

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 612**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.08.2012 PCT/EP2012/003296**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.02.2013 WO13023745**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2012 E 12748165 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018 EP 2742234**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de un aerogenerador, paquete de almas, pala de rotor y aerogenerador**

30 Prioridad:

12.08.2011 DE 102011080869

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

20.04.2018

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

ZELLER, LENZ, SIMON

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 664 612 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

Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de un aerogenerador, paquete de almas, pala de rotor y aerogenerador

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de un aerogenerador, en el que la pala de rotor se fabrica de medias conchas para un lado de succión y un lado de presión, que en el interior de la pala de rotor se unen entre sí con ayuda de al menos dos almas que se extienden en dirección longitudinal de la pala de rotor, para lo que las almas se posicionan, en primer lugar, en una primera media concha y se pegan a esta primera media concha, para cerrar la pala de rotor después mediante la colocación de una segunda media concha sobre la primera media concha con las almas o de la primera media concha con las almas sobre la segunda media concha, pegándose a continuación las medias conchas entre sí y las almas a la segunda media concha. La invención se refiere además a un paquete de almas, a una pala de rotor de un aerogenerador así como a un aerogenerador.

15 Las palas de rotor para aerogeneradores se fabrican tradicionalmente a modo de construcción monocasco, fabricándose en diferentes moldes o moldes parciales piezas en forma de que después del endurecimiento se ensamblan en sus moldes parciales y se unen entre sí. Las conchas de las palas de rotor se fabrican normalmente de plásticos reforzados con fibra de vidrio, por ejemplo de resinas de poliéster o resinas epoxi reforzadas con fibra de vidrio, que se insertan en moldes correspondientes y se endurecen. En el así llamado procedimiento de infusión de resina se introducen en el molde tejidos de fibras de vidrio secas o fibras de carbono, y la resina viscosa se embebe bajo presión negativa de manera que rellene los espacios intermedios entre las fibras del tejido de fibra. A continuación la resina se endurece, con lo que se forma la concha de la pala de rotor.

20 Las medias conchas, que a su vez también se pueden segmentar, se superponen después de su respectiva fabricación y se pegan unas a otras para fabricar la pala de rotor. Las medias conchas se unen en el interior de la pala de rotor por medio de dos o más almas, que se desarrollan en dirección longitudinal de la pala de rotor y que absorben las fuerzas de tracción entre las medias conchas durante el funcionamiento, estabilizando así la forma aerodinámica de la pala de rotor durante el funcionamiento.

25 Un procedimiento habitual para la introducción en la pala de rotor consiste en llevar las almas, en primer lugar, a la posición deseada en una media concha, en posicionarlas allí y en pegarlas en la media concha. Esta operación se realiza, por ejemplo, por medio de un dispositivo de posicionamiento. Éste agarra las distintas almas y las coloca en la posición deseada en la media concha inferior. En los puntos en los que las almas se van a fijar con sus bases en la media concha, la media concha ya está provista de un pegamento, y las almas se introducen o hunden a presión en el pegamento por medio del dispositivo de posicionamiento de almas. Esto significa también que el exceso de pegamento sale por los lados de las bases de alma y, en su caso, se tiene que limpiar. Una posibilidad alternativa de la adhesión de las bases de alma a la media concha se describe en el documento DE 10 2010 042 327.0 de la solicitante, en el que en un procedimiento de inyección de adhesivo se posiciona, en primer lugar, un alma por medio de un dispositivo de posicionamiento de almas en el punto deseado y de forma suspendida por encima de la media concha, inyectando el adhesivo en la media concha. Este método permite un ahorro especial de adhesivo.

30 En el posterior proceso de fabricación de la pala de rotor se retira el dispositivo de posicionamiento de almas después del endurecimiento del adhesivo entre las bases de alma y la media concha inferior, de modo que las almas se encuentren ahora libremente en la media concha. A continuación se baja la segunda media concha sobre la media concha con las almas situadas verticalmente en la misma, pegándola en la misma así como en las bases de alma superiores. Alternativamente también es posible sacar la media concha con las almas pegadas de su molde, girarla y colocarla sobre la otra media concha. El adhesivo se puede aplicar a las superficies libres de las bases de alma o en los puntos de la media concha aún vacía en los que se vayan a pegar las bases de alma.

35 La operación de pegar las medias conchas entre sí se define también como el "cierre" de la pala de rotor. En este proceso de cierre las almas principales se encuentran o cuelgan libres en la concha y, por lo tanto, pueden desplazarse individualmente en dirección del perfil por el lado a pegar, ya sea inclinándose antes del cierre de la pala de rotor o resbalándose bajo presión al entrar en contacto con la película de pegamento viscoso entre la media concha y la base de alma en el perfil inclinado de la pala de rotor. En algunos casos se rebasan así las tolerancias preestablecidas.

40 El documento WO 2010/100066 A2 se refiere a un aerogenerador con un rotor, que presenta al menos una pala de rotor fabricada por medio de la técnica de conformación. Se prevé una estructura de refuerzo en forma de caja de largueros perimetral reforzada con traviesas, que se inserta en una concha inferior antes de cerrar la pala de rotor con la concha superior. La estructura de refuerzo da lugar a un refuerzo intenso del perfil hueco de la pala de rotor y puede servir para la fijación en el cubo del rotor.

45 En el documento DE 10 2008 022 548 A1 se describe una pala de rotor para un aerogenerador con dos medias conchas unidas entre sí a lo largo de su contorno y con al menos un dispositivo de almas dispuesto entre las mitades de concha y unido a éstas, presentando el dispositivo de almas dos elementos de alma que presentan respectivamente dos brazos de alma y respectivamente una unión transversal entre los dos brazos de alma. Los extremos de los brazos de alma de cada elemento de alma se unen exactamente a una mitad de concha y las uniones transversales de los elementos de alma se unen entre sí.

El documento WO 2009/155920 A1 se refiere a una pala de rotor reforzada de un aerogenerador con una tercera alma montada en dirección del extremo posterior de la pala.

El objetivo de la presente invención es el de proporcionar aerogeneradores y palas de rotor para aerogeneradores, así como un procedimiento para su fabricación y elementos auxiliares, en los que las almas se posicionen y peguen de manera muy segura dentro de las tolerancias preestablecidas entre las medias conchas de la pala de rotor.

La tarea se resuelve por medio de un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de un aerogenerador, fabricándose la pala de rotor de medias conchas para un lado de succión y un lado de presión, que se unen entre sí por medio de al menos dos almas que se desarrollan en dirección longitudinal de la pala de rotor, para lo que las almas se posicionan, en primer lugar, en una primera media concha y se pegan a esta primera media concha, para cerrar la pala de rotor después mediante la colocación de una segunda media concha sobre la primera media concha con las almas o de la primera media concha con las almas sobre la segunda media concha, pegándose a continuación las medias conchas entre sí y las almas a la segunda media concha, que se ha perfeccionado por que las almas se juntan por medio de una pluralidad de dispositivos de unión transversal formando un paquete de almas a prueba de ladeo antes de posicionar las almas en la primera media concha, retirándose de nuevo algunos de los dispositivos de unión transversal o todos después del cierre de la pala de rotor.

La invención se basa en la idea principal de que, mediante la creación de un paquete de almas con dispositivos de unión transversal las almas se protegen contra el ladeo apoyándose unas contra otras de manera que no se puedan inclinar. Por esta razón, las almas permanecen en su posición teórica dentro de las tolerancias preestablecidas incluso cuando un dispositivo de posicionamiento de almas, con el que previamente se han introducido en la primera media concha, se vuelve a retirar. En especial, las almas pueden resistir en el paquete de almas, en su forma transversalmente unida, sin ladearse las cargas mecánicas que se producen al colocar una de las medias conchas sobre la otra media concha. Gracias a la unión transversal en el paquete de almas ya no se produce ningún ladeo de las almas durante este proceso. De este modo se cumplen las tolerancias preestablecidas en el posicionamiento de las almas durante la fabricación de la pala de rotor.

El ensamblaje de las almas en un paquete de almas se lleva a cabo antes de posicionar las almas en la primera media concha.

En el marco de la presente invención se prevé que la media concha del lado de presión sea la primera media concha o que la media concha del lado de succión sea la primera media concha, en la que las almas se inserten en primer lugar. Ambas opciones ofrecen ventajas técnicas de procesamiento. Un posicionamiento en la media concha, que tras el cierre sea la inferior, resulta especialmente apropiada para la técnica de inyección de adhesivo, que permite ahorrar adhesivo, dado que es posible acceder mejor a las bases de alma y limpiar además de manera más fácil una parte del adhesivo que se sale y gotea en el proceso de cierre de la pala de rotor con ayuda de una hoja. Puesto que la media concha permanece en su molde, se garantiza además una buena reproducibilidad del espacio de unión.

El caso inverso de la inserción de las almas en la media concha que se gira para cerrar la pala de rotor tiene la ventaja de que no se producen estalactitas de pegamento durante la unión de la hoja que después puedan romperse. Por otra parte, esta media concha se termina antes que la media concha inferior, por lo que el tiempo de espera se puede aprovechar para la inserción de las almas. Así se consigue una ventaja de tiempo de una o varias horas. Dado que las bases de alma se pegan respectivamente en la posición inferior, se facilita el laminado en la zona de brida, puesto que no se tiene que trabajar con las manos por encima de la cabeza.

Dado que los dispositivos de unión transversal suponen un peso adicional, se prevé según la invención que algunos o todos los dispositivos de unión transversal se vuelvan a retirar después del cierre de la pala de rotor. Esto se refiere especialmente a las zonas cercanas a la raíz de la pala, a las que el personal humano tiene acceso. En la zona del lado de la punta de la pala de rotor la altura y el peso del alma son, por regla general, relativamente reducidos, por lo que sólo se tiene que colocar un número reducido de dispositivos de unión transversal en esta zona, que normalmente permanecen en la pala de rotor debido al poco espacio disponible en la zona de la punta de la pala. En una variante ventajosamente perfeccionada se prevé que en esta zona las uniones entre los elementos de unión transversal y las almas se resuelvan por acciones a distancia, ya sea por radio o cables Bowden, etc., y que los elementos de unión transversal se puedan retirar a continuación de la pala de rotor, por ejemplo con ayuda de correas de tracción.

En una forma de realización ventajosa las almas se posicionan conjuntamente, como paquete de almas unidas entre sí, por medio de un dispositivo de posicionamiento de almas, en la primera media concha, fabricándose el paquete de almas especialmente fuera de la pala de rotor. Así se consigue la otra ventaja de que el dispositivo de posicionamiento de almas se puede configurar de manera en comparación sencilla, dado que sólo tiene que recoger, transportar y posicionar el paquete de almas en lugar de las distintas almas. Los dispositivos de unión transversal sirven preferiblemente de puntos de ataque para el dispositivo de posicionamiento. El posicionamiento relativo correcto de unas almas frente a otras ya se produce en el paquete de almas.

Las medias conchas de la pala de rotor comprenden correas de pala dispuestas en dirección longitudinal de la pala de rotor, que se unen a las medias conchas y que absorben las fuerzas que actúan sobre la pala de rotor durante el funcionamiento del aerogenerador y las desvían en dirección a la raíz de la pala y al cubo del rotor. Por consiguiente, la adhesión de las almas a las medias conchas se produce preferiblemente con las correas de pala

dispuestas en dirección longitudinal de las medias conchas. Éste posicionamiento representa un posicionamiento especialmente apropiado y a prueba de rotura en las medias conchas.

5 El pegamento del paquete de almas puede endurecerse, pero no tiene que hacerlo forzosamente por completo antes de pegar la pala de rotor. En el marco de la invención se prevé, por lo tanto, también un pegado de húmedo en húmedo o un pegado de pala flotante, utilizándose en un caso como éste preferiblemente también elementos de apoyo para asegurar las almas adicionalmente frente a un ladeo.

10 La tarea, en la que se basa la invención, se resuelve también por medio de un paquete de almas para una pala de rotor de un aerogenerador, que comprende al menos dos almas desarrolladas en dirección longitudinal de la pala de rotor, y una pluralidad de dispositivos de unión transversal, con los que las almas se unen o se pueden unir a prueba de ladeo entre sí, configurándose al menos una parte de los dispositivos de unión transversal y las almas de manera que se pueden unir de forma separable, y presentando al menos una parte de los dispositivos de unión transversal elementos de sujeción para un dispositivo de posicionamiento de almas. Este paquete de almas se puede fabricar especialmente mediante un procedimiento según la invención antes descrito. La fabricación se produce fuera de la pala de rotor o dentro de una primera media concha de la pala de rotor. El paquete de almas tiene la ventaja de que, durante el posicionamiento de las almas en la primera media concha así como durante el cierre de la pala de rotor, queda fijo, con lo que se evita un ladeo y, por lo tanto, la posibilidad de rebasar las tolerancias.

15 Con preferencia, las uniones se realizan o se pueden realizar con ayuda de ventosas, tornillos, pernos y/o ganchos y ojetes, especialmente con ayuda de dispositivos de unión laminados, agujeros ciegos y/o orificios continuos en y/o dentro de las almas. Estos elementos de unión constituyen elementos de unión separables, representando sobre todo la unión por medio de ventosas una posibilidad de unión especialmente sencilla que, por otra parte, mantiene la integridad estructural de las almas completamente intacta.

20 Para el caso de que el paquete de almas se fabrique fuera de la pala de rotor y se inserte como paquete de almas en la primera media concha, las ventosas son lo suficientemente fuertes para permitir que un dispositivo de posicionamiento, por ejemplo en forma de grúa, recoja y levante el paquete de almas por los dispositivos de unión transversal. El peso de las distintas almas en las palas de rotor modernas con longitudes de 50 m o más asciende a varios cientos de kilogramos, especialmente hasta 750 kg. Con un número suficiente de elementos de unión transversal y, por lo tanto, con un número suficiente de ventosas, el peso del alma a soportar correspondiente a cada ventosa se mantiene dentro de los parámetros de diseño de las ventosas modernas. Por consiguiente, con una unión de este tipo los paquetes de almas se pueden levantar y posicionar con seguridad en una media concha.

25 Una unión mediante tornillos o pernos en agujeros ciegos o en orificios continuos a través de las almas también constituye una forma segura de una unión separable. Los pernos se convierten normalmente en puntales y se fijan a ambos lados del alma mediante tuercas y, en su caso, arandelas en una o varias secciones provistas de roscas exteriores del perno.

30 Alternativa o adicionalmente se puede prever con preferencia que al menos una parte de los dispositivos de unión transversal se una de forma fija a las almas, especialmente por medio de adhesión y/o laminado. Esta unión se produce especialmente en la zona del lado de la punta de la pala de rotor, en la que resulta complicado separar las uniones. En esta zona, los dispositivos de unión transversal, así como los elementos para la unión de los dispositivos de unión transversal a las almas, se fabrican sobre todo de materiales ligeros, por ejemplo de plástico. Dado que en la zona del lado de la punta de la pala las almas son relativamente bajas y tienen, por lo tanto, poco peso, éstos materiales también se consideran apropiados como dispositivos de unión transversal en esta zona.

35 Los dispositivos de unión transversal se configuran preferiblemente como puntales metálicos, puntales de plástico, distanciadores de metal o plástico y/o como cuerpos planos rectangulares o tallados, especialmente como placas sándwich con materiales compuestos de fibras y material de núcleo. Las placas sándwich mencionadas en último lugar corresponden en su estructura especialmente a la sección transversal de las almas, que se componen también de un material de núcleo, por ejemplo de espuma de PET o de PVC, y de capas laminadas exteriores de materiales compuestos de fibras. En la zona de la raíz de la pala el material de núcleo de las almas consiste, en algunos casos, parcialmente en madera de balsa para aumentar la resistencia del alma en dicha zona. Por una forma tallada se entiende, especialmente en el marco de la presente invención, una forma en la que un puntal o un cuerpo plano estrecho termina en bases en forma de "T", que se unen de forma plana a las superficies del alma, evitando la forma en "T" un ladeo de las almas.

40 Con preferencia, como seguro contra un ladeo de las almas, al menos una parte de los dispositivos de unión transversal, especialmente puntales, se dispone de manera fundamentalmente diagonal y/o diagonalmente cruzada entre las almas. Eso representa especialmente una alternativa respecto a los cuerpos planos tallados o rectangulares. Según la invención, los dos tipos de dispositivos de unión transversal se emplean conjuntamente.

45 De acuerdo con la invención, al menos una parte de los dispositivos de unión transversal presenta elementos de sujeción para un dispositivo de posicionamiento de almas. Los elementos de sujeción pueden ser ojetes, agujeros, agujeros ciegos, ganchos u otros elementos de sujeción similares conocidos, en los que encajan los elementos de sujeción correspondientes del dispositivo de posicionamiento de almas. Por dispositivo de sujeción de almas se entiende, en el marco de la invención, por ejemplo, un travesaño de elevación.

- En una variante perfeccionada ventajosa se prevé, además de dos almas principales, una tercera alma dispuesta hacia el canto posterior del perfil, que se desarrolla fundamentalmente de forma paralela a las almas principales. Un alma como ésta, llamada también "Trailing Edge Panel Web" (alma TEP), se dispone en la parte posterior del perfil de una pala de rotor en una sección en la que la curva entre el canto anterior del perfil y el canto posterior del perfil es especialmente larga, por lo que se necesita una estabilización adicional entre la media concha para el lado de sección y la media concha para el lado de presión. Un alma TEP como ésta se puede posicionar individualmente en la pala de rotor, en cuyo caso se prevén dispositivos de apoyo propios que apoyan el alma TEP frente a la media concha inferior, o el alma TEP forma parte de un paquete de almas según la invención.
- La tarea, en la que se basa la invención, se resuelve además por medio de una pala de rotor de un aerogenerador con un paquete de almas según la invención antes descrito, que se fabrica o que se puede fabricar especialmente en un procedimiento según la invención antes descrito.
- Finalmente la tarea se resuelve por medio de un aerogenerador correspondiente con una o varias palas de rotor según la invención antes descritas.
- Los objetos de la invención tienen en común que se garantiza un posicionamiento de las almas en la pala de rotor, que cumple las tolerancias preestablecidas, con lo que se garantiza una calidad permanente en la fabricación de palas de rotor y de las palas de rotor fabricadas.
- Las características, ventajas y propiedades enumeradas en relación con los objetos de la invención citados, es decir, el procedimiento, el paquete de almas, la pala de rotor y el aerogenerador, también son aplicables sin restricciones a los demás objetos de la invención, dado que se refieren a los mismos.
- Otras características de la invención se pueden deducir de la descripción de formas de realización según la invención, así como de las reivindicaciones y de los dibujos que se acompañan. Las formas de realización según la invención pueden presentar algunas de las características o una combinación de varias características.
- La invención se describe a continuación, sin limitación de la idea general de la invención, a la vista de unos ejemplos de realización y con referencia a los dibujos, señalándose en relación con todos los detalles según la invención no explicados en detalle expresamente los dibujos. Éstos muestran en la:
- Figura 1 una representación esquemática de un aerogenerador;
- Figura 2 una representación esquemática de una vista sobre una pala de rotor;
- Figura 3 una representación esquemática de sección transversal de una pala de rotor;
- Figura 4 una representación esquemática de sección transversal de una pala de rotor durante su fabricación con un paquete de almas según la invención;
- Figura 5 una representación esquemática de sección transversal de un paquete de almas según la invención;
- Figura 6 una vista lateral esquemática de otro paquete de almas según la invención;
- Figuras 7a) a 7c) representaciones esquemáticas de variantes de elementos de unión, así como
- Figura 8 una representación esquemática en perspectiva de una media concha inferior con un alma TEP.
- En los dibujos, los respectivos elementos y/o piezas iguales o similares se identifican con las mismas referencias, de manera que se prescinde de una nueva presentación.
- En la figura 1 se representa esquemáticamente un aerogenerador 1. El aerogenerador 1 dispone de una torre 2, en cuya punta se dispone, en una carcasa de máquina o en una góndola de máquina no representada, un cubo de rotor 3 con tres palas de rotor 4. El rotor formado por el cubo de rotor 3 y por las palas de rotor 4 del aerogenerador 1 puede girar por un eje de giro orientado fundamentalmente de forma horizontal.
- En la figura 2 se representa esquemáticamente desde arriba una pala de rotor 4. La pala de rotor se extiende en dirección longitudinal del eje longitudinal 5 desde una raíz de pala de rotor 6 a una punta de pala de rotor 7. En dirección longitudinal también se encuentra en el eje longitudinal 5 una correa de pala 8, que durante el funcionamiento del aerogenerador 1 absorbe las fuerzas de flexión que actúan sobre la pala de rotor 4 y las transmite a través de la raíz de la pala de rotor 6 al cubo de rotor 3.
- En dirección transversal respecto al eje longitudinal 6 la pala de rotor 4 se extiende desde un canto anterior de perfil 9 a un canto posterior de perfil 10.
- La zona de la raíz de la pala de rotor 6 es en la figura 2 aproximadamente la zona, inclusive la zona de transición, que llega desde la raíz de la pala de rotor 6 hasta más o menos el punto en el que comienza la línea que conduce a la referencia correspondiente a la correa de pala 8. En esta zona la pala de rotor 4 no actúa o actúa apenas aerodinámicamente.
- En el centro de la pala de rotor 4 se muestra una línea de corte A-A. El perfil de sección transversal de la pala de rotor 4 en esta línea de corte A-A se muestra en la figura 3. Se puede ver que la pala de rotor presenta una media concha superior por el lado de presión 11, que se extiende desde el canto anterior de perfil hasta el canto posterior

de perfil 10, así como una media concha inferior por el lado de succión 12, que se extiende también desde el canto anterior de perfil 9 hasta el canto posterior de perfil 10. En la posición del plano de sección longitudinal 13 se encuentran en la media concha superior y en la media concha inferior unas correas de pala 8, 8', que consisten en tejidos de fibras con orientación unidireccional de las fibras en dirección longitudinal de la pala de rotor 4 y que son principalmente responsables de la desviación de las cargas por flexión de la pala de rotor 4 hacia la raíz de la pala de rotor 6 y deben girar de este modo el rotor. A ambos lados de las correas de pala 8, 8' las medias conchas del lado de presión 11 y del lado de succión 12 se unen entre sí a través de almas 14, 14', que estabilizan el perfil de sección transversal todavía más.

En la figura 4 se representa esquemáticamente una sección transversal de una pala de rotor 4 en fase de fabricación, con una primera media concha 20 y una segunda media concha 21, previéndose una de ellas para el lado de succión y la otra para el lado de presión de la pala de rotor. En la primera media concha inferior 20 se inserta un paquete de almas 19 con almas 14, 14', presentando las almas 14, 14' bases de alma inferiores 15, 15' y bases de alma superiores 16, 16', que constituyen superficies de adhesión para las medias conchas 20, 21. Las bases de alma inferiores 15, 15' ya se han fijado mediante zonas pegadas 17, 17' a la cara interior de la primera media concha 20. La adhesión se puede haber producido, por ejemplo en un procedimiento de inyección de adhesivo, en el que se emplea poco pegamento.

Las bases de alma superiores 16, 16', sobre las que se tiene que colocar todavía la segunda media concha 21, se dotan de pegamento 18, 18'.

El paquete de almas 19 comprende varios dispositivos de unión transversal, en concreto en éste puntas transversales 30, 31 y puntales diagonales 32, 33, que se unen respectivamente de forma separable, con ventosas 34, a las superficies interiores de las almas. Los puntales 30 a 33 se pueden retirar, por lo tanto, separando las ventosas 34 del espacio interior entre las almas 14, 14'. de manera que el paquete de almas 19 se pueda disolver después de la fabricación de la pala de rotor mediante el cierre de la pala de rotor y el pegado de las almas 14, 14' a la segunda media concha 21.

La combinación de puntales transversales 30, 31 y puntales diagonales 32, 33 garantiza que las almas 14, 14' se mantengan fijas en la posición en la que se han orientado, las unas respecto a las otras, por medio de los dispositivos de unión transversal 30 a 33, sin poder ladearse. De esta forma se asegura el cumplimiento de las tolerancias en el posicionamiento de las almas en la primera mitad de concha 20 y en la segunda mitad de concha 21.

En la figura 5 se ilustra un paquete de almas según la invención alternativo 19' en sección transversal. Las almas 14, 14' se fijan en este caso por medio de dos dispositivos de unión transversal unidos a las almas 14, 14'. En la parte superior de la figura 5 se representa una placa sándwich 40 con un tallado 42, que se une por los lados por medio de adhesiones 43, 43' a las caras interiores de las almas 14, 14'. El tallado 42 sirve para la reducción del peso, pero una placa sándwich 40 rectangular o una placa de otro material puede cumplir el mismo fin. La placa sándwich 40 presenta en el centro un ojete de soporte 41 o una perforación en la que puede entrar un elemento de sujeción de un dispositivo de posicionamiento de almas para agarrar el paquete de almas 19' e insertarlo, como conjunto, en una media concha.

En la parte inferior de la figura 5 se representa un dispositivo de unión transversal tallado alternativo, en concreto un puntal de doble T 50 con bases en T laterales 51, 51'. Las bases en T 51, 51' se unen a su vez de forma plana a las almas 14, 14'. La estructura de doble T evita también un ladeo de las almas 14, 14'. Esta forma representa, en el marco de la presente invención, una forma extrema de un tallado. Un puntal de doble T 50 como éste se fabrica preferiblemente de un material sólido, por ejemplo un metal.

Los paquetes de almas 19, 19' antes descritos se pueden levantar por medio de un dispositivo de posicionamiento, que se diseña de manera muy sencilla, en concreto como grúa, hasta el molde principal con la media concha inferior de la pala de rotor, y pegar después a las conchas.

En la zona de la raíz también se pueden emplear dispositivos de unión transversal separables y en la zona de la punta de la pala dispositivos de unión transversal insertados permanentemente de poco peso fabricados, por ejemplo, de plástico. Los dos tipos de dispositivos de unión transversal pueden estar provistos de elementos de sujeción, por ejemplo ojetes, para una grúa como ésta.

En la zona del lado de la punta de la pala se pueden utilizar, a su vez, dispositivos de unión transversal extraíbles que se sacan antes del cierre de la pala de rotor, algo que es posible dado que en esta zona la altura de las almas es reducida y que un ladeo de las almas en esta zona aún no provoca un incumplimiento de las tolerancias.

En la figura 6 se representa esquemáticamente, desde un lado y en sección, un paquete de almas. La vista lateral se orienta sobre un alma 14 del paquete de almas. El alma 14 se representa en la parte izquierda de la figura 6 en la zona cercana a la raíz de la pala, en la que el alma 14 presenta una entalladura. En dirección a la punta de la pala, es decir, en la figura 6 por el lado derecho de la figura 6, se disponen a lo largo del alma 14 varios dispositivos de unión transversal, en este caso en concreto placas sándwich 40, que en la zona, en la que el alma 14 es alta, se disponen tanto en la parte superior como en la parte inferior del alma, mientras que en la parte más estrecha del alma 14 se dispone, en dirección a la punta de la raíz de la pala, una serie de dispositivos de unión transversal. Las distancias entre los dispositivos de unión transversal también se pueden elegir más grandes en la zona del lado de

la punta de la pala de rotor que en la zona del lado de la raíz de la pala mostrada en la figura 6, dado que la masa y el brazo de palanca, es decir, la altura de las almas 14, 14', es en la zona del lado de la punta de la pala menor que en la zona del lado de la raíz de la pala.

5 En las figuras 7a) a 7c) se representan tres tipos distintos de elementos de unión en un alma 14. El alma 14 tiene en las figuras 7a), 7b) y 7c) en común que se fabrica respectivamente de un material de núcleo cubierto por ambos lados por una capa de laminado 14a, 14c. El material de núcleo es, por ejemplo, una espuma de PET o una espuma de PVC. La capa de laminado se compone de una o varias capas de material de fibras, por ejemplo fibras de vidrio, insertado en una matriz de resina.

10 En la figura 7a) se aplican al alma 14 mediante laminado, por uno de los lados del alma 14, un ojete de unión 60 que presenta una placa base 61, con ayuda de dos capas de laminado 62. Un gancho de un dispositivo de unión transversal puede entrar en este ojete de unión 60.

En la figura 7b) se representa una forma de realización alternativa de una unión, presentando el alma 14 un agujero ciego 65 en el que se atornilla un ojete de unión 60 con un tornillo 64. Este ojete de unión 60 con el tornillo 64 también se puede volver a sacar del agujero ciego 65.

15 En la figura 7c) el alma 14 presenta un orificio continuo 73, por el que pasa un extremo de un perno 70 con una rosca exterior. A ambos lados del alma se colocan o enroscan en la rosca exterior del perno 70 respectivamente una arandela 71, 71' así como una tuerca 72, 72', con lo que el perno 70 se fija en el alma 14. Aflojando las tuercas 72, 72', el perno 70 se puede sacar nuevamente del alma 14.

20 En la figura 8 se representa esquemáticamente en perspectiva una primera media concha inferior 20 de una pala de rotor 4 en un molde principal 80 para la primera media concha inferior 20. El molde principal 80 se extiende desde la raíz de la pala 6 hasta la punta de la pala 7. En el molde principal 80 se introduce el material de la primera media concha inferior 20. Las partes del molde por el canto anterior de perfil 9 y por el canto posterior de perfil 10 se muestran también. El molde principal 80 se apoya en un soporte alargado 23 y en un soporte transversal 22 en la zona de la punta de la pala.

25 En sentido alargado se muestran en el interior de la primera media concha inferior 20 unas líneas de posición de alma 24, 24', que marcan las líneas en las que se han de disponer las almas 14, 14'. Adicionalmente se representa un alma de canto posterior 25 o alma TEP, que se emplea en palas de rotor de mayor tamaño. Este alma de canto posterior 25 presenta un codo 26, de manera que el alma de canto posterior 25 presenta una pieza de alma de canto posterior del lado de la raíz de la pala 25a y una pieza de alma de canto posterior del lado de la punta de la pala 25b. La pieza de alma de canto posterior del lado de la raíz de la pala 25a se vuelve claramente más estrecha en dirección hacia la punta de la pala de rotor 7, lo que corresponde al desarrollo del perfil en dirección longitudinal de la pala de rotor 4. El codo 26 del alma de canto posterior 25 es necesario, dado que la distancia entre el canto anterior de perfil 9 y el canto posterior de perfil 10 de la pala de rotor 4 disminuye en dirección a la punta de la pala de rotor 7. A causa del codo 26 el alma de canto posterior 25 se fabrica normalmente en dos piezas, que se pegan después. El alma de canto posterior 25 puede formar parte de un paquete de almas, o sea, apoyarse frente al alma principal posterior 14', o se puede estabilizar por medio de un dispositivo de apoyo propio frente a la primera media concha inferior 20 de la pala de rotor 4.

Lista de referencias

40	1	Aerogenerador
	2	Torre
	3	Cubo de rotor
	4	Pala de rotor
	5	Eje longitudinal
45	6	Raíz de la pala de rotor
	7	Punta de la pala de rotor
	8, 8'	Correa de pala
	9	Canto anterior de perfil
	10	Canto posterior de perfil
50	11	Lado de presión
	12	Lado de succión
	13	Plano de sección longitudinal
	14, 14'	Alma

ES 2 664 612 T3

	14a, 14c	Capa de laminado
	14b	Material de núcleo
	15, 15'	Base de alma
	16, 16'	Base de alma
5	17, 17'	Pegado
	18, 18'	Pegamento
	19, 19'	Paquete de almas
	20	Primera media concha
	21	Segunda media concha
10	22, 23	Apoyo
	24, 24'	Línea de posición de alma
	25	Alma de canto posterior
	25a	Pieza de alma de canto posterior del lado de la raíz de la pala
	25b	Pieza de alma de canto posterior del lado de la punta de la pala
15	26	Codo
	30, 31	Puntal transversal
	32, 33	Puntal diagonal
	34	Ventosa
	40	Placa sándwich
20	41	Ojete de soporte
	42	Tallado
	43, 43'	Pegado
	50	Puntal de doble T
	51, 51'	Base T
25	60	Ojete de unión
	61	Placa base
	62	Capa de laminado
	64	Tornillo
	65	Agujero ciego
30	70	Perno con rosca exterior
	71, 71'	Arandela
	72, 72'	Tuerca
	73	Orificio continuo
	80	Molde principal

35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor (4) de un aerogenerador (1), en el que la pala de rotor (4) se fabrica de medias conchas (20, 21) para un lado de succión (12) y un lado de presión (11), que en el interior de la pala de rotor (4) se unen entre sí con ayuda de al menos dos almas (14, 14', 25) que se extienden en dirección longitudinal de la pala de rotor (4), para lo que las almas (14, 14', 25) se posicionan, en primer lugar, en una primera media concha (20) y se pegan a esta primera media concha (20), para cerrar la pala de rotor (4) después mediante la colocación de una segunda media concha (21) sobre la primera media concha (21) con las almas (14, 14', 25) o de la primera media concha (20) con las almas (14, 14', 25) sobre la segunda media concha (21), pegándose a continuación las medias conchas (20, 21) entre sí y las almas (14, 14', 25) a la segunda media concha (21), caracterizado por que las almas (14, 14', 25) se unen por medio de una pluralidad de dispositivos de unión transversal (30 – 33, 40, 50) en un paquete de almas a prueba de ladeo (19, 19'), antes de posicionar las almas (14, 14', 25) en la primera media concha (20), volviéndose a retirar algunos o todos los dispositivos de unión transversal (30 – 33, 40, 50) después del cierre de la pala de rotor (4).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que las almas (14, 14', 25) se posicionan conjuntamente, como paquete de almas unidas entre sí (19, 19') por medio de un dispositivo de posicionamiento de almas en la primera media concha (20), produciéndose la fabricación del paquete de almas (19, 19') especialmente fuera de la pala de rotor (4).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la adhesión de las almas (14, 14', 25) a las medias conchas (20, 21) se produce como adhesión a las correas de pala (9, 9') dispuestas en dirección longitudinal de las medias conchas (20, 21).
- 25 4. Paquete de almas (19, 19') para una pala de rotor (4) de un aerogenerador (1) que comprende al menos dos almas (14, 14', 25) que se extienden en dirección longitudinal de la pala de rotor (4), y una pluralidad de dispositivos de unión transversal (30 – 33, 40, 50), a los que las almas (14, 14', 25) se unen o se pueden unir a prueba de ladeo, configurándose al menos una parte de los dispositivos de unión transversal (30 – 33, 40, 50) y las almas (14, 14', 25) de manera que puedan unirse entre sí de forma separable, caracterizado por que al menos una parte de los dispositivos de unión transversal (30 – 33, 40, 50) presenta elementos de sujeción (41) para un dispositivo de posicionamiento de almas.
- 30 5. Paquete de almas (19, 19') según la reivindicación 4, caracterizado por que las uniones se llevan a cabo por medio de ventosas (34), tornillos (64), pernos (70) y/o ganchos y ojetas (60), especialmente por medio de dispositivos de unión laminados (61), agujeros ciegos (65) y/o orificios continuos (73) en y/o dentro de las almas (14, 14', 25).
- 35 6. Paquete de almas (19, 19') según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado por que al menos una parte de los dispositivos de unión transversal (30 – 33, 40, 50) se une de forma fija a las almas (14, 14', 25), especialmente por medio de adhesión y/o laminado.
- 40 7. Paquete de almas (19, 19') según una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado por que los dispositivos de unión transversal (30 – 33, 40, 50) se configuran como puntales metálicos, puntales de plástico, distanciadores de metal o plástico y/o como cuerpos planos rectangulares o tallados, especialmente como placas sándwich (40), con materiales compuestos de fibras y material de núcleo.
- 45 8. Paquete de almas (19, 19') según una de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizado por que como seguro contra un ladeo de las almas (14, 14', 25), al menos una parte de los dispositivos de unión transversal (32, 33) se dispone de forma fundamentalmente diagonal y/o diagonalmente cruzada entre las almas (14, 14', 25).
- 50 9. Paquete de almas (19, 19') según una de las reivindicaciones 4 a 8, caracterizado por que, además de las dos almas principales (14, 14'), comprende una tercera alma (25) dispuesta en dirección al canto posterior de perfil (10), que se desarrolla fundamentalmente paralela a las almas principales (14, 14').
- 55 10. Pala de rotor (4) de un aerogenerador (1) con un paquete de almas (19, 19') según una de las reivindicaciones 4 a 9, que se fabrica o que se puede fabricar especialmente por un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3.
- 60 11. Aerogenerador (1) con una o varias palas de rotor (4) según la reivindicación 10.

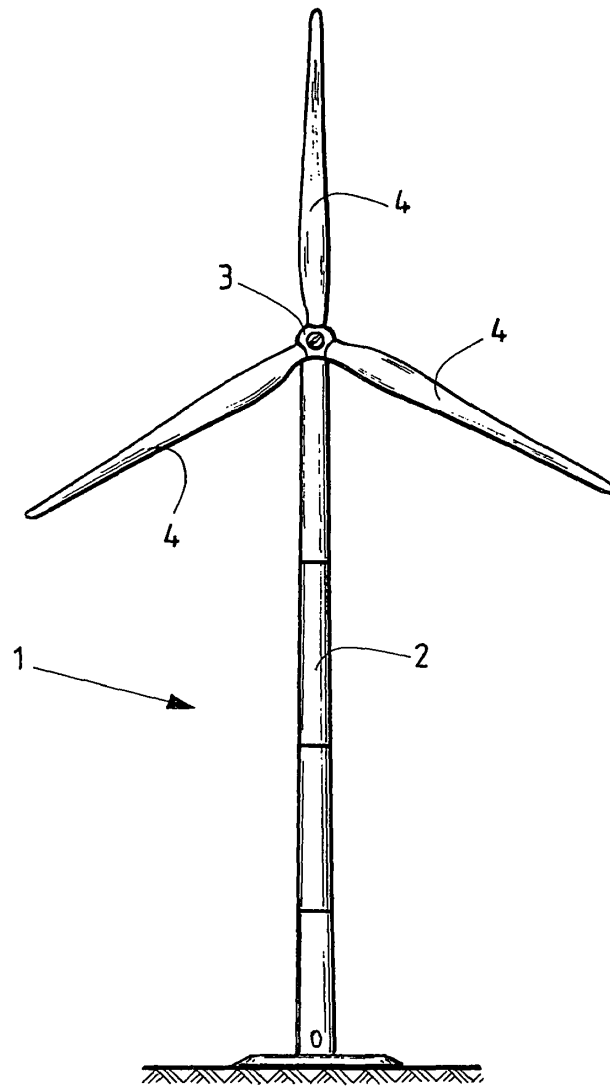


FIG. 1

FIG. 2

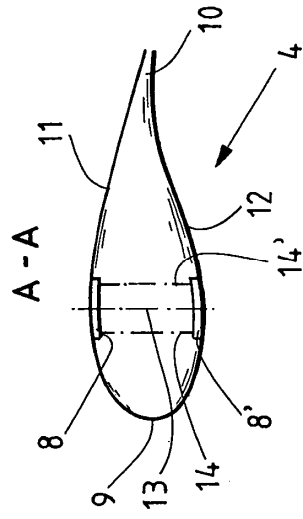
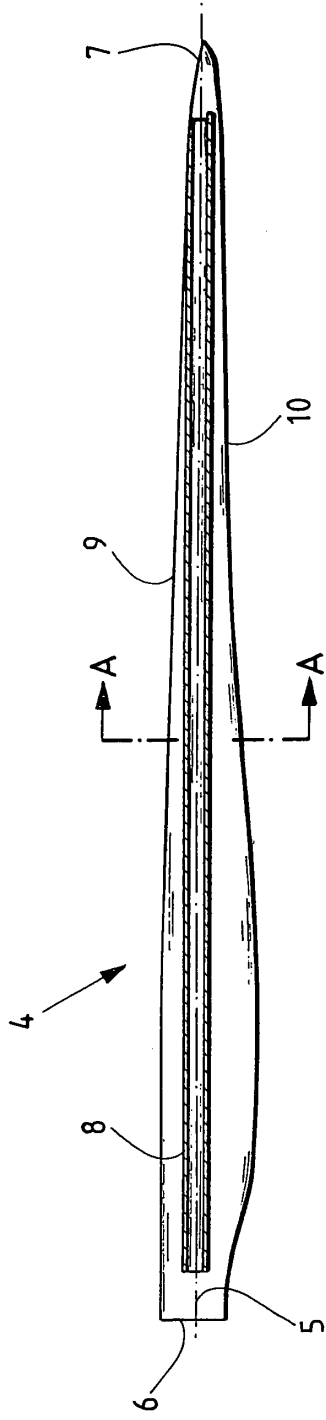


FIG. 3

FIG. 4

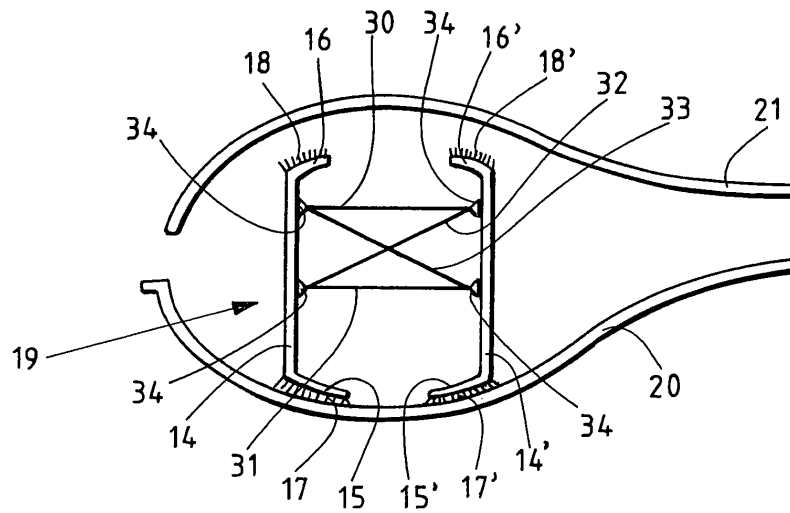


FIG. 5

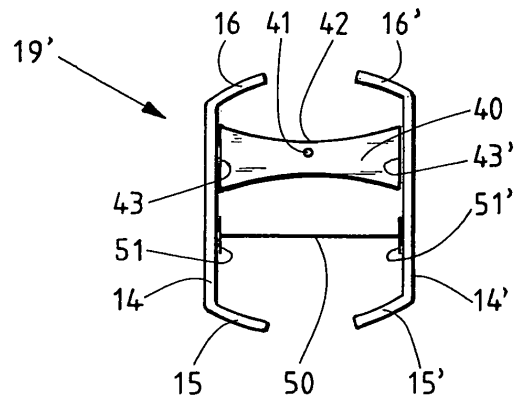


FIG. 6

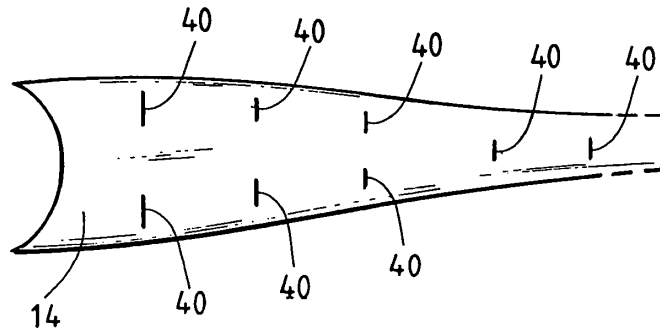
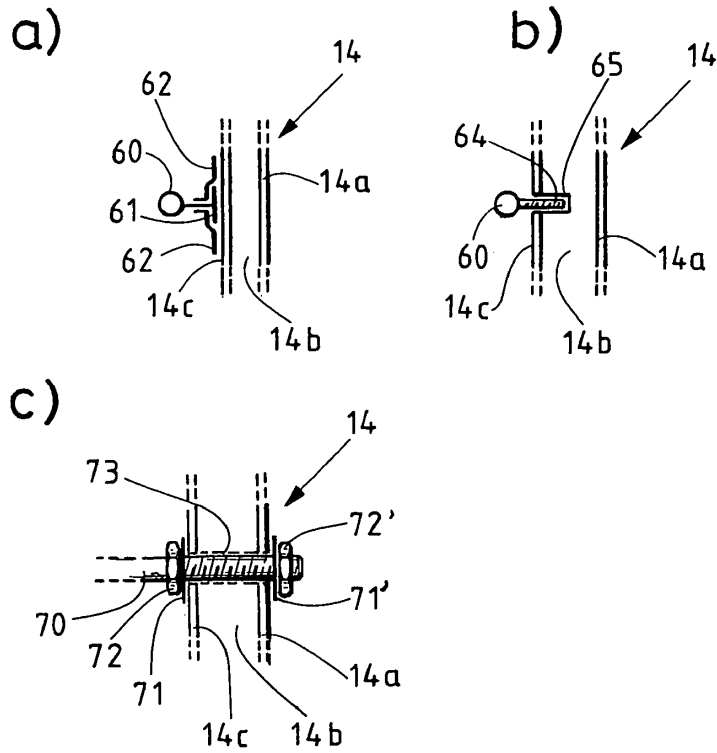


FIG. 7



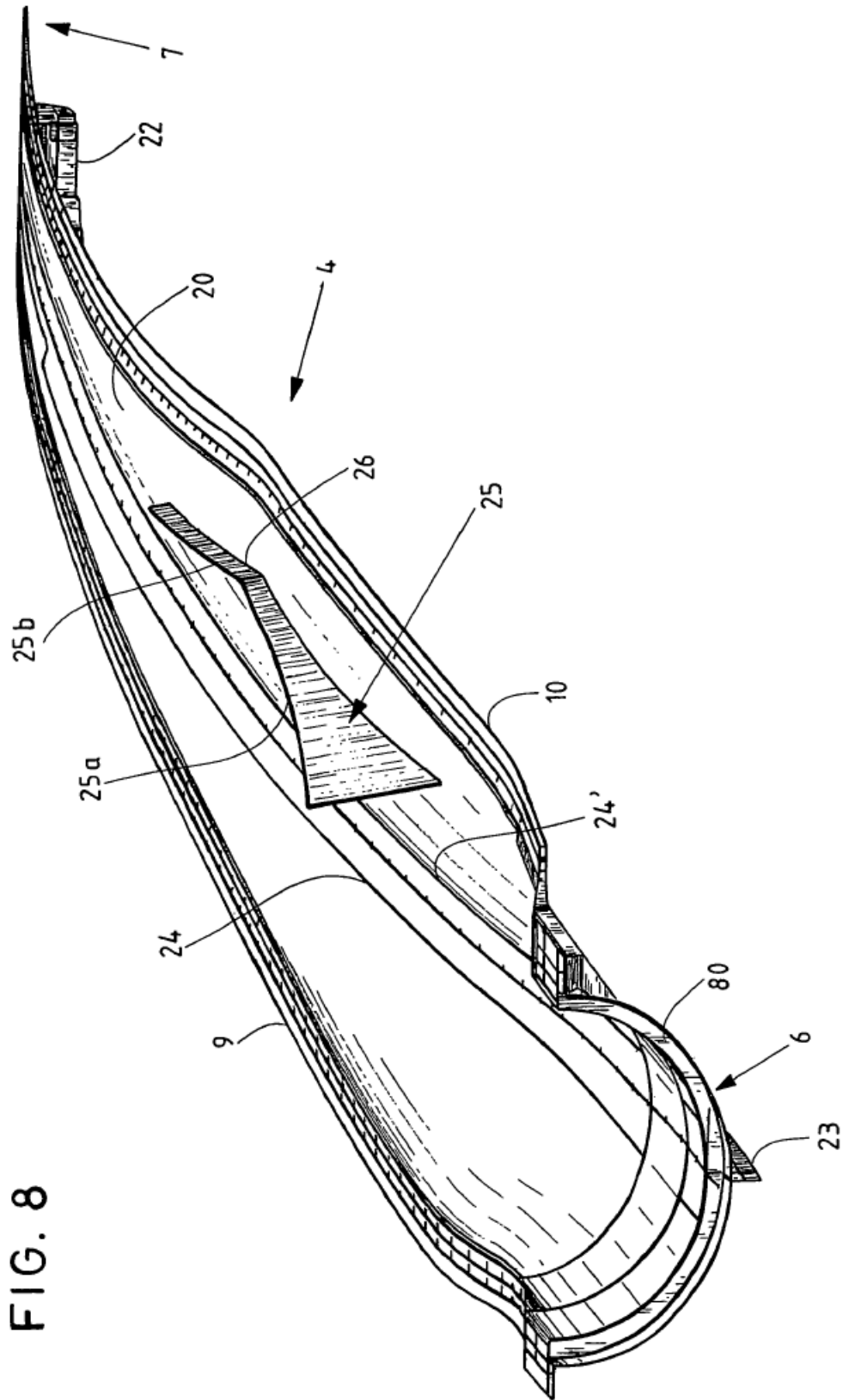


FIG. 8