

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 704**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/48** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

**B29B 11/16** (2006.01)

**B29C 31/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2010 PCT/EP2010/070510**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2011 WO2011076857**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2010 E 10796391 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016 EP 2516140**

54 Título: **Método de producción de una estructura de revestimiento compuesto**

30 Prioridad:

**22.12.2009 EP 09180341**

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

**14.06.2017**

73 Titular/es:

**LM WP PATENT HOLDING A/S (100.0%)  
Jupitervej 6  
6000 Kolding, DK**

72 Inventor/es:

**FREDERIKSEN, HENRIK**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 616 704 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 producción de una estructura de revestimiento compuesto

5 La presente invención se refiere a un método para producir una estructura de revestimiento de material compuesto, que comprende un material reforzado con fibra incrustado en una resina curada, es decir, un material de polímero curado.

Campo técnico

10 Los métodos para producir estructuras de revestimiento de material compuesto implican disponer en un molde un material de fibra, que comprende un número de capas de fibra, cerrar el molde para formar una cavidad de molde, y curar una resina proporcionada en la cavidad de molde. La resina puede suministrarse a la cavidad de molde después de cerrar el molde, inyectando la resina en la cavidad, por ejemplo mediante moldeo por transferencia de resina (RTM) o mediante moldeo por transferencia de resina asistido por vacío (VARTM), o proporcionando el material de fibra con resina cuando se disponga éste en el molde, es decir mediante el uso de un material de fibra previamente impregnado, denominado preimpregnado.

15 Especialmente en estructuras de revestimiento grandes, tales como revestimientos para cascos de embarcaciones y para palas de aerogenerador, el tiempo para disponer el material de fibra en el molde es considerable en comparación con el tiempo para inyectar/infundir y curar la resina cuando se utilizan RTM/VARTM, y para calentar y curar la resina cuando se utilizan preimpregnados.

Antecedente

20 A partir del documento US 4.992.228 y US 5.080.851 se conoce la formación de una preforma de material de fibra, y la transferencia de esta preforma en el molde en el que se forma la estructura compuesta.

25 El documento WO 89/05717 da a conocer un método de aplicación de una mezcla de material plástico y fibras de refuerzo a una superficie de molde de un medio molde, comprendiendo dicho método las etapas de colocar, por ejemplo por pulverización, una mezcla de plásticos líquidos que incorpora fibras sobre una pieza de formación de preforma, cuya forma es complementaria a la superficie de molde del medio molde, colocar el medio molde sobre la pieza de formación de preforma con la superficie de molde al revés, girar conjuntamente la pieza de formación de preforma y el medio molde de manera que el medio molde quede situado por debajo de la pieza de formación de preforma, y luego retirar la pieza de formación de preforma.

30 El documento EP 0 271 263 da a conocer un método de transferencia de una lámina de material preimpregnado reforzado con fibras a una herramienta de moldeo, por medio de una herramienta de transferencia provista de un diafragma inflable flexible, y que tiene una superficie cuya forma está ideada para conformar la forma de la superficie de la herramienta de moldeo.

35 El documento WO 2007/039085 da a conocer un método de colocación en un molde de una capa de material, tal como una capa de preimpregnado, y que comprende las etapas de pensar una superficie de un cuerpo deformable elásticamente reversiblemente contra la capa de material, generar una fuerza de sujeción, que fija temporalmente la capa de material a la superficie, y disponer la capa de material en el molde por medio del cuerpo.

El documento EP 0 577 505 A1 da a conocer una instalación para recoger una capa de fibras pre-cortada, tal como un preimpregnado, conformar la capa de fibras en una preforma y transferir la preforma a una herramienta de moldeo.

Divulgación de la invención

40 Un objeto de la invención es obtener un nuevo método de producción de una estructura de revestimiento de material compuesto, y que esté especialmente adaptado para producir grandes estructuras de revestimiento de material compuesto, tales como piezas de revestimiento para palas de aerogeneradores.

De acuerdo con la invención, esto se obtiene mediante un método que incluye las siguientes etapas:

45 A proporcionar una primera pieza de molde que tenga una superficie de moldeo de pieza de molde, preferentemente sustancialmente cóncava, con un contorno que defina una superficie exterior de la estructura de revestimiento de material compuesto;

## ES 2 616 704 T3

B proporcionar una pieza de formación de preforma que tenga una superficie preferentemente sustancialmente convexa, y orientada sustancialmente hacia arriba, que esté conformada de manera esencialmente complementaria a al menos una pieza de la superficie de moldeo de pieza de molde;

5 C formar una preforma mediante la disposición de un material de fibra, que comprenda un número de capas de fibra, sobre la superficie de formación de preforma;

D juntar entre sí la primera pieza de molde y la pieza de formación de preforma, en una posición ensamblada de manera que la superficie de moldeo de pieza de molde quede orientada hacia la superficie de formación de preforma, y entre dichas superficies quede definida una cavidad que aloje sustancialmente el material de fibra dispuesto sobre la superficie de formación de preforma;

10 E transferir la preforma a la primera pieza de molde al retirar el material de fibra de la superficie de formación de preforma, de modo que se reciba el mismo sobre la superficie de moldeo de la primera pieza de molde;

F retirar la pieza de formación de preforma de la primera pieza de molde;

G formar una cavidad de molde por medio de una segunda pieza de molde, dispuesta encima del material de fibra,

15 H curar y/o permitir que la resina cure, y

en el que se suministra resina a la cavidad de molde tras la etapa G.

20 Mediante la formación de una preforma del material de fibra en una pieza de formación de preforma separada y la posterior transferencia de la preforma a la primera pieza de molde, puede reducirse considerablemente el denominado tiempo de forma, es decir, el tiempo durante el cual el molde está ocupado para producir una única estructura de revestimiento de material compuesto, en comparación con los métodos conocidos, en los que la colocación en capas del material de fibra también tiene lugar en el molde. En otras palabras, puede reducirse el tiempo de producción dado que el moldeo puede tener lugar en el molde, y al mismo tiempo se puede preparar una nueva preforma en una pieza de formación de preforma. Esto resulta especialmente ventajoso durante la producción de estructuras de revestimiento grandes, dado que el tiempo para disponer el material de fibra es superior al tiempo de moldeo, es decir, el tiempo para inyectar/infundir la resina y para curar la resina cuando se utilizan RTM/VARTM.

30 El método es particularmente adecuado para formar estructuras de revestimiento que tengan una superficie exterior convexa, tales como revestimientos para palas de aerogeneradores. En los métodos conocidos se coloca por capas el material de fibra, en forma de esteras de fibra, sobre la superficie cóncava de la primera pieza de molde. Sin embargo, durante la colocación en capas las esteras de fibra tienden a deslizarse sobre la superficie de molde, en las zonas de fuerte pendiente de la misma, de modo que en algunas porciones se forman irregularidades y, en otras porciones del material de fibra colocado en capas, falta material de fibra. Con el fin de obviar este problema han de tomarse medidas para retener el material de fibra en la posición prevista. Tales medidas requieren mucho tiempo y aumentan el tiempo de producción. Al colocar el material de fibra sobre una pieza de formación de preforma que tiene una superficie de formación preforma convexa, se reduce o elimina el problema de deslizamiento y deformación de las esteras de fibra.

35 El material de fibra puede comprender fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de polímero, fibras vegetales, fibras de metal, tales como fibras de acero, y una combinación de dichas fibras.

El material de fibra puede comprender únicamente material de fibra seco.

En una realización adicional del método, se suministra resina a la cavidad de molde.

40 Al usar únicamente material de fibra seco y suministrar únicamente resina a la cavidad de molde, es decir al no suministrar resina a la pieza de formación de preforma, se elimina la necesidad de limpiar la superficie de formación de preforma.

45 Como se mencionó anteriormente, la resina puede suministrarse por VARTM, de modo que se suministre resina líquida a la cavidad de molde provista de la preforma, y en el que se genera un vacío en la cavidad de molde, arrastrando de este modo el polímero. Debido al vacío generado, normalmente entre un 80 y un 95 % del vacío total en la cavidad de molde, se arrastra el polímero líquido hacia la cavidad de molde y se llena la misma con el material de fibra.

El RTM es similar al VARTM. Sin embargo, la resina líquida no se arrastra al interior de la cavidad de molde debido a un vacío generado en la cavidad de molde. En lugar de ello, se fuerza la resina líquida en la cavidad de molde por medio de una sobrepresión.

5 Independientemente del método de moldeo usado, la resina puede ser resina termoendurecible, tal como epoxi, éster de vinilo y poliéster. La resina también puede ser un termoplástico, tal como PA, PVC, ABS, PP o PE. Además, la resina puede ser un material termoplástico polimerizable in situ.

10 El material termoplástico polimerizable in situ puede seleccionarse ventajosamente de entre el grupo que consiste en prepolímeros de: tereftalato de polibutileno (PBT), poliamida-6 (prepolímero es caprolactama), poliamida-12 (prepolímero es lauro lactama), aleaciones de poliamida-6 y poliamida-12; poliuretanos (TPU), polimetilmetacrilato (PMMA), tereftalato de polietileno (PET), policarbonato (PC), polieteretercetona (PEEK), polietercetona (PEK), polietersulfona (PES), polisulfuro de fenileno (PPS), naftalato de polietileno (PEN) y naftalato de polibutileno (PBN), poli (tereftalato de 1,4-butileno) cíclico (CBT) y/o combinaciones de los mismos.

15 El material termoplástico polimerizable in situ tiene la ventaja de que puede manipularse en su estado de prepolímero como un líquido, un polvo o gránulos. En consecuencia, el material puede utilizarse para preimpregnar el material de fibra, es decir, en un preimpregnado. Alternativamente, puede pulverizarse en forma de polvo sobre el material de fibra o disponerse en las piezas de molde como capas separadas.

20 Los materiales termoplásticos polimerizables in situ, tales como el CBT, tienen la ventaja de que obtienen una viscosidad similar a la del agua cuando se calientan a una temperatura de aproximadamente 150 grados Celsius. De este modo, es posible impregnar rápidamente el material de fibra con estructuras de material compuesto muy grandes, para el moldeo y posterior curado de la resina en tiempos de ciclo muy cortos.

El CTB está disponible como sistemas de una parte, en los que previamente se mezcla un catalizador en la resina, y en los que el catalizador se activa por ejemplo por calentamiento, y como sistemas de dos partes, en los que el catalizador y la resina se mantienen separados hasta inmediatamente antes de su uso, cuando se mezclan y se suministran a la cavidad de molde.

25 En algunas situaciones puede ser ventajoso suministrar material termoplástico polimerizable in situ adicional a la cavidad de molde, con el fin de impregnar todo el material de fibra. En tal situación, puede resultar ventajoso usar sistemas de una parte para la resina previamente suministrada, sistemas de partes para la resina adicional.

El término material termoplástico polimerizable significa que el material puede polimerizarse una vez que está en el lugar de fabricación.

30 De acuerdo con una realización ventajosa, se evacúa la cavidad de molde. Evacuar la cavidad de molde también resulta ventajoso cuando se usan otros métodos de moldeo que no sean VARTM, dado que de esta manera se elimina o se reduce el riesgo de recintos de aire o de gas en la estructura compuesta acabada.

35 De acuerdo con una realización adicional, la segunda pieza de molde es una pieza de molde flexible formada por un material flexible, preferentemente una película de polímero. Al usar una película de polímero flexible, también denominada bolsa de vacío, a modo de la segunda pieza de molde, y al evacuar la cavidad de molde, es posible obtener una alta proporción deseada de fibra y resina, dado que se presiona la película de polímero contra el material de fibra debido al vacío aplicado.

40 De acuerdo con una realización de la invención, antes de la etapa C se dispone la pieza de molde flexible sobre la superficie de formación de preforma. En otras palabras, se dispone la pieza de molde flexible sobre la superficie de formación de preforma de la pieza de formación de preforma antes de colocar el material de fibra, y posteriormente se transfiere a la primera pieza de molde conjuntamente con la preforma formada.

45 La superficie de formación de preforma de la pieza de formación de preforma puede conformarse de manera esencialmente complementaria a toda la superficie de moldeo de la primera pieza de molde. Sin embargo, también es posible disponer material de fibra adicional en la primera pieza de molde antes de y/o posteriormente a la transferencia de la preforma a la misma.

Adicionalmente, pueden formarse dos o más sub preformas separadas en piezas de formación de sub preformas separadas, que tengan una superficie de formación de preforma cuya forma sea sustancialmente complementaria a una pieza o sección de la superficie de moldeo de pieza de molde, tras lo cual se transfiere la sub preforma formada por separado a la respectiva parte o sección de la primera superficie de moldeo de pieza de molde.

50 De acuerdo con una realización adicional, en la etapa C se añade un núcleo, tal como un núcleo de madera de balsa o de espuma, al material de fibra y, por lo tanto, a la preforma. Los núcleos se disponen ventajosamente entre capas

de fibra. Los núcleos pueden unirse a las capas de fibra, por ejemplo por costura, respunte o adhesión, con el fin de retener los núcleos en la posición deseada.

5 En una realización posterior a la etapa C, se disponen una o más láminas de polímero encima de la preforma para formar una cavidad entre la al menos una lámina de polímero y la superficie de formación de preforma. La cavidad entre la al menos una lámina de polímero y la superficie de formación de preforma puede evacuarse, a fin de retener la preforma sobre la superficie de formación de preforma durante la etapa D.

La pieza de formación de preforma puede estar provista de medios de succión, para proporcionar la evacuación anteriormente mencionada.

10 La lámina de polímero es preferentemente una lámina flexible y está fabricada con un material compatible con la resina, y se funde o se disuelve durante el curado de la resina.

La lámina de polímero también puede formar la superficie exterior de la estructura de revestimiento de material compuesto acabada.

15 De acuerdo con una realización adicional, en la etapa C las capas de fibra se unen entre sí, por ejemplo, mediante costura, respunte o adhesión, por ejemplo mediante el uso de una composición pegajosa, con el fin de retener de este modo las capas de fibra en las posiciones deseadas.

De acuerdo con una realización adicional, la etapa D se lleva a cabo moviendo la primera pieza de molde a la posición ensamblada con la pieza de formación de preforma, y girando entonces la primera pieza de molde y la pieza de formación de preforma al revés.

20 De acuerdo con otra realización, la etapa D se lleva a cabo haciendo girar la pieza de formación de preforma y moviéndola a la posición ensamblada con la primera pieza de molde, al tiempo que se retiene la preforma en la pieza de formación de preforma.

La preforma puede retenerse en la pieza de formación de preforma mediante la disposición de una lámina de polímero encima de la preforma, a fin de formar una cavidad entre la lámina de polímero y la superficie de formación de preforma, y evacuando dicha cavidad. A continuación puede llevarse a cabo la etapa E, liberando el vacío.

25 Si se proporciona una película de polímero, es decir una bolsa de vacío, sobre la superficie de formación de preforma antes de disponer el material de fibra sobre la misma, las etapas D, E o F pueden llevarse a cabo como sigue:

Etapa D: se desplaza la primera pieza de molde a la posición ensamblada con la pieza de formación de preforma,

30 Etapa E: se evacúa una cavidad formada entre la película de polímero y la primera pieza de molde, con el fin de transferir la preforma y la película de polímero a la primera pieza de molde, y

Etapa F: se eleva la primera pieza de molde con respecto a la superficie de formación de preforma de la pieza de preforma.

35 El suministro y el curado de la resina puede tener lugar con la primera pieza de molde en una posición, en la que la preforma esté orientada hacia abajo, y una posición en la que se gire 180° la primera pieza de molde y la preforma quede orientada hacia arriba, o en cualquier otra posición de la primera pieza de molde.

Las palas de un aerogenerador pueden fabricarse usando dos piezas de revestimiento fabricadas por separado, que formen el lado de presión y el lado de succión de la pala, respectivamente, pegándose entre sí dichas piezas de revestimiento posteriormente.

40 La presente invención puede utilizarse para formar cada una de dichas piezas de revestimiento. Así, una pieza de revestimiento de una pala de aerogenerador producida por el método de acuerdo con la invención está dentro del alcance de protección. Las piezas de revestimiento pueden tener una longitud de al menos 30 m, alternativamente al menos 40 m, alternativamente al menos 50 metros.

Sin embargo, la presente invención también puede usarse para fabricar una pala de aerogenerador en una sola pieza, por medio del denominado moldeo hueco cerrado, tal como sigue:

45

- proporcionar una primera preforma para formar el lado de presión de la pala, llevando a cabo las etapas A-F;
- proporcionar una preforma adicional para formar el lado de succión de la pala, llevando a cabo las etapas A-F mediante el uso de una pieza de molde adicional que tenga una superficie de moldeo de pieza de molde con un contorno que defina una superficie exterior del lado de succión de la pala, y una pieza de formación de preforma adicional que tenga una superficie de formación de preforma que esté conformada de manera sustancialmente complementaria a la superficie de moldeo de pieza de molde adicional;
- 5
- reunir y ensamblar las dos preformas formadas mientras se retienen en sus respectivas piezas de molde, con el fin de formar de esta manera una preforma hueca que tenga una superficie interior que defina un interior hueco, y que esté rodeada por un molde exterior cerrado formado por la primera pieza de molde y por piezas de molde adicionales, y en el que se forma una cavidad de molde al disponer al menos una película de polímero, es decir
- 10
- una bolsa de vacío, sobre la superficie interior de la preforma hueca;
- evacuar la cavidad de molde;
- curar la resina y/o permitir que la resina se cure, y

en el que la resina se suministra a la cavidad de molde tras la etapa G.

- 15 Así, el alcance de la presente invención también cubre una pala de aerogenerador producida mediante un método de acuerdo con la invención, por medio de un molde hueco cerrado.

Breve descripción del/los dibujo/s

La invención se explica en detalle a continuación con referencia a las realizaciones mostradas en los dibujos, en los cuales

- 20 La Fig. 1 es una vista esquemática de una pala de aerogenerador que comprende dos piezas de revestimiento, que forman el lado de presión y el lado de succión de la pala, respectivamente, y están pegadas entre sí a lo largo del plano de cuerda de la pala,

La Fig. 2 es una vista en sección transversal esquemática de una primera pieza de molde, para formar la pieza de revestimiento del lado de presión de la pala,

- 25 La Fig. 3 es una vista en sección transversal esquemática de una pieza de formación de preforma para formar una preforma de un material de fibra, mostrándose también la preforma formada en la Fig. 3,

La Fig. 4 es una vista esquemática en sección transversal de una etapa, en la que la primera pieza de molde se ha vuelto del revés y se ha unido con la pieza de formación de preforma, en una posición ensamblada,

- 30 La Fig. 5 es una vista esquemática en sección transversal de una etapa, en la que la preforma se ha transferido a la primera pieza de molde y la pieza de formación de preforma se ha retirado de la primera pieza de molde,

La Fig. 6 es una vista esquemática en sección transversal, que corresponde a la mostrada en la Fig. 5, sin embargo, la primera pieza de molde y la preforma transferida a la misma se utilizan en el denominado moldeo hueco cerrado, en el que se fabrica la pala de aerogenerador en una sola pieza,

- 35 La Fig. 7 es una vista en sección transversal esquemática de una pieza de formación de preforma adicional, estando formada una preforma adicional sobre la superficie de formación de preforma de la misma, estando conformada dicha superficie de formación de preforma de manera sustancialmente complementaria a una superficie de moldeo de pieza de molde adicional con un contorno que define el lado de succión de la pala,

La Fig. 8 es una vista en sección transversal esquemática de la pieza de molde adicional, estando transferida la preforma adicional a la superficie de moldeo de la misma, y

- 40 La Fig. 9 es una vista esquemática en sección transversal de una etapa, en la que la pieza de molde adicional mostrada en la Fig. 8 se ha vuelto del revés, al tiempo que retiene la preforma adicional en la misma, y se ha unido con la primera pieza de molde y la preforma mostrada en la Fig. 6, para formar una preforma hueca rodeada por un molde cerrado exterior formado por la primera pieza de molde y las piezas de molde adicionales.

Descripción detallada de la invención

La Fig. 1 es una vista esquemática de una pala 1 de aerogenerador, que tiene la forma de una pala de aerogenerador convencional y que comprende una región de raíz 2, un perfil o una región de superficie de sustentación 3, y una zona de transición 4 entre la región de raíz 2 y la región de superficie de sustentación 3. La pala 1 comprende un borde delantero 5 y un borde posterior 6. Un plano de cuerda 7, que se extiende entre el borde delantero 5 y el borde posterior 6, define la transición entre un lado de succión 8 y un lado de presión 9 de la pala. El plano de cuerda se ilustra por medio de una línea discontinua. Como se mencionó anteriormente, la pala 1 se puede fabricar usando dos piezas de revestimiento fabricadas por separado, es decir una pieza de revestimiento de lado de presión y una pieza de revestimiento de lado de succión de la pala y, posteriormente, pegando las dos piezas de revestimiento entre sí. Alternativamente, la pala puede fabricarse como una sola pieza.

Como se explicará más adelante, el método de acuerdo con la invención se puede utilizar para producir las piezas de revestimiento separadas de la pala o para producir la pala en una sola pieza.

A continuación se explica el método de acuerdo con la invención por medio de una realización para producir la pieza de revestimiento del lado de presión de una pala, fabricada con dos piezas de revestimiento producidas por separado, que se pegan entre sí.

La Fig. 2 da a conocer una primera pieza de molde 10 para producir la pieza de revestimiento del lado de presión de la pala. La primera pieza de molde 10 comprende una superficie de moldeo 11 de pieza de molde, con un contorno que define sustancialmente la superficie exterior del lado de presión 9 de la pala 1.

La Fig. 3 es una vista en sección transversal a través de una pieza 12 de formación de preforma, que tiene una superficie 13 de formación de preforma sustancialmente convexa y sustancialmente orientada hacia arriba. La superficie 13 de formación de preforma está conformada de manera sustancialmente complementaria a la superficie 11 de moldeo de primera pieza de molde de la primera pieza de molde 10. Se forma una preforma 14 mediante la disposición de capas de fibra y piezas de núcleo sobre la pieza 12 de formación de preforma, incluyéndose las capas de fibra y las piezas de base en la pieza de revestimiento acabada de la pala de aerogenerador. Se disponen unas capas de fibra inferiores 15 sobre la superficie 13 de formación de preforma. Con el fin de proporcionar un denominado laminado principal 16, se dispone una pluralidad de capas de fibra sobre las capas de fibras inferiores 15, en una región superior de la pieza 12 de formación de preforma. Adicionalmente, se dispone una pluralidad de capas de fibra sobre las capas de fibra inferiores 15 en la región correspondiente a la región de borde delantero y de borde trasero, respectivamente, de la pieza de revestimiento de pala a formar, a fin de proporcionar un refuerzo de fibras 17 de borde delantero y un refuerzo de fibras 18 de borde trasero, respectivamente. Se dispone un primer material de núcleo 19 entre el laminado principal 16 y el refuerzo de fibras 17 de borde delantero, y se dispone un segundo material de núcleo 20 entre el laminado principal 16 y el refuerzo de fibras 18 de borde trasero. Se disponen una o más capas de fibras superiores encima del laminado principal 16, el refuerzo de fibras 17 de borde delantero, el refuerzo de fibras 18 de borde trasero, el primer material de núcleo 19 y el segundo material de núcleo 20.

Como se muestra en la Fig. 3, en este momento la preforma 14 está formada. Cabe señalar que, en algunas realizaciones, pueden omitirse la pluralidad de capas de fibra que forman el laminado principal 16 y/o las capas de fibra que forman el refuerzo de fibras 17 de borde delantero y/o el refuerzo de fibras 18 de borde trasero, y que también se puede omitir el primer material de núcleo 19 y el segundo material del núcleo 20.

Como se muestra en la Fig. 4, se juntan entonces la primera pieza de molde 10 y la pieza 12 de formación de preforma a una posición ensamblada, girando la primera pieza de molde 10 al revés, de modo que la primera superficie de moldeo 11 de pieza de molde quede orientada hacia la superficie 13 de conformación de preforma y se defina una cavidad entre dichas superficies. La forma y las dimensiones de la cavidad corresponden sustancialmente a las del material de fibra dispuesto sobre la superficie 13 de formación de preforma de la pieza 12 de formación de preforma, para acomodar sustancialmente la preforma 14.

La preforma 14 se transfiere entonces a la primera pieza de molde 10, al retirar de la superficie 13 de formación de preforma la preforma 14, que comprende material de fibra, de manera que se reciba la misma sobre la superficie de moldeo 11 de la pieza de molde. En la presente realización esto se lleva a cabo girando boca arriba la primera pieza de molde 10 y la pieza 12 de formación de preforma, y retirando posteriormente la pieza 12 de formación de preforma de la primera pieza de molde 10. Se transfiere así la preforma 14 a la superficie de moldeo 11 de primera pieza de molde, como se muestra en la Fig. 5.

Cuando se utiliza VARTM para formar la pieza de revestimiento, se dispone una bolsa de vacío encima de la preforma 14, y se sella a la primera pieza de molde 10 a fin de formar una cavidad de molde. Se evacúa entonces la cavidad de molde y se suministra resina a la cavidad de molde por medio de un vacío proporcionado, para impregnar los materiales de fibra de la preforma 14. El material de fibra de la preforma 14 puede ser un material de

fibra seca.

A continuación se explica un método para producir una pala de aerogenerador en una sola pieza, por medio del denominado moldeo hueco cerrado, usando una realización del método de acuerdo con la invención.

5 Como se ha explicado anteriormente con referencia a las Figs. 2-5, se forma una preforma 14 sobre la superficie 13 de formación de preforma de la pieza 12 de formación de preforma, y se transfiere a la superficie de moldeo 11 de la primera pieza de molde 10. La preforma 14 está adaptada para su incorporación en una pieza de revestimiento de la pala de aerogenerador formada en una sola pieza, formando dicha pieza de revestimiento el lado de presión de la pala. La Fig. 6 muestra la preforma 14 transferida a la superficie de moldeo 11 de la primera pieza de molde 10.

10 Se forma una preforma adicional 22 adaptada para su incorporación en la pieza de revestimiento del lado de succión de la pala, sobre una superficie 23 de formación de preforma de una pieza 24 de formación de preforma adicional, como se muestra en la Fig. 7. La superficie 23 de formación de preforma de la pieza 24 de formación de preforma adicional está conformada de manera esencialmente complementaria a una superficie de moldeo 25 de pieza de molde de una pieza de molde adicional 26, que se muestra en la Fig. 8. Al igual que la preforma 14, la preforma adicional 22 comprende una capa de fibra inferior 27, una pluralidad de capas de fibra que forman un laminado principal 28, una pluralidad de capas de fibra que forman un refuerzo de fibra 29 de borde delantero, una pluralidad de capas de fibra que forman un refuerzo de fibra 30 de borde trasero, un primer material de núcleo 31 dispuesto entre el refuerzo de fibra 29 de borde delantero y el laminado principal 28, un segundo material de núcleo dispuesto entre el refuerzo de fibra 30 de borde delantero y el laminado principal 28, y una o más capas de fibra 33 dispuestas en la pieza superior del laminado principal 28, el refuerzo de fibra 29 de borde delantero, el refuerzo de fibra 30 de borde trasero, el primer material de núcleo 31 y el segundo material de núcleo 32, como se muestra en la Fig. 7.

25 Tras la formación sobre la superficie 23 de formación de preforma de la pieza 24 de formación de preforma adicional, se transfiere la preforma adicional 22 a la superficie de moldeo 25 de pieza de molde de la pieza de molde adicional 26, como se muestra en la Fig. 8. En la presente realización, se transfiere la preforma adicional 22 a la pieza de molde adicional 26, al girar la pieza 24 de formación de preforma adicional boca abajo desde la posición mostrada en la Fig. 7, mientras se retiene la preforma adicional 22 en la pieza 24 de formación de preforma adicional y, a continuación, se retira la preforma 22 de la pieza 24 de formación de preforma adicional, de tal manera que se reciba la preforma sobre la superficie de moldeo 25 de la pieza de molde adicional 26. Se retira entonces la pieza 24 de formación de preforma adicional de la pieza de molde adicional 26.

30 En la presente realización, se retiene la preforma adicional 22 en la pieza 24 de formación de preforma adicional mediante la disposición de una lámina de polímero encima de la preforma adicional 22, para formar una cavidad entre la lámina de polímero y la superficie 23 de formación de preforma y evacuar dicha cavidad.

35 Una vez que se han formado las dos preformas 14, 22 y se han transferido a sus respectivas piezas de molde 10, 26, se reúnen y ensamblan las preformas, mientras se retienen en sus respectivas piezas de molde a fin de formar una preforma hueca que tenga una superficie interior, que defina un interior hueco y esté rodeada por un molde exterior cerrado, formado por la primera pieza de molde y las piezas de molde adicionales 10; 26, como se muestra en la Fig. 9.

Se forma una cavidad de molde al disponer al menos una película de polímero 34, es decir, una bolsa de vacío, en la superficie interior de la preforma hueca y, posteriormente, evacuar la cavidad de molde.

40 Si el material de fibra utilizado para formar las preformas es un material de fibra seca, se forma la pala como una sola pieza al infundir una resina líquida dentro de la cavidad, por medio del vacío proporcionado, y al permitir que la resina cure.

La invención se ha descrito con referencia a realizaciones ventajosas. Sin embargo, el alcance de la invención no se limita a las realizaciones descritas, y pueden realizarse alteraciones y modificaciones sin desviarse del alcance de la invención.

45 Lista de números de referencia

- 1 Pala de aerogenerador
- 2 Región de raíz
- 3 Región de superficie de sustentación
- 4 Región de transición

## ES 2 616 704 T3

	5	Borde delantero
	6	Borde trasero
	7	Plano de cuerda
	8	Lado de succión
5	9	Lado de presión
	10	Primera pieza de molde
	11	Superficie de moldeo de primera pieza molde
	12	Pieza de formación de preforma
	13	Superficie de formación de preforma
10	14	Preforma
	15	Capa de fibra inferior
	16	Laminado principal
	17	Refuerzo de fibra de borde delantero
	18	Refuerzo de fibra de borde trasero
15	19	Primer material de núcleo
	20	Segundo material de núcleo
	21	Capa de fibra superior
	22	Preforma adicional
	23	Superficie de formación de preforma
20	24	Pieza de formación de preforma adicional
	25	Superficie de moldeo de pieza de molde
	26	Pieza de molde adicional
	27	Capa de fibra inferior
	28	Laminado principal
25	29	Refuerzo de fibra de borde delantero
	30	Refuerzo de fibra de borde trasero
	31	Primer material de núcleo
	32	Segundo material de núcleo
	33	Capa de fibra superior
30	34	Película de polímero

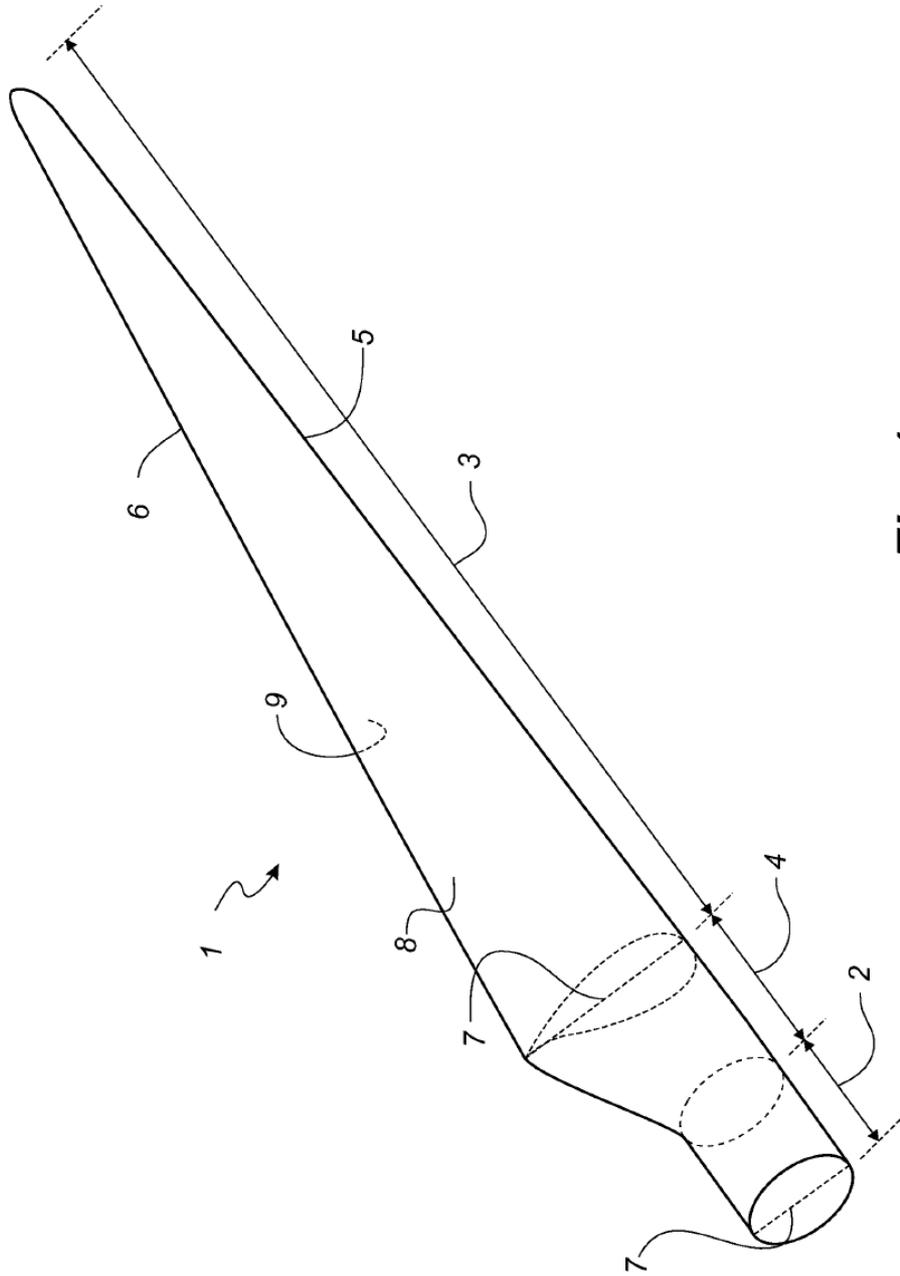
**REIVINDICACIONES**

1. Método de producción de una estructura de revestimiento de material compuesto en forma de una pieza de revestimiento de pala de aerogenerador, que comprende un material reforzado con fibra incrustado en una resina curada, y que comprende las siguientes etapas:
- 5 A proporcionar una primera pieza de molde (10) que tenga una superficie (11) de moldeo de pieza de molde, preferentemente sustancialmente cóncava, con un contorno que defina una superficie exterior de la estructura de revestimiento de material compuesto;
- B proporcionar una pieza (12) de formación de preforma que tenga una superficie (13) de formación de preforma, preferentemente sustancialmente convexa y orientada sustancialmente hacia arriba, que esté conformada de manera esencialmente complementaria a al menos una parte de la superficie (11) de moldeo de primera pieza de molde;
- 10 C formar una preforma (14) mediante la disposición de un material de fibra seca, que comprenda un número de capas de fibra seca, sobre la superficie (13) de formación de preforma;
- D juntar entre sí la primera pieza de molde (10) y la pieza (12) de formación de preforma, en una posición ensamblada de manera que la superficie de moldeo (11) de primera pieza de molde quede orientada hacia la superficie (13) de formación de preforma, y entre dichas superficies quede definida una cavidad que aloje sustancialmente el material de fibra dispuesto sobre la superficie (13) de formación de preforma de la pieza (12) de formación de preforma;
- 15 E transferir la preforma (14) a la primera pieza de molde al retirar el material de fibra de la superficie (13) de formación de preforma, de modo que se reciba el mismo sobre la superficie de moldeo (11) de la primera pieza de molde (10);
- 20 F retirar la pieza (12) de formación de preforma de la primera pieza de molde (10);
- G formar una cavidad de molde por medio de una segunda pieza de molde, dispuesta encima del material de fibra,
- H curar y/o permitir que la resina cure, y
- 25 en el que se suministra resina a la cavidad de molde tras la etapa G, en el que la segunda pieza de molde es una pieza de molde flexible formada por un material flexible, preferentemente una película de polímero (34), y en el que - antes de la etapa C - se dispone la pieza de molde flexible sobre la superficie (13) de formación de preforma.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material de fibra únicamente comprende un material de fibra seca.
- 30 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la resina sólo se suministra a la cavidad de molde.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que se evacua la cavidad de molde.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la superficie (13) de formación de preforma está conformado de manera sustancialmente complementaria a toda la superficie (11) de moldeo de primera pieza de molde.
- 35 6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que en la etapa C se agregan al material de fibra unos núcleos, tales como núcleos de madera de balsa o de espuma, y por lo tanto a la preforma (14).
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que tras la etapa C se disponen una o más láminas de polímero encima de la preforma (14).
- 40 8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la pieza (12) de formación de preforma está provista de medios de succión.
9. Método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la al menos una lámina de polímero está fabricada con un material que sea compatible con la resina, y se funda o se disuelva durante el curado de la resina.
10. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que en la etapa C se unen entre sí

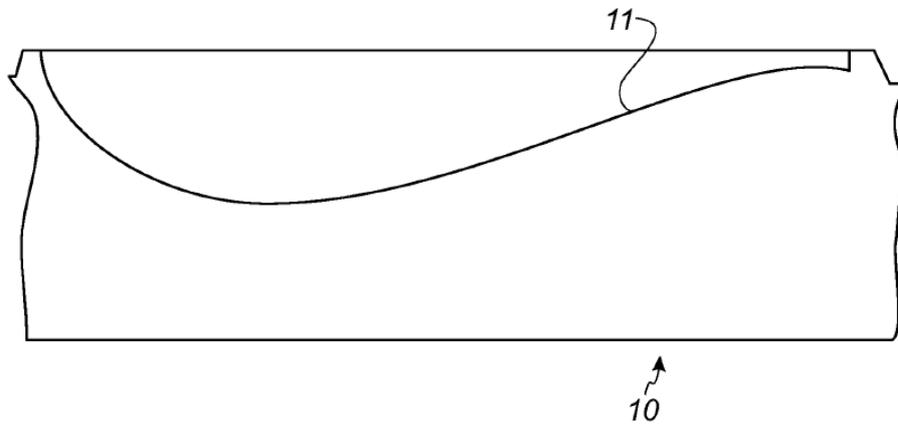
al menos algunas de las capas de fibra tal como mediante costura, respunte o adhesión, por ejemplo usando una composición pegajosa.

5 11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa D se lleva a cabo desplazando la primera pieza de molde (10) a la posición ensamblada con la pieza (12) de formación de preforma y girando del revés la primera pieza de molde (10) y la pieza (12) de formación de preforma.

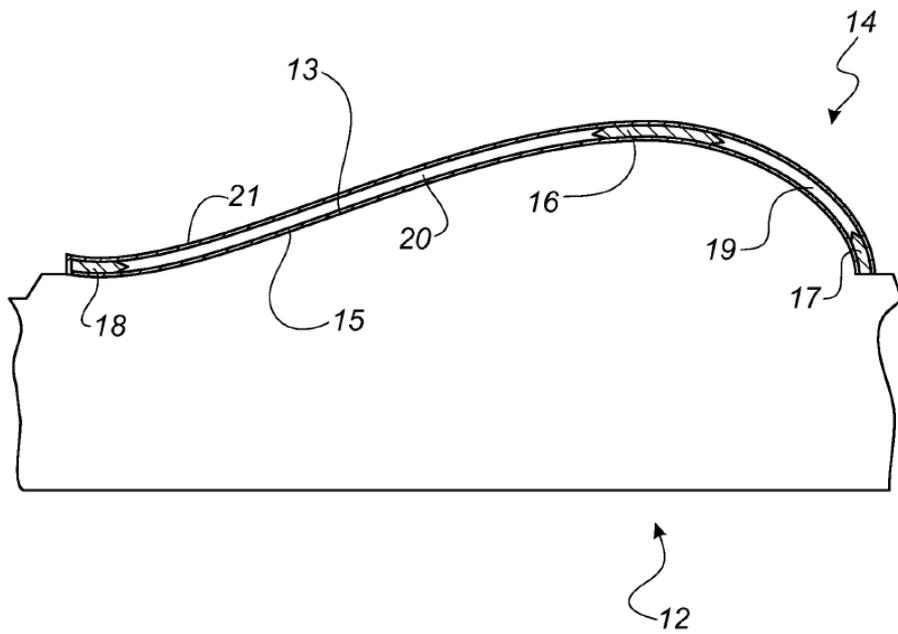
12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que la etapa D se lleva a cabo haciendo girar la pieza (12) de formación de preforma hacia abajo, y moviéndola a la posición ensamblada con la primera pieza de molde (10), mientras se retiene la preforma (14) en la pieza (12) de formación de preforma.



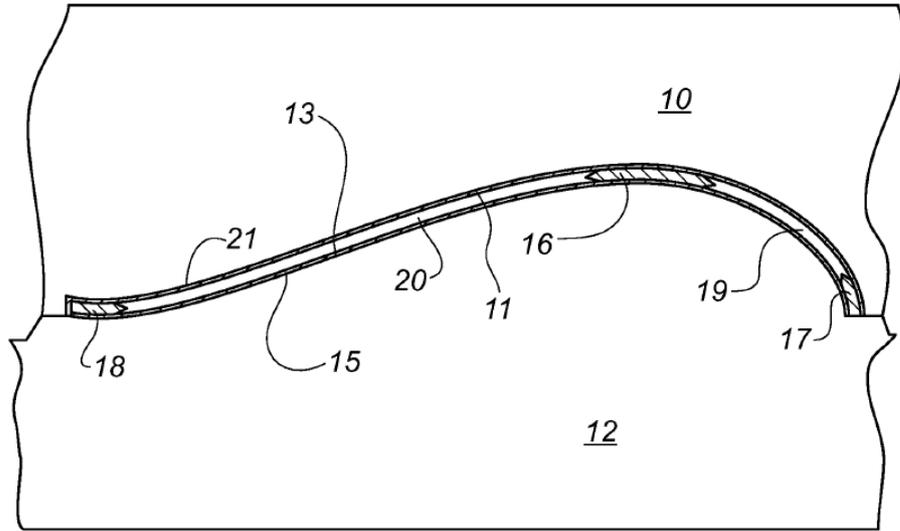
**Fig. 1**



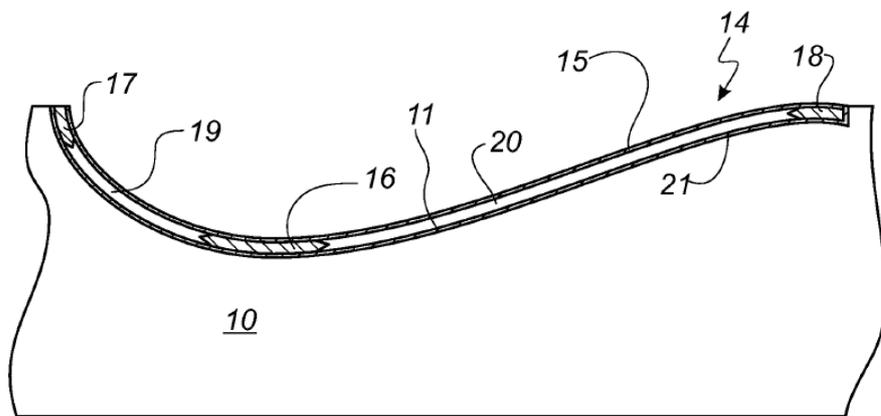
**Fig. 2**



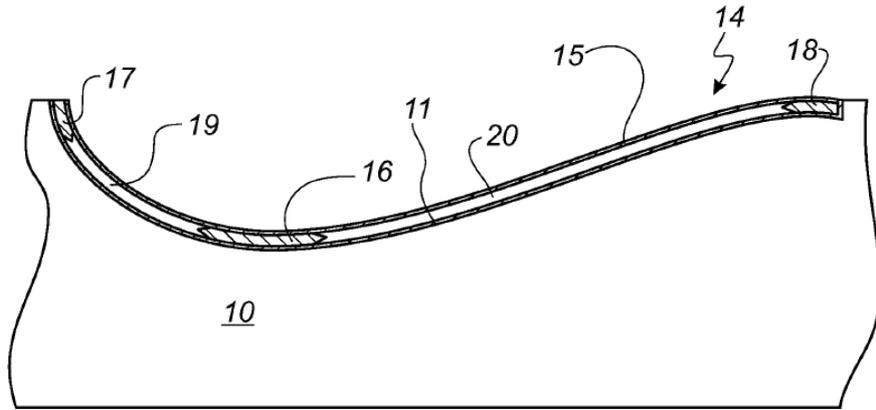
**Fig. 3**



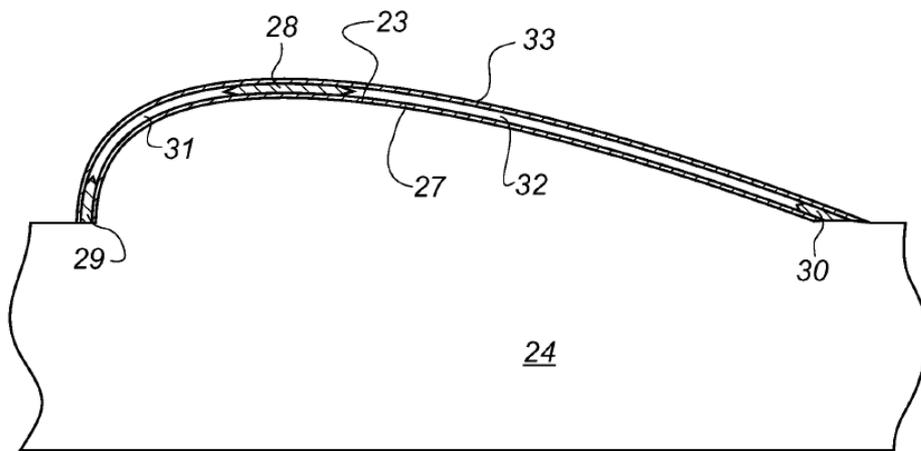
**Fig. 4**



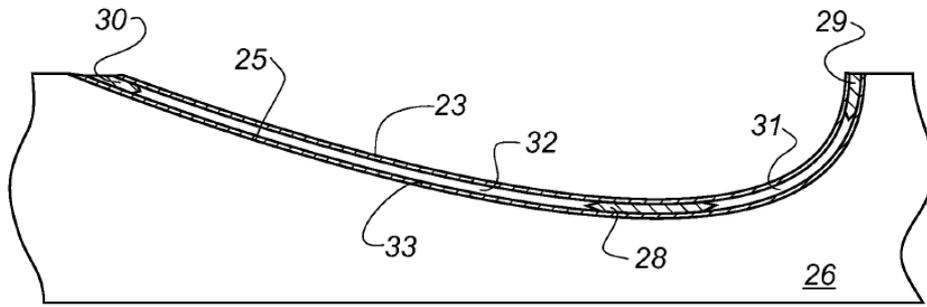
**Fig. 5**



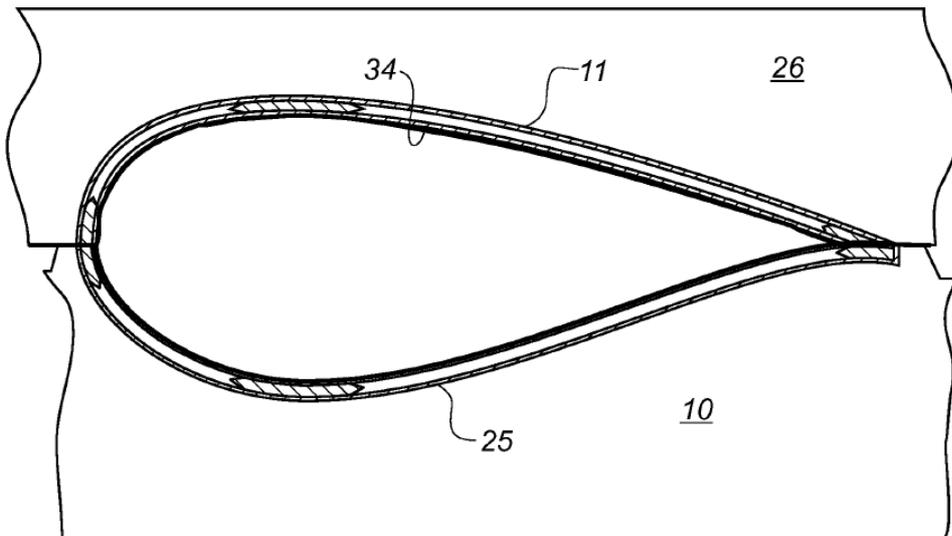
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**