dos partes se solapanán y de ese modo se forma una junta fuerte de producto laminado entre las dos mitades de la pala.

Otra variante se muestra esquemáticamente en la figura 3, en la que el medio 18 de distribución de vacío no se sitúa directamente en el molde 17. En su lugar se sitúa una capa de material 19 de fibra sobre la superficie interna del molde 17 y el medio 18 de distribución de vacío se sitúa encima de esta capa. En este caso, la primera capa de material 19 de fibra no se aplanan contra la superficie del molde 17 hasta que el medio 18 de distribución de vacío se haya puesto en su sitio, se haya puesto una segunda capa 20 de material de fibra encima de ésta, y se haya conectado una bomba 8 al medio 18 de distribución de vacío. Las capas consecutivas de material 21, 22 de fibra se sitúan y aplanan tal como se describió anteriormente.

En una variante adicional el material 13 de núcleo se usa como medio de distribución de succión o medio de distribución de vacío. Esto significa que las capas externas no se colocan mientras se aplica succión, pero una vez que se sitúa el material de núcleo y se aplica succión, las capas externas se presionarán con firmeza contra el molde y las capas nuevas en el interior también se presionarán con firmeza contra el material de núcleo.

Cerca de los bordes de estratificación de la fibra de vidrio la presión entre las capas individuales es mayor que en otra parte. Por tanto la succión puede no ser suficiente para impedir que las capas se desprendan del molde en los bordes. Para compensar esto, puede elegirse que la capa más externa tenga una rigidez mayor que el resto de las capas.

Tras cubrir la estera de fibra más externa colocada en la parte 1 inferior del molde con los núcleos 3A, 3B de molde que se cubren por bolsas 5A, 5B de vacío de manera que las bolsas 5A, 5B de vacío se sitúan sobre la estera 15, 22 de fibra más externa y después de colocar la parte 7 superior del molde encima de la parte 1 inferior del molde de manera que el molde se cierre, se introduce vacío a la zona entre las bolsas 5A, 5B de vacío y el molde 1, 7. Entonces se inyecta la resina a vacío en la zona entre las bolsas 5A, 5B de vacío y el molde 1, 7. Cuando la resina se endurece, el molde 1, 7 y el núcleo 3A, 3B de molde se retiran.

La presente invención impide de manera eficaz la aparición de pliegues y "vidrio suspendido en el aire" durante la fabricación de materiales compuestos, especialmente en moldes profundamente cóncavos.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para fabricar un material compuesto que comprende las etapas de:
  - colocar al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra sobre la superficie interna de un molde (1, 7, 17),
- 5
  - aplicar succión entre la superficie interna del molde (1, 7, 17) y la al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra,
  - cubrir la estera (15, 22) de fibra más externa de la al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra con al menos una bolsa (5A, 5B) de vacío,
  - introducir vacío a la zona entre la bolsa (5A, 5B) de vacío y el molde (1, 7, 17),
- 10
  - inyectar resina a vacío en la zona entre la bolsa (5A, 5B) de vacío y el molde (1, 7, 17),
  - dejar que la resina se endurezca, y
  - retirar el molde (1, 7, 17),

caracterizado porque
- 15
 

un medio que es adecuado para distribuir vacío (10, 18) se sitúa entre la superficie interna del molde (1, 7, 17) y la al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra y/o entre dos esteras (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra consecutivas y se usa para aplicar succión entre la superficie interna del molde (1, 7, 17) y la al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra, en el que el medio que es adecuado para distribuir vacío (10, 18) se conecta a la bomba (8) de vacío para aplicar succión y pasa a ser una parte integrada del material compuesto.
- 20
  2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la estera (15, 22) de fibra más externa de la al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra se cubre con un núcleo (3A, 3B) de molde que está cubierto por al menos una bolsa (5A, 5B) de vacío de manera que la bolsa (5A, 5B) de vacío se sitúa sobre la estera (15, 22) de fibra más externa.
- 25
  3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que se usa un medio que es apropiado para distribuir vacío (10, 18) que puede impregnarse con resina.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una capa de material que tiene una permeabilidad al aire menor que la estera de fibra se sitúa encima de la estera (15, 22) de fibra más externa.
- 30
  5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que se usa un material que tiene una permeabilidad al aire menor que la estera de fibra que es apropiado para laminación.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el material compuesto es una pala de turbina eólica y en el que el procedimiento comprende las etapas de:
  - colocar al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra sobre una superficie interna cóncava de una parte inferior (1, 17) y de una superior (7, 17) de un molde,
- 35
  - aplicar succión entre la superficie interna de al menos una de las partes (1, 7, 17) de molde y la al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra,
  - cubrir la estera (15, 22) de fibra más externa colocada en la parte (1, 17) inferior del molde con un núcleo (3A, 3B) de molde que está cubierto por al menos una bolsa (5A, 5B) de vacío de manera que la bolsa (5A, 5B) de vacío se sitúa sobre la estera (15, 22) de fibra más externa,
- 40
  - situar la parte (7, 17) superior del molde encima de la parte (1, 17) inferior del molde de manera que el molde se cierra,
  - introducir vacío a la zona entre la bolsa (5A, 5B) de vacío y el molde (1, 7, 17),
  - inyectar resina a vacío en la zona entre la bolsa (5A, 5B) de vacío y el molde (1, 7, 17),
  - dejar que la resina se endurezca, y
- 45
  - retirar el molde (1, 7, 17) y el núcleo (3A, 3B) de molde.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la parte (7, 17) superior del molde se hace girar alrededor de su eje longitudinal antes de colocarla encima de la parte (1, 17) inferior del molde.

8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que un material (13) de núcleo se sitúa entre esteras (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra consecutivas.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que al menos un alma (4) de esfuerzo cortante se sitúa sobre la estera (15, 22) de fibra más externa colocada en la parte (1, 17) inferior del molde.
- 5 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra que se sitúa en la parte (1, 17) inferior del molde se solapa con al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra que se sitúa en la parte (7, 17) superior del molde y/o al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra que se sitúa en la parte (7, 17) superior del molde se solapa con al menos una estera (11, 12, 14, 15, 19-22) de fibra que se sitúa en la parte (1, 17) inferior del molde.
- 10 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que se usa una estera (11, 15) de fibra biaxial como estera de fibra que se solapa con al menos una estera de fibra de la parte superior (7, 17) o inferior (1, 17) del molde.

FIG 1

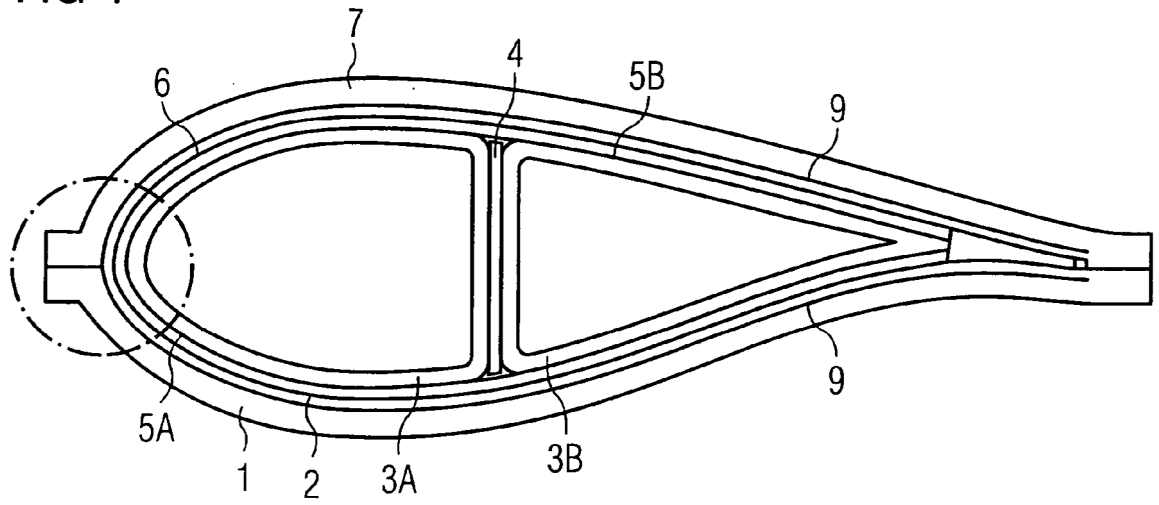




FIG 2

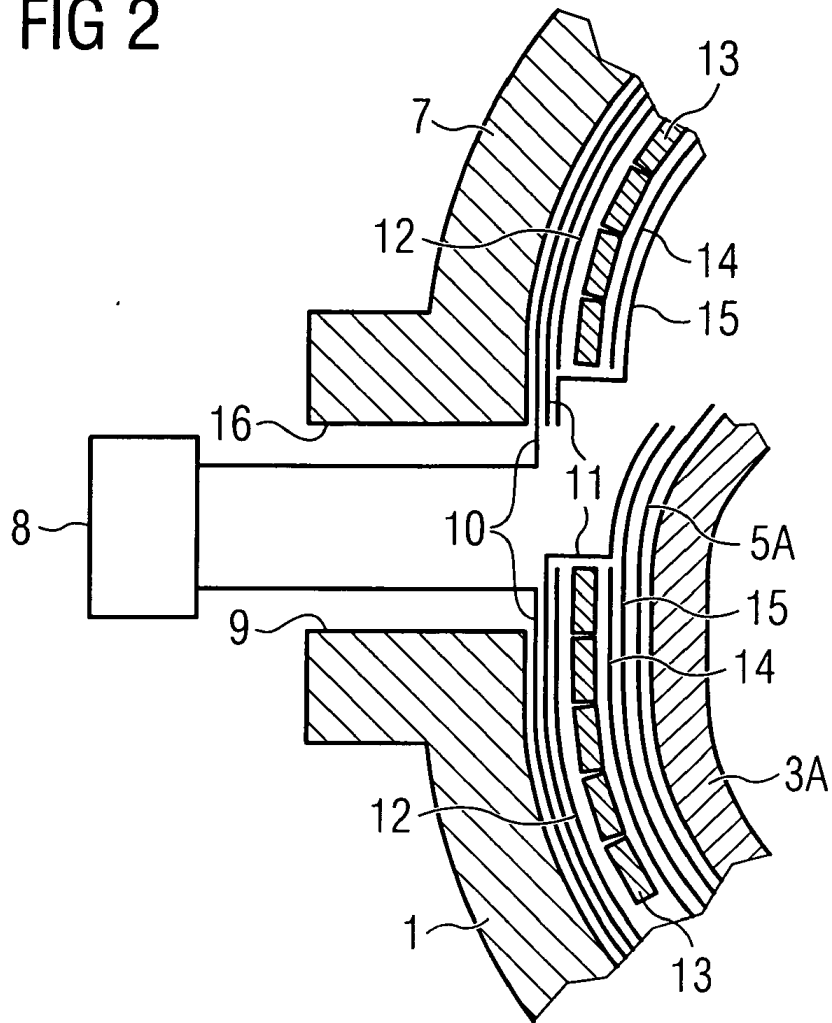


FIG 3

