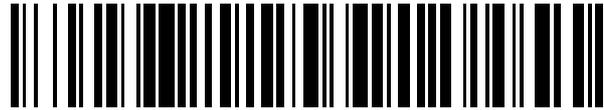


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 971**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44 (2006.01)
B29C 70/48 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2010 E 10169029 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2013 EP 2404743**

54 Título: **Método de producción de palas de aerogenerador precurvadas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.11.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

OLESEN, ERIK EIGIL;
KOEFOED, MICHAEL SCHØLARTH;
PEDERSEN, STEVEN HAUGE;
JESPERSEN, KLAVS y
JENO, JOHN JOSEPH

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 427 971 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 palas de aerogenerador precurvadas

La presente invención se refiere a un método de fabricación de palas de aerogenerador precurvadas, de forma más específica, a un método de fabricación de una media concha de pala de una pala de aerogenerador precurvada que comprende dos mitades de concha de pala que están interconectadas a lo largo de un borde de ataque y de un borde de fuga, teniendo dicha pala una región raíz, una región aerodinámica con una región de punta, de forma opcional, una región de transición entre la región raíz y la región aerodinámica, y una línea central estando definida por la línea central de la región raíz que tiene forma, normalmente, cilíndrica, estando fabricada la mitad de concha de la pala de un material compuesto de fibra por medio de un moldeo por transferencia de resina con ayuda del vacío (VARTM), en donde el material de fibra está impregnado con resina líquida en una cavidad de moldeo que incluye una parte de molde rígida con un anillo y una superficie de moldeo que forma una superficie exterior de la mitad de concha de la pala.

Un método como éste se describe también a través de los documentos WO 2006/058541 y EP 1428650 A1.

Una de las mitades de la concha forma el lado de presión de la pala y la otra mitad de la concha forma el lado de succión. El lado de presión de la pala se denomina también el lado de barlovento, ya que se enfrenta al viento durante el funcionamiento del aerogenerador. El lado de succión de la pala también se denomina el lado de sotavento, ya que se enfrenta lejos del viento durante el funcionamiento del aerogenerador.

Por pala precurvada se ha de entender una pala, la cual, vista desde la región raíz hacia la región de punta, a una distancia desde la región raíz, se extiende adelante hacia el viento de una manera curvada hacia adelante de forma que la punta de la pala está situada enfrente de la línea central de la región raíz. Un ejemplo de una pala de aerogenerador precurvada se describe en EP 1019631 B1.

Las palas de aerogenerador hechas de un material compuesto, tal y como una resina reforzada con fibras, son flexibles y cuando están sometidas a una racha de viento, pueden flexionar por encima de aproximadamente 6 - 8 m o más en la punta, dependiendo de la longitud de la misma.

Las palas precurvadas pueden tener una curvatura tal que la punta está dispuesta a 0.4- 5 m o más desde la línea central de la raíz, dependiendo de la longitud de la pala.

Dado que las palas de aerogenerador han llegado a ser progresivamente más largas con el transcurso del tiempo y que hoy en día pueden ser de más de 70 m de largo, ha llegado a ser, de forma creciente, atractivo utilizar palas precurvadas para aerogeneradores, ya que permiten situar el rotor del aerogenerador cerca de la torre del aerogenerador, a la vez que evitan que la pala colisione con la torre cuando está sometida a una racha de viento.

Cuando se fabrican las mitades de concha de la pala, el molde se dispone generalmente de manera que la línea que corresponde a la línea central de la región raíz de la pala sea sustancialmente horizontal. Esta línea central, a menudo, corresponde con un eje de cabeceo de la pala.

Sin embargo, cuando se fabrican las mitades de concha para palas precurvadas, especialmente palas precurvadas para disponer una punta de aproximadamente 1 m o más enfrente de la línea central de la región raíz, la relación fibra / resina tiende a ser más alta en las zonas de la superficie del molde situadas más altas que en las zonas de la superficie del molde situadas más bajas, vistas en la dirección longitudinal del molde. Esto es especialmente el caso en una zona que se extiende longitudinalmente, situada en la región más inferior del molde, vista en la dirección transversal del mismo. En la zona de por encima se sitúan, frecuentemente, una pluralidad de capas de fibra, unas encima de otras con el fin de formar una estructura de soporte de la mitad de concha de la pala que comprende un número de capas de fibra sustancialmente mayor que la de las áreas lateralmente adyacentes de la superposición de capas de fibra.

Por tanto, debido a la gravedad, la cual actúa sobre la resina, se tiende a formar una relación de fibra / resina muy elevada en las zonas del molde situadas más altas y se tiende a formar una relación de fibra / resina muy reducida en las zonas del molde situadas más bajas, vistas en la dirección longitudinal del mismo.

Una relación de fibra / resina muy elevada tiene una influencia negativa en la resistencia a la fatiga de un material compuesto que comprenda resinas reforzadas con fibras. Esto es especialmente un problema cuando se moldea la mitad de la concha a barlovento, ya que la zona de la superficie del molde situada más alta está en la porción media de la mitad de concha de la pala cuando se mira en la dirección longitudinal y dado que la porción media de la pala está sujeta a altas cargas durante el funcionamiento del aerogenerador.

Es un objeto de la presente mención proporcionar un nuevo método mejorado de fabricación de una concha de pala de una pala de aerogenerador precurvada y en la cual los problemas anteriores sean aliviados o resueltos.

De acuerdo con la invención esto se obtiene mediante un método de acuerdo con la reivindicación 1.

5 El término capa de distribución ha de ser entendido como una capa que permite una velocidad del flujo de resina mayor que la permitida por la capa de fibra.

La superposición de capas de fibra puede estar en forma de fieltros unidireccionales, fieltros entretrejidos, fieltros no entretrejidos, etc. y una combinación de los mismos, y los fieltros de fibra pueden contener fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida, fibras de acero, fibras naturales, etc. y una combinación de las mismas.

10 La resina puede ser una resina de poliéster, una resina de viniléster, una resina epoxi o cualquier otra resina o polímero termoendurecible o puede ser una resina o polímero termoplástico.

15 El área de segmentación que proporciona una barrera del flujo que se extiende transversalmente en la capa de distribución previene un flujo de resina demasiado rápido a través de la capa de distribución en la dirección longitudinal del molde, y de forma especial, previene o restringe el flujo de resina longitudinal entre los dos segmentos de capas de distribución formados por la barrera de flujo, a través de los cuales se obtiene una relación de fibra / resina deseada en la superposición de capas de fibra por debajo de las dos capas de distribución. Además, dividiendo el primer canal de alimentación en secciones de canales de alimentación, que se correspondan, sustancialmente, con los segmentos de la capa de distribución, es posible controlar el suministro de resina a los segmentos de la capa de distribución y por tanto a la superposición de capas que está por debajo de las mismas, para obtener la relación de fibra / resina deseada en la superposición de capas de fibra.

20 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el primer canal de alimentación puede estar dividido en tres secciones de canal de alimentación y la capa de distribución está dividida en tres segmentos de capa de distribución.

25 Este modo de realización ha resultado particularmente ventajoso cuando se moldean mitades de concha de pala a barlovento, en donde la diferencia de altura entre el punto más alto y más bajo de la superficie del molde excede 1 m. Sin embargo, cabría señalar que el primer canal de alimentación puede estar dividido en más de tres secciones de canal de alimentación y la capa de distribución puede estar dividida en más de tres segmentos de capas de distribución.

De acuerdo con un modo de realización más de la invención, la barrera de flujo que se extiende transversalmente se puede proporcionar omitiendo la capa de distribución en una porción de la misma que se extienda transversalmente.

30 La porción que se extiende transversalmente, en la cual la capa de distribución se ha omitido, puede tener una anchura de 5 - 100 cm, de forma opcional de 15 - 80 cm y de forma opcional de 25 - 50 cm.

De acuerdo con un modo de realización adicional de la invención, la barrera de flujo que se extiende transversalmente se puede proporcionar aplicando una sustancia conformable, tal como la denominada cinta adhesiva, a la capa de distribución, en una porción de la misma que se extienda transversalmente.

35 En la práctica, se han obtenido excelentes resultados mediante este modo de realización.

De acuerdo con un modo de realización de la invención del primer canal de alimentación puede estar dividido en secciones adyacentes a o en el área de segmentación en la cual la capa de distribución está dividida en segmentos de la capa de distribución.

40 De acuerdo con la invención, el primer canal de alimentación puede estar dividido en secciones de canal de alimentación y la capa de distribución puede estar dividida en segmentos de capas de distribución, de manera que la diferencia de altura entre un nivel más bajo y más alto de la superficie del molde es como máximo de 1.6 m, de forma opcional 1.4 m, de forma opcional 1.2 m, de forma opcional 1.0 m y de forma opcional 0.8 m.

45 Los ensayos ha mostrado que, con el fin de obtener la relación de fibra / resina deseada, especialmente en el área de posición más alta de secciones adyacentes, es ventajoso proporcionar una segmentación del primer canal de alimentación y de la capa de distribución, de manera que la diferencia de altura encima no sea demasiado grande, esto es, por debajo de 1.2 m. Sin embargo, en ciertos casos, puede ser aplicable una diferencia de altura de más de 1.2 m.

- Adicionalmente, de acuerdo con la invención, las secciones longitudinalmente adyacentes del primer canal de alimentación pueden estar interconectadas mediante una línea de conexión provista de una válvula entre los extremos adyacentes de las secciones de canal de alimentación adyacentes, para permitir una interrupción del flujo de resina entre dichas secciones de canal de alimentación adyacentes, estando provisto el canal de alimentación, de forma preferente, de una sola entrada.
- Como resultado, se proporciona una sencilla disposición para alimentación de resina a las distintas secciones de canal de alimentación, permitiendo controlar el suministro de resina a las secciones de canal de alimentación, en las cantidades deseadas y en el punto de tiempo deseado, abriendo y cerrando la válvula.
- De acuerdo con un modo de realización adicional de la invención, en la etapa d. se puede disponer al menos un canal adicional de alimentación que se extiende longitudinalmente, por encima de la capa de distribución de fibra en cualquier lado de la misma y separado lateralmente del primer canal de alimentación que se extiende longitudinalmente, siendo dichos canales de alimentación adicionales, de forma preferente, canales de alimentación continuos, es decir, no están divididos en secciones, y preferentemente la barrera de flujo que se extiende transversalmente no está prevista en la capa de distribución por debajo de dicho canal de alimentación adicional.
- Proporcionando los canales de alimentación adicionales, se obtiene una impregnación de resina de las áreas de superposiciones de capas de fibra, separadas lateralmente del área de superposición de capas de fibra por debajo del primer canal de alimentación, más rápida y más fiable en comparación con la situación en la que no se proporcionan dichos canales de alimentación adicionales.
- De acuerdo con un modo de realización de la invención en la etapa a. se dispone de una pluralidad de capas de fibra, unas encima de las otras, en una zona del molde que se extiende longitudinalmente, formando dicha pluralidad de capas de fibra una estructura de soporte de la mitad de concha de la pala, comprendiendo dicha estructura un número de capas de fibra sustancialmente más alto que las áreas lateralmente adyacentes de la superposición de capas de fibra y en la que el al menos un primer canal de alimentación está dispuesto en dicha zona que forma la estructura de soporte.
- Como resultado, se forma una mitad de concha de la pala provista de una estructura de soporte que se extiende en una dirección longitudinal de la mitad de concha de la pala, y tal y como se ve en la dirección trasversal, se extiende en un área de la porción del molde situada más baja. Por tanto, la zona por encima se extiende en el área de la mitad de concha de la pala situada más baja. Una mitad de concha de la pala como esta se utiliza frecuentemente en la producción de palas de aerogeneradores.
- De acuerdo con un modo de realización adicional de la invención, el suministro de resina a secciones adyacentes al primer canal de alimentación puede controlarse de manera que el suministro de resina a la sección que tiene el punto situado más bajo, sea interrumpido antes de interrumpir el suministro de resina a la sección que tiene el punto situado más alto.
- De forma preferente, la resina es suministrada a las diferentes secciones de canal del primer canal de alimentación de forma simultánea con o después de que la resina sea suministrada a la sección de canal de alimentación que tenga un punto situado más alto que una sección de canal adyacente. Después de que se ha interrumpido el suministro de resina a las secciones de canales adicionales, la resina es suministrada a la superposición de capas de fibra dispuesta en el área situada más alta, a través de lo cual se obtiene la relación de fibra / resina deseada en el área situada más alta de la superposición de capas de fibra. En esta conexión, cabe señalar que la barrera de flujo que se extiende transversalmente entre los dos elementos de capas de distribución adyacentes, previene o restringe el flujo de resina entre los mismos, desde el segmento de capa de distribución situado más alto hasta el segmento de capa de distribución más bajo.
- De acuerdo con un modo de realización de la invención, el suministro de resina a las secciones de canal de alimentación que tenga el punto situado más alto del primer canal de alimentación, puede continuar después de que el suministro de resina a cualquier otra de las secciones del primer canal de alimentación haya sido interrumpido y, de forma preferente, también después de que el suministro de resina a cualquiera de los canales de alimentación haya sido interrumpido, siendo continuado el suministro de resina a la sección de canal de alimentación que tenga el punto situado más alto hasta que el suministro de resina a la cavidad del molde se haya completado.
- De acuerdo con un modo de realización de la invención, la entrada de resina al primer canal de alimentación se puede disponer en el 25 - 60 % de la longitud de la mitad de concha de la pala, desde el extremo de la región raíz, de forma opcional en el 25 - 55 % de la misma y de forma opcional en el 30 - 50 % de la misma. Tanto cuando se moldea la mitad de concha a barlovento como la mitad de concha a sotavento, se ha comprobado que es ventajoso proporcionar la entrada al primer canal de alimentación en el área por encima de la mitad de concha de la pala, esto es, el molde. Sin embargo, una disposición de la entrada de resina al primer canal de alimentación en el área por

encima de la mitad de concha de la pala ha demostrado ser particularmente ventajoso cuando se moldea la mitad de concha de la pala a barlovento.

De acuerdo con un modo de realización adicional de la invención, la entrada de resina al primer canal de alimentación se puede disponer en o adyacente al punto más alto del mismo.

- 5 Este modo de realización se ha demostrado que es particularmente ventajoso cuando se moldea la mitad de concha de la pala a barlovento.

Además, se ha demostrado que es ventajoso proporcionar una entrada de resina a cualquiera de los canales de alimentación adicionales separados lateralmente del primer canal de alimentación en o adyacente al punto más alto de los mismos.

- 10 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el primer canal de alimentación puede estar dispuesto en un área de la porción más inferior de la superposición de capas de fibras, vista en la dirección trasversal del molde.

La invención se explica en detalle más abajo con referencia a un modo de realización mostrado en los dibujos, en los que.

- 15 La figura 1 es una vista esquemática de un aerogenerador provisto con tres palas precurvadas, teniendo al menos una de estas palas una mitad de concha de pala producida de acuerdo con el método de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una vista lateral esquemática de una de las palas mostrada en la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección longitudinal esquemática de una parte de molde rígida para formar el lado de presión, es decir, el lado de barlovento de la mitad de concha de la pala.

- 20 La figura 4 es una vista en planta esquemática de la parte de molde mostrada en la figura 3, habiendo sido aumentada la anchura de dicha parte de molde, por propósitos ilustrativos.

La figura 5 es una vista en planta esquemática del área rodeada por el círculo A en la figura 4.

La figura 6 es una vista en planta esquemática del área rodeada por el círculo B en la figura 4.

La figura 7 es una vista en sección transversal esquemática a lo largo de las líneas VII en la figura 4.

- 25 El aerogenerador a barlovento, mostrado esquemáticamente en la figura 1, comprende una torre 1, una góndola 2 dispuesta, con posibilidad de giro, encima de la torre 1, un árbol principal 3 que se extiende, esencialmente horizontal, desde la góndola 2 y que esta provisto de un buje 4 desde el cual se extienden radialmente las tres palas 5. Cada pala comprende una región raíz 6, una región aerodinámica 7, con una región de punta 8, una región de transición 9 entre la región raíz 6 y la región aerodinámica 7 y una línea central P que está definida por la línea central de la región raíz que tiene forma normalmente cilíndrica. Éste eje a menudo corresponde a un eje de cabeceo de la pala. La región de punta 8 de la región aerodinámica 7 finaliza en una punta 10. Las diferentes regiones de las palas se muestran también en la figura 2.
- 30

- La pala 5 es una pala precurvada que se extiende hacia adelante en contra del viento de una forma curvada hacia adelante, de manera que se sitúa la punta 10 a una distancia a, enfrente de la línea central P, vista en la dirección del viento W. La pala 5 comprende dos mitades de concha de la pala 11, 12 que se conectan a lo largo de una línea de ataque y de una línea de fuga de la pala. La mitad de concha de la pala 11 forma el lado de presión, también denominado el lado de barlovento, de la pala, ya que se enfrenta al viento durante el funcionamiento del aerogenerador. La mitad de concha de la pala 12 forma el lado de succión, también denominado el lado de sotavento, de la pala, ya que se enfrenta lejos del viento durante el funcionamiento del aerogenerador.
- 35

- 40 Con referencia a las figuras 3 a 7, un modo de realización del método de acuerdo con la invención se describirá con referencia a la producción de la mitad de concha de la pala 11 que forma el lado de barlovento de la pala 5.

- Para la fabricación de la mitad de concha de la pala 11, se proporciona una parte de molde rígida 13, teniendo dicha parte de molde 13 una superficie de molde 14 que forma la superficie externa de la mitad de concha, es decir, el lado de presión de la pala. La parte de molde 13 esta provista de un anillo superior 15, como se puede ver de forma clara en la figura 7. Como aparece de forma más clara de la figura 3, el molde para el moldeo de la mitad de concha de barlovento 11 está dispuesto de manera que la línea de la parte de molde que se corresponde con la línea central P de la región raíz de la pala está dispuesta para inclinarse ligeramente hacia arriba con respecto a la horizontal,
- 45

desde la región raíz hacia la región de punta. En el presente modo de realización, la porción más baja de la superficie del molde, en la región raíz y en la región de punta, está dispuesta al mismo nivel, tal y como se muestra en la figura 3. Como resultado, se minimiza la diferencia de altura entre el punto más alto y el punto más bajo de la porción más baja de la superficie del molde, cuando se mira en la dirección longitudinal.

5 Una superposición de capas 16 que comprende varias capas de fibra se sitúa sobre la superficie de molde 14. En el modo de realización mostrado la superposición de capas de fibra 16 comprende primeras capas de fibra 17 dispuestas directamente sobre la superficie del molde. Sobre las primeras capas de fibra se disponen un gran número de capas de fibra en una zona del molde que se extiende longitudinalmente, de manera que se proporciona una estructura de soporte 18 de la mitad de concha de la pala.

10 Como se observa en la dirección transversal del molde, la zona que forma la estructura de soporte 18 está prevista en el área más baja de la superficie del molde. En la dirección longitudinal, la zona comprende un gran número de capas de fibra que se extienden esencialmente desde la región raíz a la región de punta, como se muestra, mediante líneas discontinuas, en la figura 4. Adicionalmente, se dispone una pluralidad de capas de fibra sobre las primeras capas de fibra inferiores 17 en una región que se corresponde a la región del borde de ataque y del borde de fuga, respectivamente, de la mitad de concha de la pala, para proporcionar un refuerzo de fibra del borde de ataque 19 y un refuerzo de fibra del borde de fuga 20. Un primer núcleo 21 se dispone entre la estructura de soporte 18 y el refuerzo de fibra del borde de ataque 19 y un segundo núcleo 22 se dispone entre la estructura soporte 18 y el refuerzo de fibra del borde de fuga 20. El núcleo puede ser una espuma de polímero duro o madera de balsa. La superposición de capas de fibra 16 es completada disponiendo segundas capas de fibra 23 encima de la estructura de soporte 18, el refuerzo de fibra del borde de ataque 19, el refuerzo de fibra del borde de fuga 20, el primer núcleo 21 y el segundo núcleo 22.

25 Próxima se dispone una capa de distribución 24 sobre las segundas capas de fibra 23. La capa de distribución está dividida en tres segmentos de capas de distribución 24A, 24B y 24C proporcionando dos barreras de flujo 25, 26 en la capa de distribución 24, en áreas de la misma por encima de la estructura de soporte 18. Las barreras de flujo 25, 26 tienen una extensión transversal de manera que están previstas sólo en el área de la capa de distribución por encima de la estructura de soporte 18 y no en el área adyacente de la superposición de capas 16. En el presente modo de realización, las barreras de flujo 25, 26 están formadas por una sustancia conformable, tal como la denominada cinta adhesiva, y restringen el flujo de resina longitudinal entre los segmentos de la capa de distribución.

30 Tal y como se muestra especialmente en la figura 3, las barreras de flujo 25, 26 están dispuestas en donde la diferencia de altura entre los puntos más bajos y más alto de la superficie del molde 14 está dentro de un rango predeterminado, tal como por debajo de 1 m. Un primer canal de alimentación que se extiende longitudinalmente 27 se dispone encima de la distribución 24. El canal alimentación 27 esta formado como un tubo con un perfil omega que está abierto hacia la capa de distribución 24, como se muestra en la figura 7.

35 El primer canal de alimentación 27 se extiende desde la región raíz a la región de punta, como se muestra en la figura 4. Está dividido en tres secciones de canal de alimentación 28, 29, 30 las cuales están dispuestas en respectivos segmentos de la capa de distribución. Las secciones longitudinalmente adyacentes del primer canal de alimentación 27 están interconectadas por medio de una línea de conexión 31, 32 para proporcionar comunicación de resina entre las secciones de canal de alimentación adyacentes. Una válvula 33, 34 está dispuesta en cada línea de conexión 31, 32 para permitir una interrupción del flujo de resina entre las secciones de canal de alimentación adyacentes. Las líneas de conexión 31, 32 provistas con la válvula 33, 34 respectivamente, aparecen de forma más clara en las figuras 4 a 6.

45 Finalmente, cabría señalar que la entrada de resina 35 al primer canal de alimentación está prevista en la sesión del canal de alimentación y de forma preferente en o dentro del área más alta del mismo, la cual es también el área más alta de la superficie del molde, vista en la dirección longitudinal del mismo.

50 Además, se disponen canales adicionales de alimentación que se extienden sustancialmente, de forma longitudinal, por encima de la capa de distribución de fibra 24 en ambos lados y separados lateralmente del primer canal de alimentación 27 que se extiende longitudinalmente. Como se observa la figura 4, los canales de alimentación adicionales son canales de alimentación continuos, es decir, no están divididos en secciones, y las barreras de flujo 25, 26 que se extienden transversalmente no están dispuestas en la capa de distribución por debajo de los canales de alimentación adicionales. Además, los canales de alimentación adicionales 36-42 están situados lateralmente por fuera de la estructura de soporte 18. Las entradas de resina 46-52 a los canales de alimentación adicionales están dispuestas alineadas con la entrada de resina 35 al primer canal de alimentación, visto en la dirección transversal del molde.

55 Una bolsa de vacío 43 se dispone encima de la capa de distribución 24 y de los canales de alimentación y está sellada al anillo 15 de la parte del molde para formar una cavidad de molde 44 entre la bolsa de vacío 43 y la

superficie del molde 14 de la parte del molde 13. La cavidad del molde es entonces evacuada y la resina suministrada a la cavidad de molde.

5 La resina es suministrada a la cavidad del molde a través de la entrada 35 hacia la sección media 29 del primer canal de alimentación 27 y a través de las entradas 46-52 a los canales de alimentación adicionales 36-42. Primero, la resina es suministrada al primer canal de alimentación 27, siendo abiertas las válvulas 33, 34 en las líneas de conexión 31, 32, de manera que las tres secciones 28, 28, 30 del primer canal de alimentación 27 estén alimentadas con resina.

10 Cuando el flujo de resina enfrentado hacia el borde de ataque ha sobrepasado el canal de alimentación 38, la resina es suministrada al canal de alimentación 38 través de la entrada 48. Consecuentemente, la resina es suministrada al canal alimentación 39 a través de la entrada 49 cuando el flujo de resina enfrentado hacia el borde de fuga ha sobrepasado el canal de alimentación 39.

15 Entonces, la válvula 33, 34 es cerrada para interrumpir el suministro de resina a las secciones 28, 30 del primer canal de alimentación 27. La resina suministrada a la sección situada más alta 29 del primer canal de alimentación 27 es continuada. La resina es entonces suministrada secuencialmente al canal de alimentación 40, al canal de alimentación 37, al canal de alimentación 41, al canal de alimentación 36, y al canal de alimentación 42, a través de respectivas entradas 50, 47, 51, 46, 52. Durante el suministro de resina secuencial a los canales de alimentación superiores, el suministro de resina a los canales 39, 38, 40, 37, 41, 36, 42 se interrumpe en puntos predeterminados del tiempo para obtener la impregnación deseada de resina de la superposición de capas. Después de que se ha interrumpido el suministro de resina a todos los canales de alimentación adicionales, el suministro de resina a la entrada 35 del primer canal de alimentación 27, continúa hasta que se ha obtenido la relación deseada de fibra / resina en la superposición de capas, especialmente en la zona de la superposición de capas que forma la estructura de soporte 18.

25 La provisión de las barreras de flujo 26, 25 restringe o previene el flujo de resina a través de la capa de distribución desde el segmento de la capa de distribución 24B a los segmentos de la capa de distribución 24A y 24C que están situados a un nivel más bajo que el segmento de la capa de distribución 24B, durante el suministro continuo de resina a la sección del canal 27 que está situada por encima del segmento de la capa de distribución 24B. Como resultado, se previene un excedente de resina en la superposición de capas por debajo de los elementos de la capa de distribución 24A y 24B.

30 Un excedente de resina en dichos elementos de la capa de distribución 24A y 24B se previene además desconectando el suministro de resina a las secciones del canal de alimentación 27, 29 situadas por encima de los segmentos de la capa de distribución 24A y 24B.

Cuando el suministro de resina se ha completado, se permite la curación de la resina y la mitad de concha de la pala acabada que conforma el lado de barlovento de la pala es conectada con la mitad de concha de la pala acabada que forma el lado de sotavento de la pala, formando por tanto una pala de aerogenerador.

35 Lista de referencias numéricas

1 torre

2 góndola

3 árbol principal

4 buje

40 5 palas

6 región raíz

7 región aerodinámica

8 región de punta

9 región de transición

45 10 punta

- 11, 12 mitades de concha de la pala
- 13 parte de molde
- 14 superficie de molde
- 15 anillo superior
- 5 16 superposición de capas de fibra
- 17 primeras capas de fibra
- 18 estructura de soporte
- 19 refuerzo de fibra del borde de ataque
- 20 refuerzo de fibra del borde de fuga
- 10 21 primer núcleo
- 22 segundo núcleo
- 23 segundas capas de fibra
- 24 capa de distribución
- 24A segmento de capa de distribución
- 15 24B segmento de capa de distribución
- 24C segmento de capa de distribución
- 25, 26 barreras de flujo
- 27 primer canal de alimentación
- 28, 30 sección del canal de alimentación
- 20 31, 32 línea de conexión
- 33, 34 válvula
- 35 entrada de resina
- 36- 42 canal de alimentación adicional
- 43 bolsa de vacío
- 25 44 cavidad de molde
- 45 borde de ataque
- 46- 52 entrada de resina
- 53 borde de fuga
- a distancia
- 30 P línea central
- W dirección del viento.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de una mitad de concha de pala de una pala de aerogenerador precurvada que comprende dos mitades de concha de la pala (11, 12) que están interconectadas a lo largo de un borde de ataque (45) y de un borde de fuga (53), dicha pala teniendo una región raíz (6), una región aerodinámica (7) con una región de punta (8),
5 opcionalmente una región de transición (9) entre la región raíz y la región aerodinámica, y una línea central (P) que está definida por la línea central de la región de raíz que tiene forma normalmente cilíndrica, estando la mitad de concha de la pala (11, 12) hecha de un material compuesto de fibra por medio de un moldeo por transferencia de resina con ayuda del vacío (VARTM), en donde el material de fibras es impregnado con una resina líquida en una
10 cavidad de molde (44) de un molde que incluye una parte de molde rígida (13) con un anillo (15) y una superficie de molde (14) que forma una superficie externa de la mitad de concha de la pala, comprendiendo dicho método las siguientes etapas
- a. situar una superposición de capas de fibra que incluye varias capas de fibra (17) sobre la superficie de molde (14);
 - b. situar una capa de distribución (24) por encima de la superposición de capas de fibra (16);
 - 15 c. Proporcionar al Monod un área de segmentación en la capa de distribución (24) dividiendo la capa de distribución en al menos dos segmentos de capa de distribución (24A, 24B, 24C), vistos en una dirección longitudinal de la parte de molde rígida (13), proporcionando al menos una barrera de flujo que se extiende transversalmente (25, 26) en la capa de distribución, la cual previene o restringe el flujo de resina longitudinal a través de la capa de distribución;
 - 20 d. situar al menos un canal de alimentación que se extiende longitudinalmente (27) por encima de la capa de distribución (24), estando dicho primer canal de alimentación abierto hacia la capa de distribución, para proporcionar comunicación de resina con la misma, extendiéndose dicho primer canal de alimentación preferiblemente, sustancialmente desde la región raíz (6) a la región de punta (8) y estando dividido en al menos dos secciones de canal de alimentación separadas, estando dispuesta una sección de canal de alimentación en cada segmento de capa de distribución (24A, 24B, 24C);
 - 25 e. disponer una bolsa de vacío (43) encima de la parte de molde rígida (13) y sellar la bolsa de vacío a la parte de molde para definir una cavidad de molde;
 - f. evacuar la cavidad de molde;
 - 30 g. suministrar resina líquida a cada sección de canal de alimentación (28, 29, 30) a través de una entrada de resina (35) para alimentar la resina a cada uno de los al menos dos segmentos (24A, 24B, 24C) de la capa de distribución para rellenar la cavidad de molde (44) y para impregnar la superposición de capas de fibra (16);
 - h. permitir la curación de la resina para formar la mitad de concha de la pala.
2. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer canal de alimentación (27) esta dividido en tres secciones de canal de alimentación (28, 29, 30) y la capa de distribución (24) está dividida en tres segmentos de capa de distribución (24A, 24B, 24C) vistos en la dirección longitudinal de la parte de molde rígida (13).
3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde en la etapa c, la barrera de flujo que se extiende transversalmente (25, 26) está prevista omitiendo la capa de distribución (24) en una porción de la misma que se extiende transversalmente.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la porción que se extiende transversalmente, en la cual esta omitida la capa de distribución (24), tiene una anchura de 5 - 100 cm, de forma opcional de 15 - 80 cm y de forma opcional de 25 - 50 cm.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 y 2, en donde en la etapa c la barrera de flujo que se extiende transversalmente (25, 26) está prevista aplicando una sustancia conformable, tal como una denominada cinta adhesiva, a la capa de distribución (24) en una porción de la misma que se extiende transversalmente.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer canal de alimentación (27) está dividido en secciones adyacentes a o en el área de segmentación en la que la capa de distribución (24) está dividida en segmentos de capa de distribución (24A, 24B, 24C).

- 5 7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer canal de alimentación (27) está dividido en secciones de canal de alimentación (28, 29, 30) y la capa de distribución (24) está dividida en segmentos de capa de distribución (24A, 24B, 24C), de manera que la diferencia de altura entre un nivel más bajo y un nivel más alto de la superficie del molde (14) es como máximo de 1.6 m, de forma opcional 1.4 m, de forma opcional 1.2 m, de forma opcional 1.0 m y de forma opcional 0.8 m.
- 10 8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las secciones adyacentes longitudinalmente del primer canal de alimentación (27) están interconectadas mediante una línea de conexión (31, 32) provista de una válvula (33, 34) entre extremos adyacentes de las secciones de canal de alimentación adyacentes (28, 29, 30), para permitir una interrupción del flujo de resina entre dichas secciones de canal de alimentación adyacentes (28, 29, 30), estando provisto el canal de alimentación (27), de forma preferente, con una sola entrada (35).
- 15 9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde en la etapa d. se dispone al menos un canal adicional de alimentación que se extiende longitudinalmente (36-42) por encima de la capa de distribución de fibra (24) sobre ambos lados y separado lateralmente del primer canal de alimentación que se extiende longitudinalmente (27), siendo dichos canales de alimentación adicionales (36-42), de forma preferente, canales de alimentación continuos, es decir, no están divididos en secciones, y de forma preferente, la barrera de flujo que se extiende transversalmente (25, 26) no está prevista en la capa de distribución (24) por debajo de dicho canal de alimentación adicional.
- 20 10. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde en la etapa a. se disponen una pluralidad de capas de fibra, unas encima de otras, en una zona del molde que se extiende longitudinalmente, conformando dicha pluralidad de capas de fibra una estructura de soporte (18) de la mitad de concha de la pala (11, 12), comprendiendo dicha estructura un número de capas de fibra sustancialmente mayor que las áreas laterales adyacentes de la superposición de capas de fibra (16) y en donde el al menos un primer canal de alimentación (27) está dispuesto en dicha zona formando la estructura de soporte (18).
- 25 11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el suministro de resina a las secciones adyacentes del primer canal de alimentación (27) está controlado de manera que el suministro de resina a la sección que tiene el punto más bajo es interrumpido antes de interrumpir el suministro de resina a la sección que tiene el punto más alto.
- 30 12. Método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el suministro de resina a las secciones del canal de alimentación que tienen el punto más alto del primer canal de alimentación (27) es continuado después de que el suministro de resina a cualquier otra de las secciones del primer canal de alimentación haya sido interrumpida y, de forma preferente, también después de que el suministro de resina a cualquiera de los canales de alimentación adicionales (36-42) haya sido interrumpido, siendo continuado el suministro de resina a la sección del canal de alimentación que tiene el punto más alto, hasta que el suministro de resina a la cavidad del molde sea completado.
- 35 13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la entrada de resina (35) al primer canal de alimentación está dispuesta en el 25 - 60 % de la longitud de la mitad de concha de la pala (11, 12) desde el extremo de la región raíz (6), de forma opcional en el 25 - 55 % de la misma y de forma opcional en el 30 - 50 % de la misma.
- 40 14. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la entrada de resina (35) al primer canal de alimentación (27) está dispuesta en o adyacente al punto más alto del mismo.
15. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer canal de alimentación (27) está dispuesto en un área de la porción más baja de la superposición de capas de fibras, visto en la dirección transversal del molde.

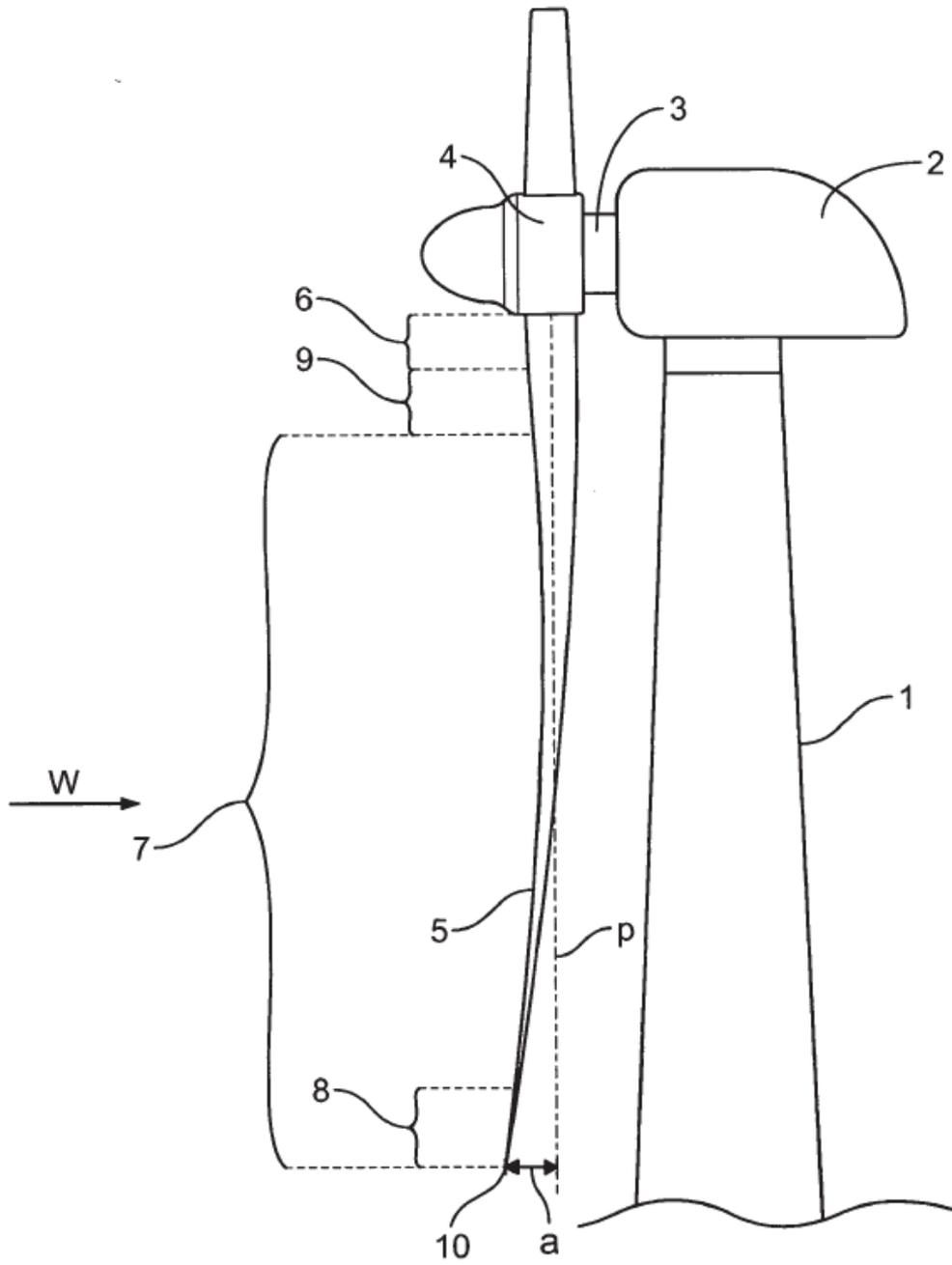


FIG. 1

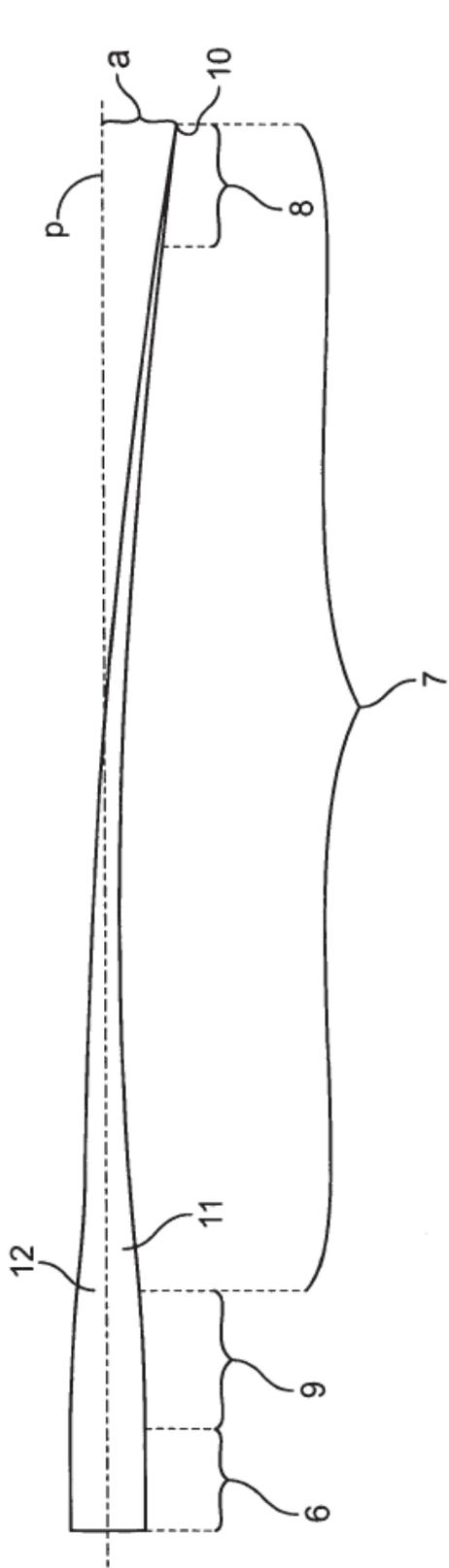


FIG. 2

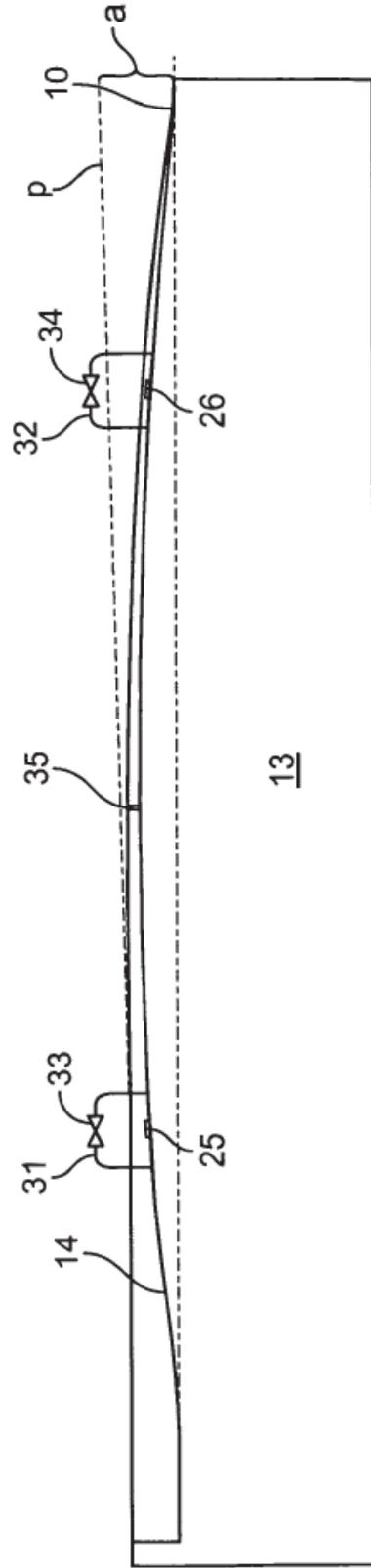


FIG. 3

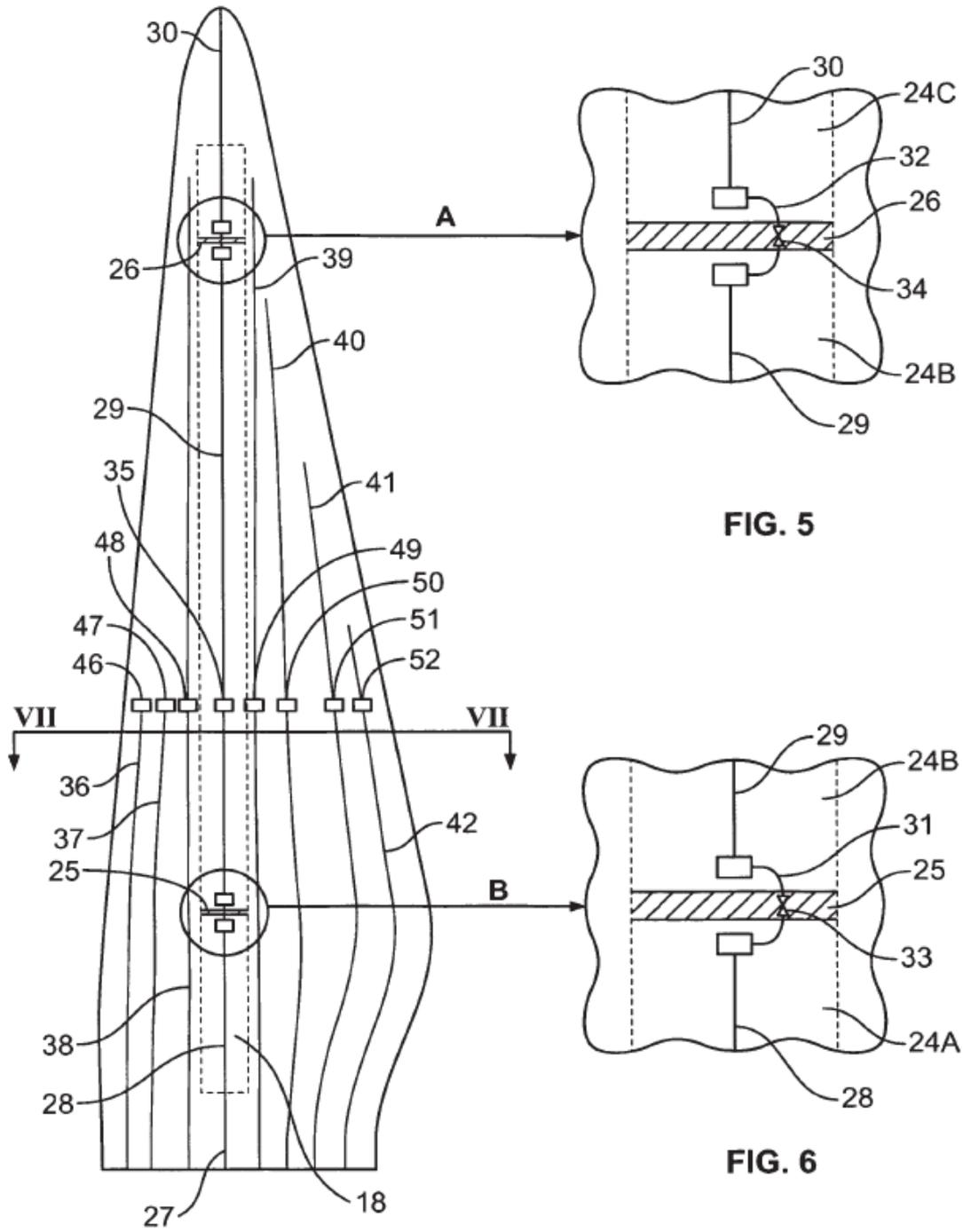


FIG. 4

FIG. 5

FIG. 6

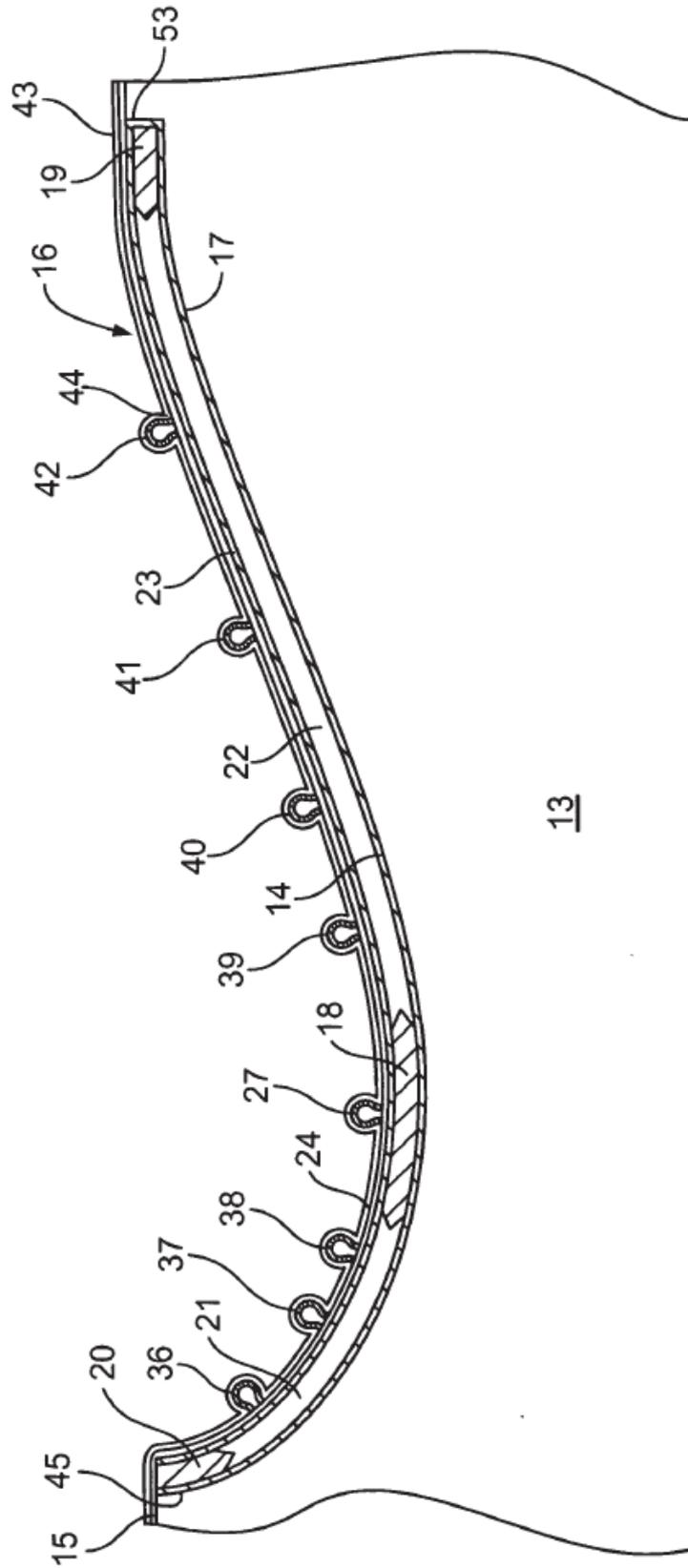


FIG. 7