

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 372**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)
B29C 70/48 (2006.01)
B29C 70/30 (2006.01)
B29C 70/70 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01)
B29L 31/08 (2006.01)
B29C 33/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2020** **E 20173843 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024** **EP 3910193**

54 Título: **Método de fabricación de una pala de rotor de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
01.10.2024

73 Titular/es:

SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK

72 Inventor/es:

NIELSEN, MOGENS

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 980 372 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

Método de fabricación de una pala de rotor de turbina eólica

5 La invención describe un método de fabricación de una pala de rotor de turbina eólica.

Antecedentes

10 Es importante minimizar el ruido aerodinámico generado por las palas de rotor de una turbina eólica a medida que atraviesan el aire. Se ha demostrado que la adición de aletas a lo largo del borde de ataque de una pala de rotor reduce el ruido aerodinámico. En este contexto, se entenderá por aleta una parte curva montada sobre el borde de ataque, que se extiende cierta distancia hacia el lado de succión y el lado de presión de la pala de rotor, y que se extiende radialmente hacia afuera desde el cuerpo de la pala de rotor. Una aleta es conformada preferiblemente de manera que una sección transversal que la atraviesa y la pala de rotor tengan la forma de un perfil aerodinámico. Las aletas se pueden unir individualmente al cuerpo de la pala de rotor o se pueden montar en un soporte curvo como parte de una pieza premontada que se puede unir a lo largo del borde de ataque de una pala de rotor.

20 Si bien es posible reducir el ruido mediante un borde de ataque suavemente festoneado, como se propone en el documento WO2006042401A1, o mediante protuberancias alargadas que se extiendan hacia fuera desde el borde de ataque, como se propone en el documento US-2017276117A1, otra razón para implementar un perfil de borde de ataque con aletas es proteger el borde de ataque de daños por impacto. La fuerza del impacto de partículas de hielo, arena, etc. suspendidas en el aire que viajan a una velocidad relativa elevada puede provocar la formación de picaduras, especialmente a lo largo del borde de ataque de una pala de rotor. Cualquier daño de este tipo en la superficie exterior o en el revestimiento de la pala de rotor puede agravarse más adelante, por ejemplo, puede 25 acumularse agua en las picaduras o arañazos en la superficie, y pueden formarse grietas cuando el agua se expande al congelarse. Estos fallos, a su vez, pueden provocar daños catastróficos en caso de que caiga un rayo en la pala de rotor. El daño estructural puede ser tan grave que sea necesario reparar la pala de rotor. Este trabajo de mantenimiento provoca un tiempo de inactividad de la turbina eólica y reduce aún más la producción anual de energía. Además, las picaduras o arañazos en la pala de rotor, por lo demás lisa, reducirán el rendimiento aerodinámico de la pala de rotor y pueden tener un efecto negativo notable en la producción anual de energía de la turbina eólica. Un borde de ataque con aletas es más eficaz que una simple capa protectora aplicada sobre el borde de ataque, ya que las aletas sirven para minimizar el área de superficie expuesta al impacto directo de partículas.

35 Sin embargo, una capa adhesiva u otro modo de unión pueden deteriorarse con el tiempo, de modo que las aletas o un soporte puedan desprenderse parcial o completamente del extremo delantero de la pala de rotor. Tal fallo puede resultar en costes de reparación y mantenimiento significativos. El rotor aerodinámico debe detenerse durante un procedimiento de reparación, lo que implica un tiempo de inactividad y una pérdida de ingresos. Otro ejemplo de la técnica anterior se puede encontrar en el documento EP2106900A1.

40 Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar una forma mejorada de proporcionar una protección del borde de ataque para una pala de rotor de turbina eólica.

Descripción

45 Este objetivo se logra mediante el método de la reivindicación 1 de fabricación de una pala de rotor de turbina eólica, y mediante la pala de rotor de turbina eólica según la reivindicación 7; y según el modelo de la reivindicación 9.

50 Según la invención, el método comprende las etapas de preparar un molde formando un perfil de borde de ataque parcialmente negativo en una primera parte del molde, cuyo perfil de borde de ataque parcialmente negativo comprende una pluralidad de primeras hendiduras a lo largo de una región del borde de ataque de la primera parte del molde; y también formar un perfil de ataque parcialmente negativo en una segunda mitad del molde, cuyo perfil de ataque parcialmente negativo comprende una pluralidad complementaria de segundas hendiduras a lo largo de una región del borde de ataque de la segunda mitad del molde. La forma de una hendidura completa que comprende una primera hendidura y una segunda hendidura complementaria es la forma negativa de una aleta del borde de ataque que se extenderá radialmente hacia fuera desde el cuerpo de la pala de rotor. El método comprende llevar a cabo un procedimiento posterior para moldear la pala de rotor realizando un procedimiento de colocación del material para 55 colocar el material de moldeo en el molde, colocando así los insertos de aleta en las hendiduras de un perfil de borde de ataque parcialmente negativo y, posteriormente, realizando un procedimiento de transferencia de resina. Tras el curado, la pieza moldeada, que comprende una pluralidad de insertos de aleta incrustados, se puede retirar del molde.

60 Una hendidura o cavidad se conforma según la forma deseada de una aleta que debe extenderse desde el cuerpo de la pala de rotor. En el contexto de la invención, se entenderá que una segunda hendidura o cavidad es una continuación de su complemento.

65 El material de moldeo que se usa para formar el cuerpo de la pala de rotor puede comprender cualquier disposición adecuada de capas de material fibroso que se pueden proporcionar en forma de esteras, láminas, mechas, etc., y que

se unen mediante resina durante el procedimiento de moldeo. Un material de fibra usado habitualmente es la fibra de vidrio, que se puede proporcionar en muchas formas diferentes que se pueden combinar según se desee. También se puede incorporar una fracción del material de fibra de carbono debido a las cualidades favorables del material reforzado con fibra de carbono. La “disposición del material” puede seguir una secuencia predeterminada con capas exteriores, capas intermedias y capas interiores específicas. Estos y otros aspectos relacionados con la disposición del material resultarán familiares para el experto en la materia y no es necesario detallarlos en la presente memoria.

Una ventaja del método inventivo es que durante el procedimiento de moldeo se incorpora en el cuerpo de la pala de rotor una protección de borde de ataque (borde de ataque) con una disposición ventajosa de aletas que se proyectan hacia fuera. La provisión de este borde de ataque con aletas incrustadas no requiere una etapa de fabricación separada, a diferencia del enfoque de la técnica anterior de unir las aletas al exterior de una pala de rotor.

Según la invención, la pala de rotor de la turbina eólica se fabrica utilizando el método de la invención y comprende un borde de ataque con aletas incorporado en el cuerpo de la pala de rotor mediante incrustación durante el procedimiento de moldeo. Las aletas integradas en el borde de ataque siguen la forma curva de la pala de rotor a cada lado del borde de ataque y se extienden radialmente hacia afuera desde el cuerpo de la pala de rotor.

Una ventaja de la pala de rotor inventiva es que el borde de ataque con aletas ya está incorporado en el cuerpo de la pala de rotor y no es necesario unirlo a la pala de rotor en una etapa de fabricación separada. No hay ninguna capa adhesiva que pueda deteriorarse y el borde de ataque con aletas no puede desprenderse del cuerpo de la pala de rotor.

Según la invención, el molde para su uso en la fabricación de una pala de rotor de turbina eólica comprende una primera parte de molde conformada para formar un lado de la pala de rotor, cuya primera parte de molde comprende un perfil de borde de ataque parcialmente negativo que comprende una pluralidad de primeras hendiduras a lo largo de una región de borde de ataque. El molde comprende además una segunda mitad de molde conformada para formar el otro lado de la pala de rotor, cuya segunda mitad de molde comprende un perfil de borde de ataque parcialmente negativo complementario que comprende una pluralidad de segundas hendiduras a lo largo de una región de borde de ataque, y en donde la forma de una hendidura completa que comprende una primera hendidura y una segunda hendidura complementaria es la forma negativa de una aleta de borde de ataque que se extenderá radialmente hacia fuera desde el cuerpo de la pala de rotor. La forma aerodinámica del molde (y la parte moldeada resultante de la pala de rotor) se puede definir en términos de longitud de cuerda, transversal, etc. La forma de una hendidura completa extiende de manera efectiva la longitud de cuerda de la forma aerodinámica en esa posición.

La fase preparatoria de formación de las mitades del molde solo necesita realizarse una vez. Posteriormente, el molde se puede usar en la fabricación de cualquier número de palas de rotor, que entonces ya incorporan ventajosamente un borde de ataque con aletas.

Realizaciones y características particularmente ventajosas de la invención se dan por las reivindicaciones dependientes, como se revela en la siguiente descripción. Las características de distintas categorías de reivindicaciones pueden combinarse según corresponda para obtener realizaciones adicionales que no se describen en la presente memoria.

Las mitades del molde se pueden formar para moldear una pala de rotor completa que comprende una región de raíz, una región de hombro y una región de perfil aerodinámico. En el caso de una pala de rotor muy larga, puede preferirse fabricar las diferentes regiones de pala de rotor por separado, utilizando moldes parciales con la forma adecuada, y luego unir las secciones para obtener una pala de rotor completa. En tal enfoque, cada molde parcial comprende mitades de molde superior e inferior con la forma apropiada. En lo que sigue, cualquier referencia a un molde puede referirse a un molde completo (para una pala de rotor completa) o a un molde parcial (para una sección de pala de rotor).

El moldeo de una pala de rotor se realiza generalmente mediante moldeo por transferencia de resina (RTM), en donde la resina líquida se distribuye en la capa de material fibroso y luego se deja curar, después de lo cual la parte curada se retira del molde. Un procedimiento preferido es la RTM asistida por vacío (VARTM), en la que la distribución de la resina líquida a través de las capas de material se realiza al vacío, como sabrá el experto en la materia.

En un enfoque de la técnica anterior, las mitades de las palas de rotor se moldean por separado y luego se unen mediante una unión adhesiva entre las caras exteriores de las mitades moldeadas. Sin embargo, este enfoque requiere varias etapas de acabado para obtener la superficie exterior lisa deseada, y la vida útil de la pala de rotor depende en gran medida de la resistencia de la unión adhesiva.

Por lo tanto, en una realización particularmente preferida de la invención, el método comprende una etapa de disponer el material de moldeo en la primera mitad del molde; y luego unir las partes del molde para obtener un molde cerrado antes de realizar un procedimiento VARTM. En dicha técnica de moldeo preferida, las partes del molde comprenden medios de conexión para facilitar la conexión de la segunda mitad “superior” del molde a la primera mitad “inferior” del molde para formar un sello hermético antes del procedimiento VARTM.

En el método de la invención, el procedimiento de colocación del material incluye una etapa de disponer un inserto en forma de aleta en cada hendidura del perfil de ataque parcialmente negativo de la primera mitad del molde. Un inserto de aleta tiene forma de arco, ya que una aleta perfilada en el extremo delantero se extenderá sobre las regiones curvas a cada lado del borde de ataque de la pala de rotor.

Las aletas del perfil de ataque de una pala de rotor son preferiblemente elásticas, de modo que el perfil de ataque perdura durante toda la vida útil de la pala de rotor. Por lo tanto, en una realización particularmente preferida de la invención, un inserto de aleta está hecho de un material adecuado, tal como mechas de fibra de vidrio, espuma de poliuretano, espuma de tereftalato de polietileno, etc. Las mechas de fibra de vidrio son una opción preferida, ya que pueden cortarse y moldearse fácilmente para que quepan en hendiduras de varios tamaños.

El tamaño y la forma de las aletas a lo largo del borde de ataque de una pala de rotor se pueden elegir según sus posiciones a lo largo de la pala de rotor. Por ejemplo, se pueden preferir aletas más grandes y/o más espaciadas en una región más cercana al extremo interior de la porción aerodinámica, mientras que se pueden preferir aletas más pequeñas y/o más espaciadas en una región más cercana a la punta de la pala de rotor. Las hendiduras en las mitades del molde se forman en consecuencia.

En la técnica descrita anteriormente, los insertos de aleta se colocan secuencialmente (por ejemplo, uno tras otro) en las hendiduras durante la etapa de colocación. En una realización preferida de la invención, el procedimiento de colocación puede hacerse más rentable insertando múltiples insertos de aleta simultáneamente. Con este fin, en una realización particularmente preferida de la invención, el método comprende una etapa de proporcionar un cuerpo de inserción que comprende un soporte y una serie de insertos de aleta montados en el soporte. La separación entre los insertos en forma de aleta montados en el soporte corresponde a la separación entre las hendiduras del perfil de ataque parcialmente negativo de la primera mitad del molde, de modo que el cuerpo del inserto se puede colocar en una sola etapa durante el procedimiento de colocación.

El borde de ataque con aletas se puede proporcionar como un único cuerpo de inserción o como una disposición lineal de una pluralidad de cuerpos de inserción. Este enfoque es ventajoso, ya que el borde de ataque de una pala de rotor generalmente sigue una curva, acercándose particularmente a la región de la punta, y el molde debe tener una región de borde de ataque curvada correspondiente. Este enfoque también puede preferirse cuando se moldea una pala de rotor con un grado inherente de torsión a lo largo de su eje longitudinal (esta forma se puede usar para evitar colisiones con la torre durante el funcionamiento), ya que el borde de ataque de dicha pala de rotor (en estado de reposo) no sigue una línea recta. Cada uno de los cuerpos de inserción del borde de ataque con aletas puede ser secciones cortas y rectas que, en conjunto, forman un borde de ataque largo y curvo con aletas.

En una realización preferida de la invención, el perfil de ataque negativo de una parte de molde está formado como un inserto extraíble, y una parte de molde está formada para comprender un corte complementario que está conformado para recibir un inserto de molde. Con este enfoque, se puede usar un molde junto con cualquier número de insertos de molde diferentes. El único requisito es que el inserto del molde se pueda colocar en el recorte del molde. En una realización preferida de la invención, se proporciona un conjunto de molde, que comprende dicho molde y varios insertos de molde, en donde los insertos de molde están formados para tener diferentes perfiles de ataque negativos.

Las dimensiones de un perfil de ataque negativo de un inserto de molde se pueden elegir en función de las condiciones climáticas en el sitio de instalación previsto de la turbina eólica. Por ejemplo, una pala de rotor para una turbina eólica en un sitio con condiciones climáticas relativamente favorables puede beneficiarse de aletas relativamente pequeñas y ampliamente espaciadas, mientras que una pala de rotor para una turbina eólica en un sitio con condiciones climáticas relativamente severas (impacto de arena, impacto de granizo, impacto de partículas de hielo) puede beneficiarse de aletas relativamente altas y poco espaciadas.

Otros objetivos y características de la presente invención serán evidentes a partir de las siguientes descripciones detalladas consideradas en conjunto con los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe entenderse que los dibujos están diseñados únicamente con fines ilustrativos y no como una definición de los límites de la invención.

La Figura 1 muestra una realización de una parte del molde de la invención;

la Figura 2 y la Figura 3 ilustran las etapas del método de la invención;

la Figura 4 ilustra una etapa del método de la invención;

la Figura 5 muestra otra realización del molde inventivo;

la Figura 6 muestra una realización de una turbina eólica que comprende varias palas de rotor fabricadas usando el método de la invención;

la Figura 7 muestra una sección transversal a través de una pala de rotor fabricada usando el método de la invención;

la Figura 8 muestra una pala de rotor con un punto de borde de ataque de la técnica anterior.

- 5 En los diagramas, números similares se refieren a objetos similares en todas partes. Los objetos en los diagramas no están necesariamente dibujados a escala.

La Figura 1 muestra una primera mitad de molde 1L de un conjunto de molde cerrado. La forma de la primera mitad de molde 1L determina la forma de un lado de una pala de rotor. Las capas de fibra se dispondrán en el molde, como
10 sabrá el experto en la materia. Una segunda mitad del molde (no mostrada) se fijará a la primera mitad del molde para formar una conexión hermética antes de un procedimiento de VARTM.

En esta realización ejemplar, la pieza de molde está preparada para tener una serie de hendiduras 10F a lo largo de la región 1L_LE que conformarán el borde de ataque de la pala de rotor. La forma de cada hendidura 10F define la
15 forma de una aleta que se formará en el borde de ataque.

La Figura 2 ilustra una etapa durante el procedimiento de colocación del material en una realización preferida de la invención. Una lámina de cubierta 80 de un material tal como un elastómero está dispuesta para revestir el molde inferior 1L de modo que la mitad de la lámina quede fuera del molde inferior 1L.
20

Los insertos de aleta 11F se colocan entonces en las hendiduras 10F de la primera mitad del molde 1L, que ya están revestidas por la lámina de cubierta flexible 80. La parte inferior de cada inserto de aleta 11F llena una hendidura 10F del molde inferior 1L, y la parte superior del inserto de aleta 11F descansa contra las capas exteriores del resto de la disposición 8. La lámina de cubierta 80 se estira entonces para cubrir toda la disposición 8. La segunda mitad de molde
25 1U se coloca entonces sobre la primera mitad de molde 1L en preparación para el procedimiento VARTM, como se muestra en la Figura 3.

Tras la transferencia de la resina y el curado, la segunda mitad del molde 1U se separa para revelar la pala de rotor. La pala 20 de rotor incorpora una protección frontal con aletas, con aletas incrustadas 20F que se extienden radialmente hacia fuera desde el cuerpo de la pala 20 de rotor. La lámina de cubierta de elastómero 80 cubre toda la parte moldeada 20.
30

La Figura 4 muestra una realización alternativa del método de la invención. En este caso, un cuerpo de inserción 12 está provisto de insertos de aleta 11F premontados en un soporte 12. Todo el soporte 12 se puede colocar en la primera mitad del molde 1L después de colocar una lámina de cubierta 80 (como se ha explicado anteriormente) en la primera mitad del molde para revestir el molde y las hendiduras 10F.
35

La Figura 5 muestra otra realización del molde inventivo. En este caso, se muestra que una primera mitad de molde 1L tiene un recorte 13X que puede recibir un inserto de molde 13, 13'. Un inserto de molde 13, 13' está formado con un perfil de borde de ataque negativo 10, con hendiduras 10F como se describió anteriormente, y cada inserto de molde 13, 13' puede tener una disposición diferente de hendiduras (diferentes tamaños de hendiduras, densidad, etc.); cada inserto de molde 13, 13' tiene la misma forma básica para que encaje en el recorte de molde 13X.
40

La Figura 6 muestra una turbina eólica 2 que comprende varias palas de rotor 20 que se han moldeado usando el método inventivo descrito anteriormente. Cada pala 20 de rotor tiene una serie de aletas 20F que se extienden a través de su borde de ataque LE. Un extremo de una aleta 20F se extiende sobre el lado de presión en la dirección del borde posterior, y el otro extremo de la aleta 20F se extiende sobre el lado de succión en la dirección del borde posterior. El perfil de ataque con aletas puede haberse formado colocando insertos de aleta individuales 11F en las hendiduras 10F de un molde 1, tal como se describió anteriormente. Del mismo modo, el perfil de ataque con aletas puede haberse
50 formado colocando uno o más insertos de soporte 12 en la primera mitad del molde, tal como se describió anteriormente. En cualquier caso, el perfil de ataque con aletas se forma durante el procedimiento de moldeo y, por lo tanto, es una parte integral de la pala 20 de rotor. Por lo tanto, este perfil de borde de ataque con aletas incrustadas no corre el riesgo de desprenderse del cuerpo de la pala de rotor.

La Figura 7 muestra una sección transversal a través del borde de ataque de una pala de rotor fabricada usando el método de la invención. El dibujo muestra varias aletas 20F incrustadas, formadas al disponer los insertos de aleta 11F en forma de mechas retorcidas en las correspondientes hendiduras de las mitades del molde de las palas de rotor. Los insertos de aleta 11F están dispuestos para apoyarse contra otras capas de material reforzado con fibra, por ejemplo, las esteras de fibra de vidrio 81, que pueden disponerse en el molde mediante un procedimiento de colocación que conocerá el experto en la materia. El dibujo también indica una estera de cobertura 80 que puede estar hecha de un elastómero adecuadamente flexible que se extiende sobre los insertos de aleta 11F durante el proceso VARTM. Después de retirar la parte curada de la pala de rotor del molde, se puede aplicar una capa superior protectora 82 sobre toda la superficie.
60

La Figura 8 muestra una pala 4 de rotor aumentada según un método de la técnica anterior en donde los perfiles con aletas 30 se montan en el borde de ataque de la pala 4 de rotor utilizando el adhesivo 40. Los perfiles 30 tienen aletas
65

3 que se extienden hacia fuera que sirven para reducir el ruido y/o para minimizar el daño por impacto de la protección del borde de ataque. El adhesivo 40 puede deteriorarse con el tiempo, de modo que uno o más perfiles con aletas 30 pueden desprenderse de la pala de rotor, lo que genera costes de mantenimiento y pérdida de ingresos debido a un tiempo de inactividad forzado.

5 Aunque la presente invención se ha descrito en forma de realizaciones preferidas y variaciones de las mismas, se entenderá que podrían realizarse numerosas modificaciones y variaciones adicionales en la misma sin apartarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, los componentes de un sistema de deshielo se pueden incorporar durante el
10 procedimiento de colocación del material colocando una o más esteras de calentamiento en la región del borde de ataque. Las esteras de calentamiento pueden ser delgadas y flexibles y están dispuestas preferiblemente de manera que queden sobre las aletas de la pala de rotor acabada. Las esteras calefactoras se despliegan para evitar la acumulación de hielo en el borde de ataque de la pala de rotor. Una estera de calentamiento puede incorporar elementos eléctricamente conductores, tales como alambres de cobre delgados, fibras de carbono, etc., como sabrá el experto en la materia.

15 En aras de la claridad, debe entenderse que el uso de “un” o “una” a lo largo de esta solicitud no excluye una pluralidad, y “que comprende” no excluye otras etapas o elementos.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de una pala (20) de rotor de turbina eólica, que comprende las etapas de:

5 preparar un molde (1) mediante

10 -formar un perfil (10) de borde de ataque parcialmente negativo en una primera mitad del molde (1L), cuyo perfil (10) de borde de ataque parcialmente negativo comprende una pluralidad de primeras hendiduras (10F) a lo largo de una región del borde de ataque (1L_LE) de la primera mitad del molde (1L);

15 -formar un perfil (10) de borde de ataque parcialmente negativo en una segunda mitad de molde (1U), cuyo perfil (10) de borde de ataque parcialmente negativo comprende una pluralidad complementaria de segundas hendiduras (10F) a lo largo de una región de borde de ataque (1U_LE) de la segunda mitad del molde (1U); y en donde la forma combinada de una primera hendidura (10F) y una segunda hendidura complementaria (10F) corresponde a la forma negativa de una aleta de borde de ataque (20F) que se extenderá radialmente hacia fuera desde el cuerpo de la pala (20) de rotor;

20 moldear la pala (20) de rotor mediante

25 -colocar el material de moldeo en las partes del molde (1L, 1U) y disponer así los insertos de aleta (11F) en las hendiduras (10F) de un perfil (10) de borde de ataque parcialmente negativo; y
-realizar un procedimiento de transferencia de resina.

2. Un método según la reivindicación 1, en donde la etapa de disponer los insertos de aleta (11F) en las hendiduras (10F) va precedida de una etapa de revestir la primera mitad del molde (1L) con una lámina de cubierta (80), en donde el área de la lámina de cubierta (80) es al menos tan grande como el área de la parte (20) que se va a moldear; y en donde la etapa de disponer los insertos de aleta (11F) en las hendiduras (10F) va seguida de una etapa final de disponer la lámina de cubierta (80) sobre la capa de material en la primera mitad del molde (1L).

3. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un inserto de aleta (11F) comprende un cuerpo arqueado con forma que se extiende a través del borde de ataque (LE) de la pala (20) de rotor.

4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un inserto de aleta (11F) está hecho de cualquiera de: mechas de fibra de vidrio, espuma de poliuretano, espuma de tereftalato de polietileno.

5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el moldeo de la pala (20) de rotor se realiza mediante

45 -disponer el material de moldeo en la primera mitad del molde (1 L); y
-unir las partes del molde (1L, 1U) para obtener un molde cerrado (1) antes de realizar el procedimiento de transferencia de resina.

6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de proporcionar un cuerpo de inserto (12) que comprende una pluralidad de insertos de aleta (11F) montados en un soporte (120) y disponer el cuerpo de inserto (12) en la primera mitad del molde (1L) de manera que los insertos de aleta (11F) sean recibidos por el perfil del borde de ataque parcialmente negativo (10) de la primera mitad del molde (1L).

7. Una pala (20) de rotor de turbina eólica fabricada utilizando el método según la reivindicación 6 para comprender una pluralidad de aletas del borde de ataque incrustadas (20F) que se extienden a través del borde de ataque (LE) de la pala (20) de rotor y que se extienden radialmente hacia fuera desde el cuerpo de la pala (20) de rotor.

8. Una pala de rotor de turbina eólica según la reivindicación 7, que comprende una disposición lineal de una pluralidad de cuerpos (12) de inserción incrustados que portan insertos de aleta (11F) para formar la pluralidad de aletas del borde de ataque (20F).

9. Un molde (1) para su uso en la fabricación de una pala (20) de rotor de turbina eólica, que comprende

65 -una primera mitad de molde (1L) conformada para formar un lado de la pala (20) de rotor, cuya primera mitad de molde (1L) comprende un perfil (10) de borde de ataque parcialmente negativo que comprende una pluralidad de primeras hendiduras (10F) a lo largo de una región del borde de ataque (1L_LE); y

- 5 -una segunda mitad de molde (1U) conformada para formar el otro lado de la pala (20) de rotor, cuya segunda mitad de molde (1U) comprende un perfil de borde de ataque parcialmente negativo complementario (10) que comprende una pluralidad de segundas hendiduras (10F) a lo largo de una región de borde de ataque (1U_LE), y en donde la forma combinada de una primera hendidura (10F) y una segunda hendidura complementaria (10F) es la forma negativa de una aleta del borde de ataque (20F) que se extenderá radialmente hacia fuera desde el cuerpo de la pala (20) de rotor.
- 10 10. Un molde según la reivindicación anterior, en donde el perfil de ataque negativo (10) de una parte de molde (1L, 1U) está formado como un inserto de molde (13), y en donde una parte de molde (1L, 1U) está formada para comprender un recorte complementario (13X) conformado para recibir el inserto de molde (13).
- 15 11. Un conjunto de molde (1, 13) que comprende
- un molde (1) según la reivindicación 10 para su uso en la fabricación de varias palas de rotor de turbina eólica (20); y
- una pluralidad de insertos de molde (13), en donde los insertos de molde (13) están formados para tener diferentes perfiles de ataque negativos (10).
- 20 12. Un conjunto de molde según la reivindicación anterior, en donde las dimensiones de un perfil de ataque negativo (10) de un inserto de molde (13) se eligen en función de las condiciones climáticas en el sitio de instalación previsto de una turbina eólica.
- 25 13. Un conjunto de molde según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en donde las partes de molde (1L, 1U) comprenden medios de conexión para facilitar la conexión de la segunda mitad del molde (1U) a la primera mitad del molde (1L) antes de un procedimiento de transferencia de resina.

Fig. 1

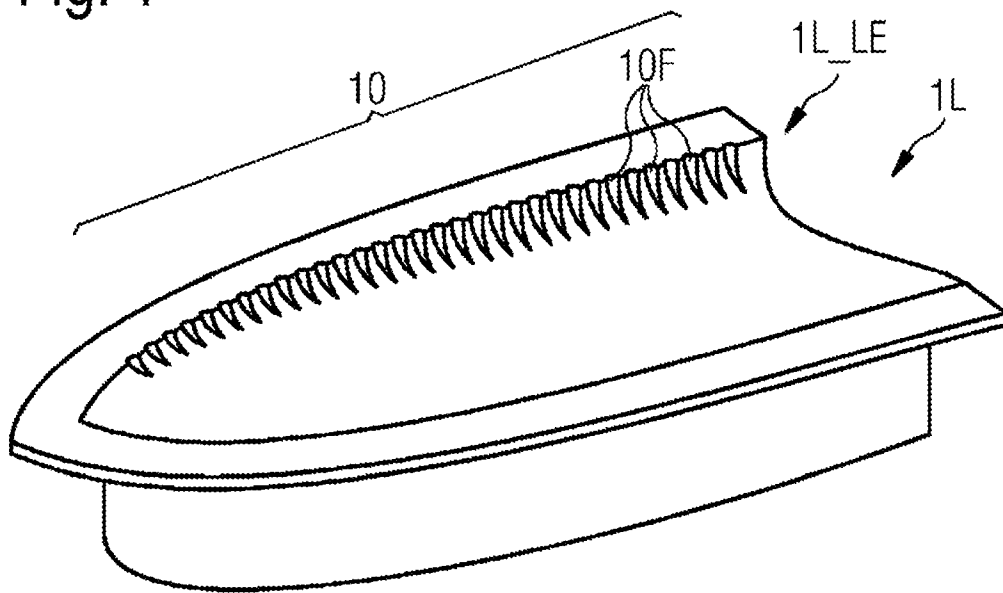


Fig. 2

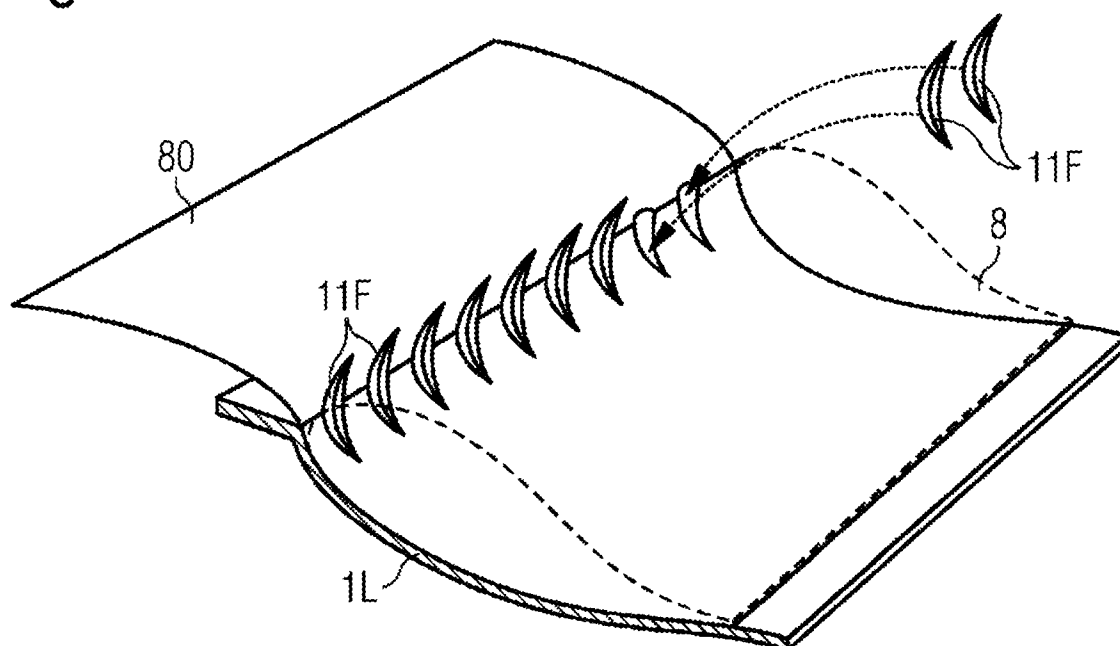


Fig. 3

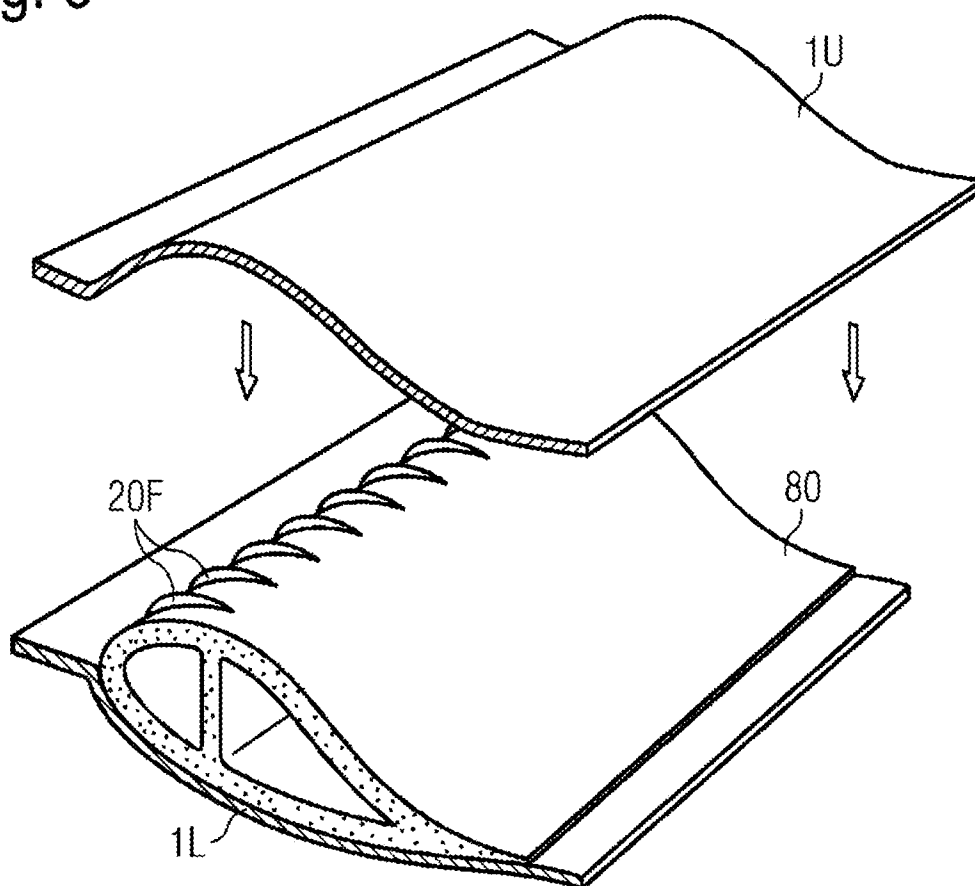


Fig. 4

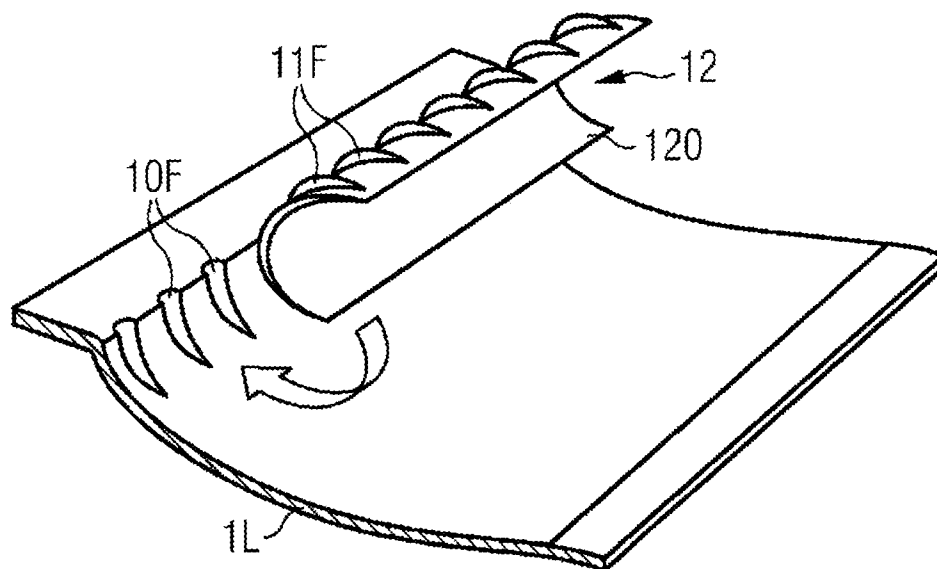


Fig. 5

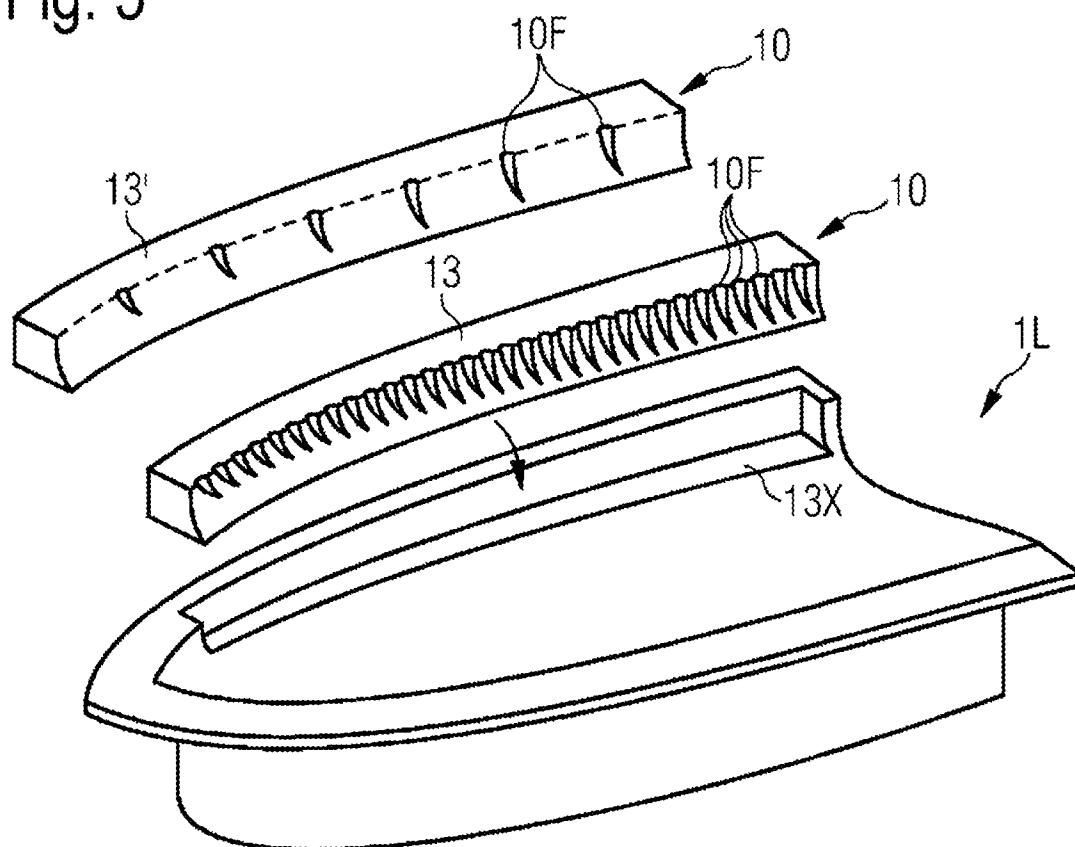


Fig. 6

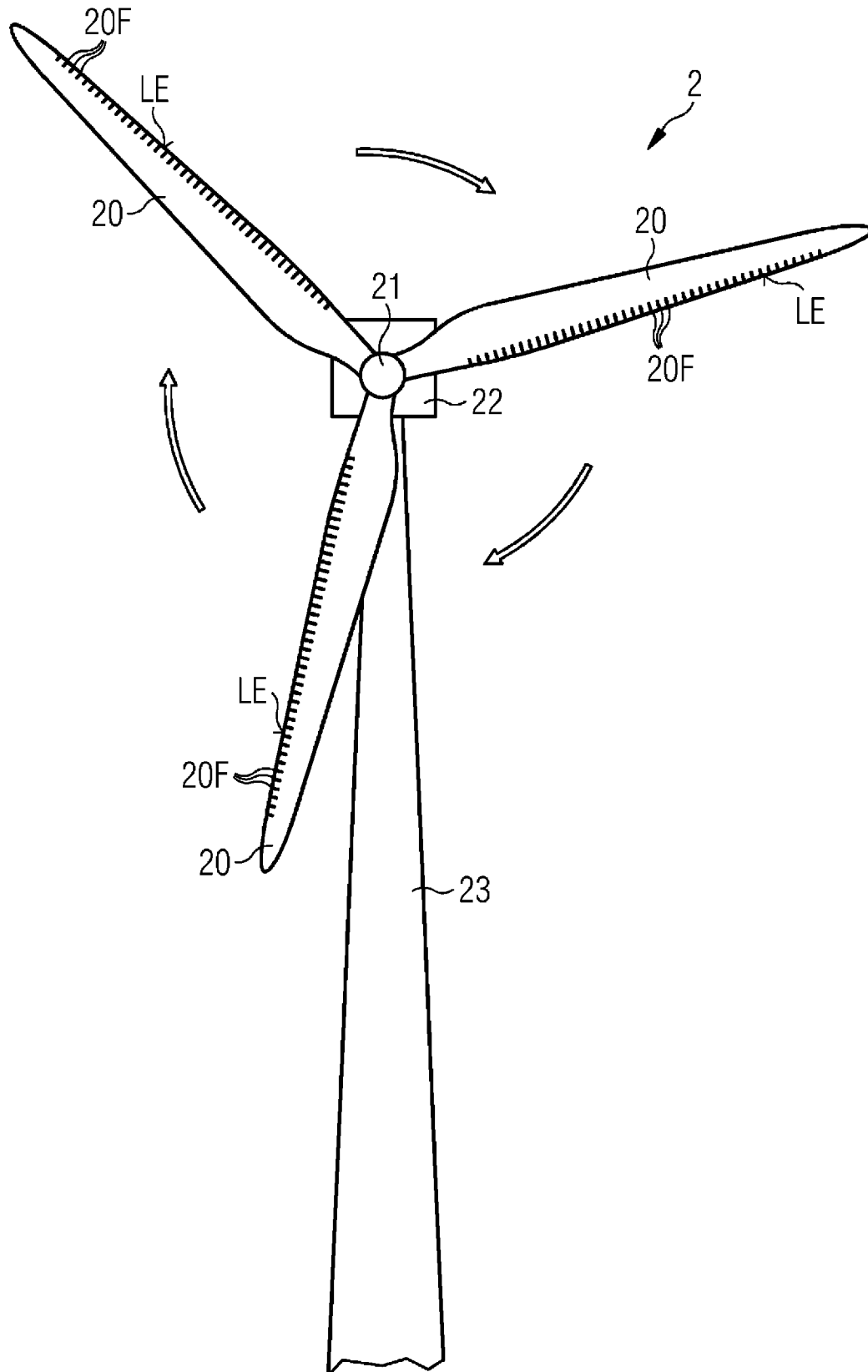


Fig. 7

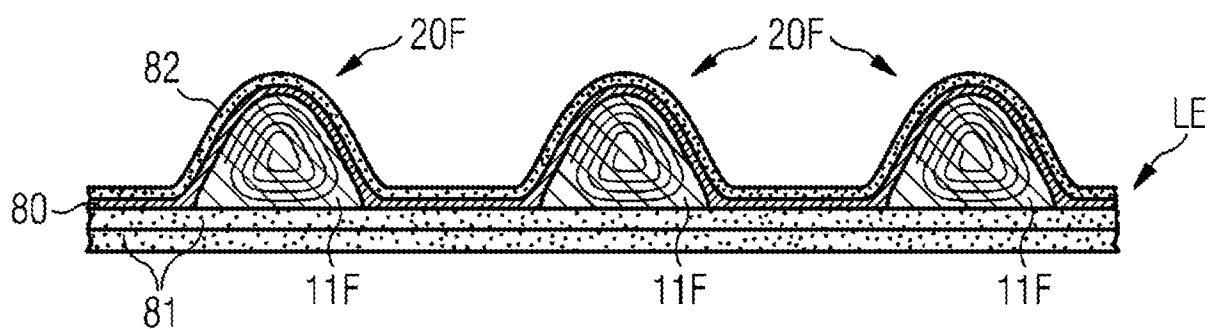


Fig. 8 TÉCNICA ANTERIOR

