

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 841**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.07.2015 PCT/EP2015/066059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2016 WO16008881**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2015 E 15736290 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3169896**

54 Título: **Una cuña de perfil para conexión de una pieza de extensor de aerocarcasa**

30 Prioridad:

14.07.2014 EP 14176874

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

08.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MAJUMDER, UTSA;
SAINI, AANCHAL;
GARM, JESPER, HASSELBALCH;
RASK NIELSEN, GURLI y
QUIRING, PETER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 772 841 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

Una cuña de perfil para conexión de una pieza de extensor de aerocarcasa

Descripción**Campo de la invención**

- 5 La presente invención está relacionada con un conjunto de pala de aerogenerador que comprende una pala de aerogenerador y una pieza de extensor de aerocarcasa. La invención está relacionada además con un método asociado de fabricación.

Antecedentes de la invención

- 10 Carcasas aerodinámicas, también llamadas aerocarcasas o carenados, se puede usar en un esfuerzo por presentar un perfil de cuerpo de sustentación más aerodinámico para secciones de palas de aerogeneradores. La solicitud de patente internacional publicación WO 2013/092852 muestra un conjunto de pala de aerogenerador en donde una parte de pala se monta en una parte de extensor cilíndrico de pala, con una aerocarcasa usada para convertir eficazmente el extensor cilíndrico en una zona de pala que tiene un perfil de cuerpo de sustentación.

- 15 Sin embargo, si bien el uso de tales aerocarcasas puede mejorar las prestaciones aerodinámicas de una sección de pala de aerogenerador, también pueden introducir complicaciones adicionales con relación a la distribución de tensiones y esfuerzos en la estructura general de pala de aerogenerador. En particular, el borde de salida extendido formado por el extremo de la sección aerocarcasa se somete regularmente a niveles de tensión relativamente altos durante el funcionamiento del aerogenerador. Por consiguiente, se requieren mayores niveles de material de refuerzo para impedir el fallo de la aerocarcasa, lo que aumenta el peso y el coste finales de palas de aerogeneradores que utilizan tales aerocarcasas.
- 20

El documento WO 2011/157849 describe una pala provista de una parte prefabricada de borde de salida para una parte afuera de la pala. En una realización, la parte prefabricada se provee de canales formados en la superficie de la parte que tiene una profundidad de 0 a 10 mm con la finalidad de minimizar el ruido.

- 25 La patente europea EP 1 338 793 describe una pala provista de serraciones de borde de salida en una parte afuera de la pala a fin de minimizar las emisiones de ruido.

El documento WO 2010/043647 describe una pala provista de varias secciones de borde de salida, tales como aletas de borde de salida, a lo largo de una parte afuera de la pala, y que son controlables individualmente.

- 30 Un objeto de la invención es proporcionar una construcción de aerocarcasa que sea relativamente flexible, y que se disponga para aguantar mejor tensiones y esfuerzos operacionales cuando se instala como parte de una construcción de pala de aerogenerador.

El documento US2012/134836, que también se ve como la técnica anterior más cercana, muestra una pala de aerogenerador según el preámbulo de la reivindicación 1.

Compendio de la invención

- 35 Por consiguiente, se proporciona un conjunto de pala de aerogenerador que comprende una pala de aerogenerador que tiene un extremo de punta y un extremo de raíz, y un borde de ataque y un borde de salida con una longitud de cuerda que se extiende entre los mismos, en donde el conjunto de pala de aerogenerador comprende además una pieza de extensor de aerocarcasa que comprende:

- 40 un cuerpo para conexión a un lado de borde de salida de un perfil de la pala de aerogenerador, el cuerpo tiene un primer extremo para conexión al lado de borde de salida del perfil, y un segundo extremo de borde de salida para formar un perfil de borde de salida de cuerpo de sustentación extendido para una zona del perfil de la pala de aerogenerador, en donde

la pieza de extensor de aerocarcasa se conecta a la pala de aerogenerador usando al menos parcialmente al menos una cuña de perfil, dicha al menos una cuña de perfil se conforma para compensar la geometría de la pala de aerogenerador.

- 45 Por "compensar la geometría" se entiende que la cuña de perfil cambia localmente la geometría de la pala para proporcionar una mejor superficie de conexión para el cuerpo de la pieza de extensor de aerocarcasa. De ese modo se pueden reducir los esfuerzos o cargas en la conexión entre la pieza de extensor de aerocarcasa y la pala de aerogenerador.

- 50 Las cuñas de perfil se proporcionan preferiblemente como piezas que se extienden longitudinalmente que tienen una sección transversal sustancialmente en forma de cuña.

La cuña de perfil se dispone ventajosamente entre la pieza de extensor de aerocarcasa y la pala de aerogenerador, de manera que es en disminución en dirección hacia el borde de ataque de la pala. Así, la cuña de perfil cambia la superficie de conexión a un menor ángulo comparado con una conexión directamente en el aerogenerador, que a su vez proporciona un método simple para reducir esfuerzo o cargas en la conexión.

- 5 Según la invención, la pieza de extensor de aerocarcasa se conecta a la pala de aerogenerador por medio de dos cuñas de perfil.

Según la invención, la cuña de perfil comprende una superficie de conexión interior para conexión a la superficie de pala de aerogenerador y una superficie exterior para conexión al extensor de aerocarcasa.

- 10 En una primera realización ventajosa, la superficie de conexión interior tiene un primer radio de curvatura y la superficie de conexión exterior tiene un segundo radio de curvatura, en donde el primer radio de curvatura es menor que el segundo radio de curvatura. Por consiguiente, la cuña de perfil proporciona una superficie más uniforme para la conexión, que, en particular para cohesiones de pegamento, reduce el esfuerzo o cargas en la conexión.

- 15 Según la invención, la superficie de conexión exterior tiene una superficie más grande que la superficie de conexión interior. Así, la cuña de perfil aumenta la superficie de cohesión, que a su vez proporciona una cohesión de pegamento más fuerte entre la pieza de extensor de aerocarcasa y la pala de aerogenerador.

En una tercera realización ventajosa, la superficie de conexión exterior es sustancialmente plana o llana.

- 20 Según la invención, la zona o parte adentro de la pala tiene una parte sustancialmente cilíndrica, p. ej. que tiene una sección transversal circular, elíptica u ovalada. La zona o parte adentro de la pala se forma como estructura portadora de carga de la pala, y puede además ser formada ventajosamente como extensor de pala, p. ej. para una pala ensamblada que tiene una parte de extensor adentro y una parte de pala afuera.

La zona o parte adentro de la pala se extiende ventajosamente a lo largo de menos del 40 % y preferiblemente menos del 35 % de la longitud total de la pala. Por consiguiente, la pieza de extensor se adapta para ser dispuesta dentro del 40 % o 35 % interior de la pala como se ve desde un extremo de raíz de la pala.

En una realización ventajosa, la parte adentro es un extensor de pala.

- 25 En otra realización ventajosa, la cuña de perfil se forma integralmente con la pala de aerogenerador.

La cuña de perfil se forma ventajosamente como estructura compuesta, p. ej. un material de núcleo, tal como balsa o polímero espumado envuelto en un revestimiento de refuerzo de fibra.

En una realización, el cuerpo comprende una pluralidad de rendijas que se extienden desde dicho segundo extremo de borde de salida a un punto ubicado hacia dicho primer extremo.

- 30 Según la invención, la pieza de extensor de aerocarcasa se adapta preferiblemente para ser encajada en una zona adentro de un perfil de una pala de aerogenerador.

- 35 La zona o parte adentro de la pala tiene una parte sustancialmente cilíndrica, p. ej. que tiene una sección transversal circular, elíptica u ovalada. La zona o parte adentro de la pala se forma como estructura portadora de carga de la pala, y puede además ser formada ventajosamente como extensor de pala, p. ej. para una pala ensamblada que tiene una parte de extensor adentro y una parte de pala afuera.

Proporcionar una pieza de extensor ranurado o con rendijas permite un grado de flexibilidad en la estructura de la pieza de extensor, reduciendo el nivel de esfuerzo que se experimenta a lo largo del extremo de borde de salida de la pieza de extensor. Se entenderá que la pieza de extensor comprende una aerocarcasa o carenado, usado para permitir un perfil aerodinámico mejorado de una zona de una pala de aerogenerador.

- 40 Preferiblemente, dicha pluralidad de rendijas se forman en donde las dimensiones de dichas rendijas no impactan significativamente a la aerodinámica en el área de la pieza de extensor. Las rendijas se disponen para ser aerodinámicamente insignificantes para el funcionamiento normal de la pala de aerogenerador. Se entenderá que aerodinámicamente insignificante significa que las dimensiones de las rendijas son pequeñas respecto a lo que se requeriría para afectar a las prestaciones aerodinámicas del perfil de pala de aerogenerador, p. ej. con respecto a ruido, elevación/arrastre, etc.

- 45 La pieza de extensor se puede proporcionar ventajosamente como estructura uniforme. La pieza de extensor puede además ser proporcionada como dispositivo pasivo, es decir, como estructura sin partes activas para controlar la forma aerodinámica de la pala.

- 50 La zona o parte adentro de la pala se extiende ventajosamente a lo largo de menos del 40 % y preferiblemente menos del 35 % de la longitud total de la pala. Por consiguiente, la pieza de extensor se adapta para ser dispuesta dentro del 40 % o 35 % interior de la pala como se ve desde un extremo de raíz de la pala.

En un primer aspecto, la anchura de cada rendija es menor que la altura de capa límite en el área de la rendija. En un segundo aspecto, la anchura de cada rendija es menor que la altura de la subcapa laminar en el área de la rendija.

5 Preferiblemente, la pluralidad de rendijas define una holgura entre bordes opuestos de las rendijas, en donde la anchura de dicha holgura es menos de 50 mm, aún más preferiblemente menos de 25 mm. En una realización, las rendijas tienen una anchura de holgura de aproximadamente 15 mm.

10 Adicionalmente o como alternativa, la pieza de extensor de aerocarcasa comprende un material flexible que se proporciona en o sobre las holguras definidas por dicha pluralidad de rendijas. El material flexible puede comprender material adecuado que puede funcionar para cubrir o sellar las holguras sin afectar significativamente a las propiedades estructurales de la pieza de extensor de aerocarcasa, p. ej. caucho, un material plástico flexible, lona, etc.

Adicionalmente o como alternativa, la pieza de extensor de aerocarcasa comprende escobillas o cerdas proporcionadas en las holguras definidas por dicha pluralidad de rendijas. El uso de cerdas o escobillas en las rendijas puede actuar para cubrir las holguras definidas por las rendijas, y reducir efectos aerodinámicos negativos que pueden ser el resultado de la presencia de las rendijas en el borde de salida.

15 Preferiblemente, dicha pluralidad de rendijas se forman a lo largo de al menos el 50 % de la profundidad o la longitud en dirección de cuerda del cuerpo de la pieza de extensor de aerocarcasa desde dicho extremo de borde de salida hacia dicho primer extremo, preferiblemente entre el 50-90 % de la profundidad del cuerpo desde dicho extremo de borde de salida hacia dicho primer extremo, preferiblemente aproximadamente el 80 % de la profundidad del cuerpo desde dicho extremo de borde de salida hacia dicho primer extremo.

20 Según la invención, la pieza de extensor de aerocarcasa comprende un panel de lado de presión para formar un lado de presión del perfil de borde de salida de cuerpo de sustentación extendido y un panel de lado de succión para formar un lado de succión de un perfil de borde de salida de cuerpo de sustentación extendido, en donde la pieza de extensor de aerocarcasa puede comprender además elementos de refuerzo ubicados internamente del cuerpo de la pieza de extensor, que se extienden preferiblemente entre dichos paneles de lado de presión y de succión.

25 Se entenderá que la pieza de extensor de aerocarcasa puede comprender un panel de lado de presión que tiene una superficie externa relativamente cóncava, para formar una sección de una superficie externa de lado de presión de un perfil de borde de salida. Adicionalmente o como alternativa, se entenderá que la pieza de extensor de aerocarcasa puede comprender un panel de lado de succión que tiene una superficie externa relativamente convexa, para formar una sección de una superficie externa de lado de succión de un perfil de borde de salida.

30 Preferiblemente, dichos elementos de refuerzo comprenden paneles de mamparo, preferiblemente alineados con una dirección de cuerda de la pieza de extensor. Se entenderá que en dichos paneles de mamparo se pueden proporcionar agujeros, p. ej. para permitir drenaje, igualación de presión, etc.

35 Preferiblemente, los elementos de refuerzo se disponen en donde un elemento de refuerzo se posiciona adyacente a cada rendija de dicha pluralidad de rendijas, además preferiblemente, los elementos de refuerzo se disponen en donde una pareja de elementos de refuerzo se posicionan adyacentes a las rendijas de dicha pluralidad de rendijas, la pareja de elementos de refuerzo posicionados en cada lado de la rendija.

Al posicionar los elementos de refuerzo o mamparos en cada lado de las rendijas, por consiguiente la pieza de extensor de aerocarcasa se dispone como pluralidad de secciones a lo largo de la longitud de la zona de pala de aerogenerador.

40 Preferiblemente, dicha pluralidad de rendijas están espaciadas entre sí a lo largo de la longitud de envergadura de la pieza de extensor.

Preferiblemente, dicha pluralidad de rendijas se espacian con aproximadamente 1-5 metros entre rendijas adyacentes, además preferiblemente aproximadamente 2-3 metros entre rendijas adyacente.

Según la invención, la pala de aerogenerador comprende una parte de pala afuera y una parte de extensor adentro, en donde dicha pieza de extensor de aerocarcasa se dispone a lo largo de una zona de la parte de extensor adentro.

45 Se entenderá que en la parte de pala afuera se puede controlar el paso respecto a la parte de extensor adentro, p. ej. usando un mecanismo de paso de pala proporcionado en el extremo exterior de la parte de extensor adentro.

Preferiblemente, la parte de extensor adentro comprende un extensor sustancialmente cilíndrico de pala.

Al proporcionar una pieza de extensor de aerocarcasa para proporcionar un borde de salida extendido de un extensor cilíndrico de pala, se pueden mejorar las prestaciones aerodinámicas del extensor de pala adentro.

50 Según la invención, la pieza de extensor de aerocarcasa se conecta a la pala de aerogenerador usando al menos parcialmente al menos una cuña de perfil, dicho al menos una cuña de perfil conformada para compensar la geometría de la pala de aerogenerador.

Preferiblemente, la al menos una cuña de perfil se conforma para proporcionar una superficie de cohesión sustancialmente plana para la pieza de extensor de aerocarcasa.

Se entenderá que la pala de aerogenerador puede comprender una superficie conformada o curvada, en donde las cuñas de perfil se conforman para corresponder a dicha superficie conformada o curvada.

- 5 Donde la pieza de extensor se conecta a un extensor sustancialmente cilíndrico de pala, preferiblemente las cuñas de perfil comprenden una primera superficie plana para conectar a la pieza de extensor y una segunda superficie curvada cóncavamente para conectar al extensor de pala.

Además se proporciona un aerogenerador que comprende una pala de aerogenerador o conjunto de pala de aerogenerador como se describe en cualquiera de las realizaciones anteriores.

- 10 Además se proporciona un método para ensamblar una zona de pala de aerogenerador que tiene una extensión de borde de salida, el método comprende las etapas de:

proporcionar una zona de pala de aerogenerador que tiene un lado de borde de ataque y un lado de borde de salida;

proporcionar un panel de lado de presión de una pieza de extensión de aerocarcasa;

proporcionar un panel de lado de succión de una pieza de extensión de aerocarcasa;

- 15 conectar una primera cuña de perfil a un primer lado de dicha zona de pala de aerogenerador;

conectar un primero de dichos paneles de lado de presión y de succión a dicha zona de pala de aerogenerador usando al menos parcialmente dicha primera cuña de perfil;

conectar una segunda cuña de perfil a un segundo lado de dicha zona de pala de aerogenerador; y

- 20 conectar un segundo de dichos paneles de lado de presión y de succión a dicha zona de pala de aerogenerador usando al menos parcialmente dicha segunda cuña de perfil, en donde dichos paneles de lado de presión y de succión forman una extensión de borde de salida de aerocarcasa para dicha zona de pala de aerogenerador.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de conectar elementos de refuerzo a dicho primero de dichos paneles, preferiblemente dichos elementos de refuerzo comprenden paneles de mamparo.

- 25 Preferiblemente, dicha etapa de conectar un segundo de dichos paneles de lado de presión y de succión comprende conectar dicho segundo panel a dichos elementos de refuerzo.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de cortar dicha extensión de borde de salida de aerocarcasa de un extremo de borde de salida a un punto ubicado hacia dicha zona de pala de aerogenerador.

Aunque no es parte de la invención, también se proporciona un método para fabricar una pieza de extensor de aerocarcasa para una zona de un perfil de una pala de aerogenerador, el método comprende las etapas de:

- 30 proporcionar una pieza consolidada de extensor de aerocarcasa para conexión a un borde de salida de una zona de una pala de aerogenerador, preferiblemente una parte adentro de la pala de aerogenerador, la pieza de extensor tiene un primer extremo para conexión al borde de salida de dicho perfil, y un segundo extremo de borde de salida para formar un perfil de borde de salida de cuerpo de sustentación extendido para la zona del perfil de la pala de aerogenerador; y

- 35 proporcionar una pluralidad de rendijas en dicha pieza consolidada de extensor de aerocarcasa, cada una de dicha pluralidad de rendijas se extiende desde dicho segundo extremo de borde de salida a un punto ubicado hacia dicho primer extremo.

Preferiblemente, dicha etapa de proporcionar rendijas comprende realizar cortes en dicha pieza consolidada de extensor desde dicho extremo de borde de salida hacia dicho primer extremo.

- 40 Preferiblemente, la etapa de proporcionar una pieza consolidada de extensor comprende formar un cuerpo de extensor a través de un proceso de moldeo por infusión.

Preferiblemente, dichas rendijas se forman en donde las dimensiones de las rendijas no impactan significativamente a las prestaciones aerodinámicas en el área de la pieza de extensor de aerocarcasa. Las rendijas se disponen para ser aerodinámicamente insignificantes para el funcionamiento normal de la pala de aerogenerador. Se entenderá que aerodinámicamente insignificante significa que las dimensiones de las rendijas son pequeñas respecto a lo que se requeriría para afectar a las prestaciones aerodinámicas del perfil de pala de aerogenerador, p. ej. con respecto a ruido, elevación/arrastre, etc.

- 45

En un primer aspecto, la etapa de realizar cortes se configura en donde la anchura de cada rendija formada por el corte es menor que la altura de capa límite en el área de cada rendija. En un segundo aspecto, la anchura de cada

rendija es menor que la altura de subcapa laminar en el área de cada rendija, preferiblemente en el punto de diseño de la pala de aerogenerador.

5 Preferiblemente, la etapa de realizar cortes se configura en donde las rendijas tienen una holgura entre bordes opuestos de la rendija de menos de 50 mm, preferiblemente menos de 25 mm. En una realización, las rendijas tienen una anchura de holgura de aproximadamente 15 mm.

10 Preferiblemente, el método comprende la etapa de disponer un material flexible en o sobre las holguras definidas por dicha pluralidad de rendijas, y/o escobillas o cerdas proporcionados en las holguras definidas por dicha pluralidad de rendijas. El material flexible y/o escobillas o cerdas pueden comprender material adecuado que puede funcionar para cubrir o sellar las holguras sin afectar significativamente a las propiedades estructurales de la pieza de extensor de aerocarcasa, p. ej. caucho, un material plástico flexible, lona, etc.

15 Preferiblemente, la etapa de realizar cortes se dispone en donde dicha pluralidad de rendijas se hacen a lo largo de al menos el 50 % de la profundidad o la longitud en dirección de cuerda de la pieza consolidada de extensor desde el extremo de borde de salida hacia el primer extremo, preferiblemente entre el 50-90 % de la profundidad de la pieza consolidada de extensor desde el extremo de borde de salida hacia el primer extremo, preferiblemente aproximadamente el 80 % de la profundidad de la pieza consolidada de extensor desde el extremo de borde de salida hacia el primer extremo.

Preferiblemente, la etapa de realizar cortes comprende formar, preferiblemente taladrando, al menos un agujero en dicha pieza consolidada de extensor, preferiblemente un agujero sustancialmente circular, y cortar el cuerpo de dicha pieza consolidada de extensor desde el extremo de borde de salida a dicho al menos un agujero.

20 Como alternativa, la etapa de formar al menos un agujero se puede hacer cuando se fabrica la pieza consolidada de extensor, p. ej. mediante el uso de insertos durante un proceso de moldeo.

Preferiblemente, el método comprende la etapa de proporcionar un material flexible y/o escobillas o cerdas en o sobre dicho al menos un agujero.

25 Preferiblemente, la etapa de realizar cortes o rendijas se configura en donde las rendijas en el cuerpo de la pieza de extensor de aerocarcasa se espacian entre sí a lo largo de la longitud de envergadura de la pieza de extensor.

Preferiblemente, las rendijas se espacian con aproximadamente 1-5 metros entre rendijas adyacentes, preferiblemente además aproximadamente 2-3 metros entre rendijas adyacente.

Preferiblemente, la etapa de proporcionar una pieza consolidada de extensor de aerocarcasa comprende:

proporcionar un panel de lado de presión y proporcionar un panel de lado de succión, los paneles forman un cuerpo;

30 proporcionar elementos de refuerzo interno del cuerpo de la pieza de extensor de aerocarcasa, los elementos de refuerzo se extienden entre paneles opuestos de lado de presión y de succión.

Preferiblemente, los elementos de refuerzo comprenden elementos de mamparo.

Preferiblemente las etapas de proporcionar paneles de lado de presión y de lado de succión comprenden proporcionar paneles tipo sándwich.

35 Preferiblemente, la pieza de extensor de aerocarcasa se conecta al perfil de pala de aerogenerador usando al menos parcialmente cuñas de perfil, en donde dichas cuñas de perfil se conforman para proporcionar superficies de cohesión sustancialmente planas para la pieza de extensor de aerocarcasa. Las cuñas de perfil se proporcionan preferiblemente como piezas que se extienden longitudinalmente que tienen una sección transversal sustancialmente en forma de cuña.

40 Se entenderá que el perfil de pala de aerogenerador comprende una superficie conformada o curvada, en donde dichas cuñas de perfil se conforman para corresponder a dicha superficie conformada o curvada.

Preferiblemente, el perfil de pala de aerogenerador comprende un extensor sustancialmente cilíndrico de pala. En este caso, las cuñas de perfil comprenden preferiblemente una superficie plana para conectar a dicha pieza de extensor y una superficie curvada cóncavamente para conectar a una superficie de dicho extensor cilíndrico de pala.

45 Aunque no es parte de la invención, además se proporciona un método para fabricar una pieza de extensor de aerocarcasa para una zona de un perfil de una pala de aerogenerador, el método comprende las etapas de:

proporcionar un panel de lado de presión;

proporcionar un panel de lado de succión;

50 conectar una pluralidad de elementos de refuerzo a uno primero de dichos paneles de lado de presión y de succión;
y

conectar un segundo de dichos paneles de lado de presión y de succión a dicha pluralidad de elementos de refuerzo y a dicho primer panel para formar una pieza consolidada de extensor de aerocarcasa.

5 Preferiblemente, la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa comprende un primer extremo a conectar a una zona de una pala de aerogenerador y un segundo extremo de borde de salida para formar un perfil de borde de salida de cuerpo de sustentación extendido para la zona del perfil de la pala de aerogenerador, en donde el método comprende la etapa de cortar dicha pieza consolidada de extensor de aerocarcasa desde dicho segundo extremo de borde de salida a un punto ubicado hacia dicho primer extremo para proporcionar una pluralidad de rendijas en el cuerpo de la aerocarcasa para formar una pieza flexible de extensor de aerocarcasa.

Preferiblemente, dicha pluralidad de elementos de refuerzo comprende paneles de mamparo.

10 Descripción de la invención

Ahora se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra un aerogenerador;

la figura 2 muestra una vista esquemática de una pala de aerogenerador según la invención;

15 la figura 3 muestra una vista esquemática de un perfil de cuerpo de sustentación de la pala de la figura 2;

la figura 4 muestra una vista esquemática de la pala de aerogenerador de la figura 2, vista desde arriba y desde el lado;

las figuras 5-8 ilustran una vista en perspectiva isométrica de una serie de etapas para un método para fabricar una pieza flexible de extensor de aerocarcasa según un aspecto de la invención;

20 la figura 9 ilustra una vista en sección transversal de una zona de pala de aerogenerador que tiene una pieza de extensor de aerocarcasa según la invención; y

la figura 10 ilustra una vista en sección transversal de una cuña de perfil según la invención.

Se entenderá que elementos comunes a las diferentes realizaciones de la invención se han provisto de los mismos numerales de referencia en los dibujos.

25 La figura 1 ilustra un aerogenerador convencional moderno a contraviento 2 según el llamado "concepto danés" con una torre 4, una góndola 6 y un rotor con un vástago de rotor sustancialmente horizontal. El rotor incluye un cubo 8 y tres palas 10 que se extienden radialmente desde el cubo 8, cada una tiene una raíz de pala 16 más cercana al cubo y un punta de pala 14 más alejada el cubo 8. El rotor tiene un radio denotado R.

30 La figura 2 muestra una vista esquemática de una pala de aerogenerador 10. La pala de aerogenerador 10 tiene la forma de una pala de aerogenerador convencional y comprende una región de raíz 30 más cerca del cubo, una región perfilada o de cuerpo de sustentación 34 más alejada del cubo y una región de transición 32 entre la región de raíz 30 y la región de perfil de cuerpo de sustentación 34. La pala 10 comprende un borde de ataque 18 encarado a la dirección de rotación de la pala 10, cuando la pala se monta en el cubo, y un borde de salida 20 encarado a la dirección opuesta del borde de ataque 18.

35 La región de cuerpo de sustentación 34 (también llamada la región perfilada) tiene una forma de pala ideal o casi ideal con respecto a generar elevación, mientras que la región de raíz 30 debido a consideraciones estructurales tiene una sección transversal sustancialmente circular o elíptica, que por ejemplo hace más fácil y más seguro montar la pala 10 en el cubo. El diámetro (o la cuerda) de la región de raíz 30 es típicamente constante a lo largo de toda el área de raíz 30. La región de transición 32 tiene un perfil de transición 42 que cambia gradualmente desde la forma circular o elíptica 40 de la región de raíz 30 al perfil de cuerpo de sustentación 50 de la región de cuerpo de sustentación 34. La longitud de cuerda de la región de transición 32 típicamente aumenta de manera sustancialmente lineal con el aumento de la distancia r desde el cubo.

40 La región de cuerpo de sustentación 34 tiene un perfil de cuerpo de sustentación 50 con una cuerda que se extiende entre el borde de ataque 18 y el borde de salida 20 de la pala 10. La anchura de la cuerda disminuye con el aumento de distancia r desde el cubo.

Cabe señalar que las cuerdas de diferentes secciones de la pala normalmente no se encuentran en un plano común, puesto que la pala puede ser retorcida y/o curvada (es decir, predoblada), proporcionando así al plano de cuerda un curso correspondientemente retorcido y/o curvado, este es a menudo el caso a fin de compensar la velocidad local de la pala que es dependiente en el radio desde el cubo.

50 La figura 3 muestra una vista esquemática de un perfil de cuerpo de sustentación 50 de una pala típica de un aerogenerador representada con los diversos parámetros, que se usan típicamente para definir la forma geométrica

de un cuerpo de sustentación. El perfil de cuerpo de sustentación 50 tiene un lado de presión 52 y un lado de succión 54, que durante el uso - es decir, durante la rotación del rotor - normalmente se encara hacia el lado contra el viento (o contraviento) y el lado a favor del viento (o sotavento), respectivamente. El cuerpo de sustentación 50 tiene una cuerda 60 con una longitud de cuerda c que se extiende entre un borde de ataque 56 y un borde de salida 58 de la pala. El cuerpo de sustentación 50 tiene un grosor t , que se define como la distancia entre el lado de presión 52 y el lado de succión 54. El grosor t del cuerpo de sustentación varía a lo largo de la cuerda 60. La desviación desde un perfil simétrico se da por una línea de alabeo 62, que es una línea mediana a través del perfil de cuerpo de sustentación 50. La línea mediana se puede encontrar dibujando círculos inscritos desde el borde de ataque 56 al borde de salida 58. La línea mediana sigue los centros de estos círculos inscritos y la desviación o distancia desde la cuerda 60 se llama alabeo f . La asimetría también se puede definir mediante el uso de parámetros llamados el alabeo superior (o alabeo de lado de succión) y alabeo inferior (o alabeo de lado de presión), que se definen como las distancias desde la cuerda 60 y el lado de succión 54 y el lado de presión 52, respectivamente.

Los perfiles de cuerpo de sustentación se caracterizan a menudo por los siguientes parámetros: la longitud de cuerda c , el alabeo máximo f , la posición d_f del alabeo máximo f , el grosor máximo de cuerpo de sustentación t , que es el diámetro más grande de los círculos inscritos a lo largo de la línea mediana de alabeo 62, la posición d_t del grosor máximo t , y un radio de morro (no se muestra). Estos parámetros se definen típicamente como ratios a la longitud de cuerda c . Así, un grosor de pala relativo local t/c se da como la ratio entre el grosor máximo local t y la longitud de cuerda local c . Además, la posición d_p del alabeo máximo de lado de presión se puede usar como parámetro de diseño, y por supuesto también la posición del alabeo máximo de lado de succión.

La figura 4 muestra algunos otros parámetros geométricos de la pala. La pala tiene una longitud de pala total L . Como se muestra en la figura 2, el extremo de raíz se ubica en la posición $r = 0$, y el extremo de punta se ubica en $r = L$. El hombro 40 de la pala se ubica en una posición $r = L_w$, y tiene una anchura de hombro W , que es igual a la longitud de cuerda en el hombro 40. El diámetro de la raíz se define como D . Además, la pala se provee de una curvatura previa, que se define como Δy , que corresponde a la desviación fuera de plano desde un eje de paso 22 de la pala.

La pala de aerogenerador 10 generalmente comprende una carcasa hecha de polímero reforzado con fibra, y típicamente se hace como parte de carcasa de lado de presión o de contraviento 24 y una parte de carcasa de lado de succión o de sotavento 26 que se pegan juntas a lo largo de líneas de cohesión 28 que se extienden a lo largo del borde de salida 20 y el borde de ataque 18 de la pala 10. Las palas de aerogenerador se forman generalmente de material plástico reforzado con fibra, p. ej. fibras de vidrio y/o fibras de carbono que se disponen en un molde y se curan con una resina para formar una estructura sólida. Las palas de aerogenerador modernas a menudo pueden ser de más de 30 o 40 metros de longitud, teniendo diámetros de raíz de pala de varios metros. Las palas de aerogenerador se diseñan generalmente para vidas útiles relativamente largas y para aguantar considerable carga estructural y dinámica.

La pala de aerogenerador 10 comprende una pieza flexible de extensor de aerocarcasa conectada a una zona de la pala para permitir un perfil aerodinámico ajustado de la zona de la pala. La pieza de extensor de aerocarcasa se usa preferiblemente para proporcionar un perfil de borde de salida extendido para la zona de la pala.

En una realización particularmente ventajosa, la pala de aerogenerador se forma como conjunto de pala de aerogenerador, que comprende una parte de pala afuera y una parte de pala adentro, la parte de pala adentro comprende un extensor de pala y una pieza de extensor de aerocarcasa proporcionado en el extensor de pala para formar un borde de salida de extensor, por ejemplo, como se describe en la solicitud de patente internacional n.º de publicación WO 2013/092852.

En las figuras 5-9, se ilustra un método para fabricar una pieza de extensor de aerocarcasa según una realización de la invención.

Con referencia a la figura 5, se proporciona un extensor cilíndrico de pala 70 o zona de extremo de raíz de una pala. El extensor de pala 70 se puede formar de material adecuado, p. ej. un extensor metálico formado de acero u otro material metálico, o un extensor formado como estructura compuesta de fibra, p. ej. usando fibras de vidrio y/o de carbono suspendidas en una matriz de resina curada. Se entenderá que, en realizaciones alternativas, el extensor de pala se puede proporcionar como teniendo un perfil de sección transversal elíptica o asimétrica.

Se proporciona un primer panel de extensor 72 para formar una primera superficie externa de una pieza de extensor de aerocarcasa. El primer panel 72 comprende una superficie encarada externamente 73a que se usa para formar una zona de la superficie externa del borde de salida extendido de la pieza de extensor de aerocarcasa, y una superficie opuesta encarada internamente 73b.

Con referencia a las figuras 5 y 9, se proporciona una primera cuña de perfil 74 para la conexión del primer panel de extensor 72 a una superficie del extensor cilíndrico de pala 70. La primera cuña de perfil 74 se usa para presentar una superficie de conexión adecuada, p. ej. una superficie de cohesión adhesiva, para permitir facilidad de conexión del primer panel de extensor 72 al extensor de pala 70. El primer borde de perfil 74 puede comprender un cuerpo extendido dispuesto para extenderse a lo largo de la dirección longitudinal del extensor de pala 70 en el que se desea conectar un extensor de aerocarcasa, y/o la cuña de perfil 74 puede comprender una pluralidad de elementos de cuña que se

conectan en ubicaciones a lo largo de la longitud del extensor 70.

La cuña 74 comprende una primera superficie conformada 75a para conexión de la cuña 74 a la superficie del extensor de pala 70, en donde la primera superficie conformada 75a se conforma para corresponder al perfil de superficie del extensor de pala 70. Por ejemplo, en la realización de la figura 5 la cuña 74 puede comprender una superficie curvada individualmente 75a para conexión a la superficie curvada del extensor cilíndrico 70, pero se entenderá que la cuña de perfil 74 puede comprender una superficie curvada doblemente para conexión a la superficie de estructuras relativamente más complejas, p. ej. una región de transición de una pala de aerogenerador. La cuña 74 comprende además una segunda superficie plana 75b ubicada opuesta a dicha primera superficie conformada 75a, en donde la cuña 74 se dispone de manera que la segunda superficie plana 75b presenta una superficie plana relativamente llana, adecuada para una superficie de cohesión adhesiva.

La primera superficie conformada 75a de la cuña de perfil 74 se conecta a la superficie del extensor de pala 70, preferiblemente usando una cohesión de adhesivo, pero se pueden usar cualesquiera otros métodos de conexión adecuados, p. ej. empernado, remachado, etc. Por consiguiente, la segunda superficie 75b de la cuña de perfil 74 presenta una superficie de cohesión a la que se puede conectar un primer extremo 72a del primer panel de extensor 72, preferiblemente usando una cohesión de adhesivo, pero se pueden usar cualesquiera otros métodos de conexión adecuados, p. ej. empernado, remachado, etc. Por consiguiente, la figura 5 presenta un extensor de pala 70 que tiene un primer panel de extensor 72 de una pieza de extensor de aerocarcasa conectado por medio de una primera cuña de perfil 74, el primer panel de extensor 72 conectado a la cuña de perfil 74 en un primer extremo 72a del panel 72, con un segundo extremo de borde de salida 72b del panel 72 que sobresale distal desde el extensor 70.

En la figura 6, una segunda cuña de perfil 76 se conecta en el lado opuesto del extensor de pala 70 a la primera cuña de perfil 74. Similar a la primera cuña de perfil 74, el segundo borde de perfil 76 puede comprender un cuerpo extendido dispuesto para extenderse a lo largo de la dirección longitudinal del extensor de pala 70 al que se desea conectar un extensor de aerocarcasa, y/o la cuña de perfil 76 puede comprender una pluralidad de elementos de cuña que se conectan en ubicaciones a lo largo de la longitud del extensor 70.

Con referencia a la figura 9, la segunda cuña 76 comprende una primera superficie conformada 77a para conexión de la cuña 76 a la superficie del extensor de pala 70, en donde la primera superficie conformada 77a se conforma para corresponder al perfil de superficie del extensor de pala 70. Por ejemplo, en la realización de la figura 5 la cuña 76 puede comprender una superficie curvada individualmente 77a para conexión a la superficie curvada del extensor cilíndrico 72, pero se entenderá que la segunda cuña de perfil 76 puede comprender una superficie curvada doblemente para conexión a la superficie de las estructuras relativamente más complejas, p. ej. una región de transición de una pala de aerogenerador. La cuña 76 comprende además una segunda superficie plana 77b ubicada opuesta a dicha primera superficie conformada 77a, en donde la cuña 76 se dispone de manera que la segunda superficie plana 77b presenta una superficie plana relativamente llana, adecuada para una superficie de cohesión adhesiva. La primera superficie conformada 77a de la cuña de perfil 76 se conecta a la superficie del extensor de pala 70, preferiblemente usando una cohesión de adhesivo, pero se puede usar cualesquiera otros métodos de conexión adecuados, p. ej. empernado, remachado, etc.

Se proporciona una pluralidad de elementos de refuerzo 78 que se van a conectar a la superficie encarada internamente 73b del primer panel 72 y que también se puede conectar a la superficie del extensor de pala 72. Los elementos de refuerzo 78 de la figura 6 se proporcionan como elementos de panel plano, preferiblemente elementos de mamparo. Los elementos de refuerzo 78 se pueden formar como construcciones de panel tipo sándwich, p. ej. que tienen un material de núcleo tal como balsa o una espuma de baja densidad que tiene una capa de revestimiento externo, pero se entenderá que los elementos de refuerzo 78 se pueden proporcionar adicionalmente o como alternativa de forma alterna, p. ej. como estructura entramada interna, cables de tensión, placas metálicas, etc. Los elementos de refuerzo 78 se pueden conectar al primer panel 72 y/o al extensor de pala 70 usando cualquier método de conexión adecuado, preferiblemente cohesión de adhesivo.

Con referencia a la figura 7, se proporciona un segundo panel de extensor 80 para formar una segunda superficie externa de una pieza de extensor de aerocarcasa. El segundo panel 80 comprende una superficie encarada externamente 81a que se usa para formar una zona de la superficie externa del borde de salida extendido de la pieza de extensor de aerocarcasa, y una superficie opuesta encarada internamente 81b.

El segundo panel de extensor 80 se conecta al conjunto al asegurar un primer extremo 80a del segundo panel 80 a la segunda superficie 77b de la cuña de perfil 76, preferiblemente mediante una cohesión de adhesivo. Por consiguiente, se dispone un segundo extremo 80b del segundo panel de extensor 80 para formar un extremo de borde de salida de la segunda superficie externa de la pieza de extensor de aerocarcasa.

Si bien se entenderá que los paneles primero y segundo 72, 80 se pueden disponer de manera que los segundos extremos de borde de salida 72b, 80b se encuentran para formar un borde de salida relativamente afilado de la pieza de extensor de aerocarcasa, en la realización mostrada en la figura 7 la pieza de extensor de aerocarcasa presenta un borde de salida como 82, en donde un panel de borde de salida 84 se extiende entre el segundo extremo de borde de salida 72b del primer panel de extensor 72 y el segundo extremo de borde de salida 80b del segundo panel de extensor 80. Se entenderá que el panel de borde de salida 84 se puede proporcionar como componente separado

5 para conexión a los segundos extremos de borde de salida 72b, 80b de los paneles primero y segundo 72, 80, y/o para conexión a la pluralidad de elementos de refuerzo 78 en el lado de borde de salida 82 de la pieza de extensor de aerocarcasa. También se entenderá que el panel de borde de salida 84 se puede formar integralmente con uno de los paneles primero y segundo 72, 80, y/o el panel de borde de salida 84 se puede formar por una primera sección de panel que sobresale desde el extremo de borde de salida 72b del primer panel de extensor 72 y una segunda sección de panel que sobresale del extremo de borde de salida 80b del segundo panel de extensor 80.

10 La figura 7 ilustra un extensor de pala 70 que tiene una pieza consolidada de extensor de aerocarcasa indicada en 86, la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86 forma un perfil de borde de salida extendido para el extensor de pala 70. La pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86 puede ser convertida en una pieza flexible de extensor de aerocarcasa a través de proporcionar rendijas o ranuras de borde de salida en el cuerpo de la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86.

15 Con referencia a la figura 8, en el cuerpo de la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86 se forma una pluralidad de rendijas 88, preferiblemente al realizar cortes en el cuerpo de aerocarcasa, en particular en el panel de borde de salida 84 y los paneles de extensor primero y segundo 72, 80 desde el borde de salida 82 de la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86. Las rendijas 88 se extienden desde el borde de salida 82 de la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86, y se extienden a un punto 88a ubicado hacia los primeros extremos 72a, 80a de los paneles primero y segundo 72, 80 de la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86. Adicionalmente o como alternativa, las rendijas 88 se pueden realizar al cortar desde los puntos extremos 88a de las rendijas 88 hacia el borde de salida 82 de la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86.

20 Preferiblemente, la pluralidad de rendijas 88 se espacian con aproximadamente 1-5 metros entre rendijas 88 adyacentes, preferiblemente además aproximadamente 2-3 metros entre rendijas 88 adyacentes.

25 Al proporcionar rendijas 88 de esta manera en el borde de salida 82 de la aerocarcasa consolidada 86, el borde de salida 82 de la aerocarcasa se divide eficazmente en zonas separadas a lo largo de la longitud de la aerocarcasa. Por consiguiente, se forma una pieza relativamente flexible de extensor de aerocarcasa 90, como borde de salida ranurado con rendijas permite una curvatura o flexión relativa entre zonas separadas del borde de salida 82 sin introducir tensiones de curvatura relativamente grandes a lo largo del borde de salida 82. Las rendijas 88 pueden permitir que la aerocarcasa se "abra" o "cierre", a lo largo de la dirección de envergadura, debido a un movimiento como concertina entre secciones separadas de la aerocarcasa como resultado de la curvatura de la estructura de pala durante el funcionamiento del aerogenerador. Como resultado, la pieza flexible de extensor de aerocarcasa 90 se puede formar teniendo menos requisitos de refuerzo, dando como resultado una construcción relativamente más ligera y más flexible que en la técnica anterior, y que permite construcción y ensamblaje relativamente fáciles.

30 Preferiblemente, la pluralidad de rendijas 88 se forman a lo largo de al menos el 50 % de la profundidad o la longitud en dirección de cuerda del cuerpo de la pieza de extensor de aerocarcasa 90 desde dicho extremo de borde de salida 82 hacia los primeros extremos 72a, 80a de los paneles primero y segundo 72,80 ubicados en el extensor de pala 70. Preferiblemente, las rendijas 88 se extienden entre el 50-90 % de la profundidad del cuerpo desde dicho extremo de borde de salida 82 hacia dichos primeros extremos 72a, 80a, preferiblemente aproximadamente el 80 % de la profundidad del cuerpo.

35 Al proporcionar rendijas 88 que se extienden a lo largo de una mayoría de la profundidad de la aerocarcasa 90, pero menos del 100 % de la profundidad, por consiguiente se proporciona una aerocarcasa flexible 90 que permite deformación y curvatura del borde de salida, y que simultáneamente se conecta con seguridad al extensor de pala 70 u otra zona de pala de aerogenerador. También hace posible proporcionar la aerocarcasa como pieza uniforme, que se instala posteriormente a la parte adentro de la pala, que puede proporcionar una conexión relativa simple a la parte adentro de la pala, mientras todavía se proporciona una solución flexible que alivie cargas.

40 Las rendijas 88 se pueden formar usando cualquier acción de corte adecuada, p. ej. mecanizado, taladrado, serrado, etc. Como alternativa, se entenderá que los paneles 70, 80, 84 se pueden formar teniendo ranuras o agujeros preformados en los propios paneles, en donde tales ranuras o agujeros se alinean durante el ensamblaje de la aerocarcasa para definir colectivamente la pluralidad de rendijas 88.

45 Preferiblemente, las rendijas 88 se forman de manera que el agujero definido entre bordes opuestos de las rendijas 88 es aerodinámicamente insignificante para el funcionamiento normal de la pala de aerogenerador. Se entenderá que las rendijas 88 se dimensionan de manera que el agujero es pequeño respecto a las dimensiones que se requerirían para afectar a las prestaciones aerodinámicas del perfil de pala de aerogenerador, p. ej. con respecto a ruido, elevación/arrastre, etc.

50 En un aspecto ventajoso, se encuentra que las rendijas 88 se dimensionan preferiblemente de manera que la anchura de los agujeros proporcionada por las rendijas es menor que la altura diseñada de capa límite en el área de las rendijas.

55 En un segundo aspecto ventajoso, la anchura de los agujeros proporcionada por las rendijas es menor que la altura de la subcapa laminar o la subcapa viscosa en el área de las rendijas.

Se entenderá que las dimensiones de las rendijas 88 pueden variar a lo largo de la extensión longitudinal de la

aerocarcasa flexible 86, dependiente de las condiciones pronosticadas de funcionamiento normal de la pala de aerogenerador a lo largo de la longitud de la aerocarcasa. Preferiblemente, la anchura de los agujeros proporcionados por las rendijas es menos de 50 mm, además preferiblemente menos de 25 mm. En una realización, las rendijas tienen una anchura de holgura de aproximadamente 15 mm.

5 Adicionalmente o como alternativa, la pieza de extensor de aerocarcasa 90 puede comprender un material flexible (no se muestra) que se proporciona en o sobre los agujeros u holguras definidos por la pluralidad de rendijas 88. El material flexible puede comprender material adecuado que puede funcionar para cubrir o sellar los agujeros sin afectar significativamente a las propiedades estructurales de la pieza de extensor de aerocarcasa, p. ej. caucho, un material plástico flexible, lona, etc. Adicionalmente o como alternativa, la pieza de extensor de aerocarcasa 90 puede
10 comprender escobillas o cerdas (no se muestran) proporcionados en las holguras definidas por la pluralidad de rendijas 88. El uso de cerdas o escobillas en las rendijas puede actuar para cubrir las holguras definidas por las rendijas, y reducir efectos aerodinámicos negativos que pueden ser el resultado de la presencia de las rendijas en el borde de salida.

15 En el punto extremo 88a de cada una de la pluralidad de rendijas 88 se puede proporcionar un agujero relativamente grande, preferiblemente un agujero circular.

En un aspecto, los agujeros de punto extremo 88a se pueden formar en los paneles 72, 80 antes del corte de la pluralidad de rendijas 88, de manera que los agujeros de punto extremo 88a proporcionan un punto de alineación o indicador visual a un operario para la correcta alineación de las rendijas 88. Adicionalmente o como alternativa, los
20 agujeros de punto extremo 88a pueden proporcionar un punto de acceso para la introducción de un dispositivo de corte que se puede usar para cortar dichas rendijas 88 en el cuerpo de la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86, al cortar un agujero o ranura desde dicho agujero de punto extremo 88a al borde de salida 82 de la pieza consolidada de extensor de aerocarcasa 86. Los agujeros de punto extremo 88a se pueden formar mediante un corte o mecanizado de los paneles 72, 80, y/o los agujeros 88a se pueden formar integrales a los paneles 72, 80 durante la fabricación de dichos paneles 72, 80.

25 En una realización preferida, la pluralidad de elementos de refuerzo 78 se disponen dentro del interior de la pieza de extensor de aerocarcasa en donde una pareja de elementos de refuerzo 78 se posicionan en cada lado y cercanamente adyacente a cada una de la pluralidad de rendijas 88. Por consiguiente, cada pareja de elementos de refuerzo 78 puede actuar para sellar sustancialmente cada sección efectiva de borde de salida de la aerocarcasa flexible 90 cada lado de las rendijas 88, para impedir ingreso de restos, etc., al interior de la aerocarcasa 90.
30 Adicionalmente, los elementos de refuerzo 78 pueden actuar para proporcionar fortaleza estructural a cada sección efectiva de borde de salida.

Si bien los paneles primero y/o segundo se pueden proporcionar como panel plano sustancialmente llano, se entenderá que se pueden usar formas más complejas. Por ejemplo, los paneles 72,80 pueden conformarse para formar una superficie adecuadamente curvada de lado de presión o lado de succión, por ejemplo al proporcionar un panel que
35 tiene una superficie externa relativamente cóncava o convexa. Con referencia a la vista en sección transversal mostrada en la figura 9, se puede ver que el primer panel 72 se proporciona para tener una superficie encarada externamente conformada relativamente cóncava 73a, para formar una zona del lado de presión de la pala de aerogenerador extensor de aerocarcasa. De manera similar, el segundo panel 80 se puede proporcionar como panel plano o con una curvatura relativamente pequeña para formar una superficie encarada externamente conformada
40 ligeramente convexa 81a, para formar una zona del lado de succión de la pala de aerogenerador extensor de aerocarcasa.

Adicionalmente, si bien los elementos de refuerzo 78 se proporcionan preferiblemente como elementos de mamparo para sellar sustancialmente secciones de la aerocarcasa 90, los elementos de refuerzo 78 pueden estar provistos de
45 agujeros 92 definidos en los mismos, para permitir drenaje, igualación de presión, etc., entre lados opuestos de los elementos de refuerzo 78.

Se entenderá que los paneles 72, 80, 84 y/o los elementos de refuerzo 78 se pueden formar con construcciones de panel tipo sándwich, p. ej. por la infusión de capas de un material de fibra como revestimiento proporcionado alrededor de un material de núcleo interno, p. ej. material de núcleo de balsa y/o espuma de baja densidad.

50 Si bien las realizaciones ilustradas muestran el uso de una aerocarcasa en un extensor cilíndrico de pala, se entenderá que la aerocarcasa se puede usar en cualquier otra zona de una pala de aerogenerador, p. ej. en el extremo de raíz de una pala de aerogenerador, a lo largo de una sección de borde de salida de una pala de aerogenerador, etc. Es más, si bien las realizaciones ilustradas muestran la fabricación y el ensamblaje de la aerocarcasa en un extensor cilíndrico de pala, se entenderá que la aerocarcasa se puede fabricar por separado a un componente existente de pala de aerogenerador, la aerocarcasa configurada para ser instalada posteriormente en un componente existente, p. ej.
55 una pala de aerogenerador que tiene una parte cilíndrica adentro, p. ej. que tiene una sección transversal circular, elíptica u ovalada.

Adicionalmente, si bien las realizaciones ilustradas muestran el uso de cuñas de perfil adicionales 74, 76 para compensar diferencias en las superficies de cohesión del extensor de pala 70 y los paneles de aerocarcasa 72, 70, se

entenderá que tales cuñas de perfil compensatorias se pueden formar integralmente con la zona de la pala de aerogenerador, p. ej. el extensor de pala, al que se desea conectar un extensor de aerocarcasa. En principio, también sería posible integrar las cuñas de perfil en el extensor de aerocarcasa, lo que mitigaría cargas en la cohesión de pegamento a la superficie de dicha zona de la pala de aerogenerador.

- 5 La fabricación y el uso de una pala de pieza flexible de extensor de aerocarcasa como se muestra permiten mejor funcionamiento de una pala de aerogenerador que tiene este tipo de aerocarcasa flexible, que puede resistir más fuerzas de curvatura operacionales a lo largo del borde de salida de pala durante la vida útil de la pala.

- 10 Si bien la invención se ha descrito previamente con referencia a una pieza de extensor provista de rendijas integradas, está claro que las cuñas de perfil se pueden utilizar para todos los tipos de piezas de extensor a fin de lograr una superficie de cohesión de pegamento más grande. Por consiguiente, las cuñas de perfil también se pueden usar para piezas de extensor sin rendijas. Según la invención, las cuñas de perfil se adaptan preferiblemente para conexión a una parte adentro de la pala, donde la curvatura es relativamente grande (o en otras palabras el radio de curvatura es relativamente bajo).

- 15 La cuña de perfil 74 según la invención se muestra más en detalle en la figura 10. La cuña de perfil 74 se conecta al extensor de pala 70. La cuña de perfil 74 comprende una superficie interior 97, que se conecta al extensor de pala 70, y una superficie exterior 98, para conexión del cuerpo de la pieza de extensor 90. La superficie interior 97 tiene un radio de curvatura interior R_i y la superficie exterior tiene un radio de curvatura exterior R_o . La cuña de perfil 74 se diseña ventajosamente de manera que el radio de curvatura exterior R_o es más grande que el radio de curvatura interior R_i . Además, la superficie exterior 98 puede tener un área más grande que la superficie interior 97. De ese modo, se puede proporcionar una superficie de cohesión más plana y más grande para la conexión de la pieza de extensor de aerocarcasa 90. Para una superficie de cohesión exterior verdaderamente plana, el radio de curvatura exterior R_o se aproxima a infinito. La cuña de perfil 74 se puede formar como estructura compuesta que tiene un material de núcleo 94, tal como balsa o polímero espumado, envuelto en un material de refuerzo de fibra 96, p. ej. polímero reforzado con fibra de vidrio.

- 25 La invención no se limita a las realizaciones descritas en esta memoria, y puede ser modificada o adaptada sin salir del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de pala de aerogenerador que comprende una pala de aerogenerador que tiene un extremo de punta y un extremo de raíz, y un borde de ataque y un borde de salida con una longitud de cuerda que se extiende entre los mismos, en donde la pala de aerogenerador comprende una parte adentro y una parte afuera, en donde la parte adentro de la pala de aerogenerador se forma como estructura portadora de carga que tiene una sección transversal sustancialmente circular, elíptica u ovalada, en donde el conjunto de pala de aerogenerador comprende además una pieza de extensor de aerocarcasa que comprende:
- un cuerpo para conexión a un lado de borde de salida de un perfil de una pala de aerogenerador, el cuerpo tiene un primer extremo para conexión al lado de borde de salida del perfil, y un segundo extremo de borde de salida para formar un perfil de borde de salida de cuerpo de sustentación extendido para una zona del perfil de la pala de aerogenerador, y que comprende un panel de lado de presión y un panel de lado de succión; caracterizado por el hecho de que la pieza de extensor de aerocarcasa se conecta a la parte adentro de la pala de aerogenerador usando al menos parcialmente al menos una primera cuña de perfil a un primer lado de la pala de aerogenerador y una segunda cuña de perfil a un segundo lado de la pala de aerogenerador, en donde dichas al menos cuñas de perfil primera y segunda se conforman para compensar la geometría de la pala de aerogenerador, y
- en donde la primera y la segunda cuña de perfil comprenden una superficie de conexión interior para conexión a la superficie de pala de aerogenerador y una superficie exterior para conexión al extensor de aerocarcasa, en donde la superficie de conexión exterior tiene una superficie más grande que la superficie de conexión interior.
2. Un conjunto de pala de aerogenerador según la reivindicación 1, en donde la primera y la segunda cuña de perfil se disponen entre la pieza de extensor de aerocarcasa y la pala de aerogenerador.
3. Un conjunto de pala de aerogenerador según la reivindicación 1 o 2, en donde la pieza de extensor de aerocarcasa se conecta a la pala de aerogenerador por medio de dos cuñas de perfil.
4. Un conjunto de pala de aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la superficie de conexión interior tiene un primer radio de curvatura y la superficie de conexión exterior tiene un segundo radio de curvatura, en donde el primer radio de curvatura es menor que el segundo radio de curvatura.
5. Un conjunto de pala de aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la superficie de conexión exterior es sustancialmente plana o llana.
6. Un conjunto de pala de aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la parte adentro es cilíndrica.
7. Un conjunto de pala de aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la parte adentro es un extensor de pala.
8. Un conjunto de pala de aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera y la segunda cuña de perfil se forman integralmente con la pala de aerogenerador.
9. Un conjunto de pala de aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera y la segunda cuña de perfil se forman como estructura compuesta, p. ej. un material de núcleo, tal como balsa o polímero espumado envuelto en un revestimiento de refuerzo de fibra.
10. Un aerogenerador que comprende una pala de aerogenerador o un conjunto de pala de aerogenerador según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9.
11. Un método para ensamblar una zona de pala de aerogenerador que tiene una extensión de borde de salida, el método comprende las etapas de:
- proporcionar una zona de pala de aerogenerador que tiene un lado de borde de ataque y un lado de borde de salida, en donde la zona de pala de aerogenerador comprende una parte adentro y una parte afuera, en donde la parte adentro de la pala de aerogenerador se forma como estructura portadora de carga que tiene una sección transversal sustancialmente circular, elíptica u ovalada;
- proporcionar un panel de lado de presión de una pieza de extensión de aerocarcasa;
- proporcionar un panel de lado de succión de una pieza de extensión de aerocarcasa;
- conectar una primera cuña de perfil a un primer lado de la parte adentro de dicha zona de pala de aerogenerador;
- conectar un primero de dichos paneles de lado de presión y de succión a dicha zona de pala de aerogenerador usando al menos parcialmente dicha primera cuña de perfil;
- conectar una segunda cuña de perfil a un segundo lado de la parte adentro de dicha zona de pala de aerogenerador;

y

conectar un segundo de dichos paneles de lado de presión y de succión a dicha zona de pala de aerogenerador usando al menos parcialmente dicha segunda cuña de perfil, en donde dichos paneles de lado de presión y de succión forman una extensión de borde de salida de aerocarcasa para dicha zona de pala de aerogenerador,

- 5 en donde la primera y la segunda cuña de perfil comprenden una superficie de conexión interior para conexión a la superficie de pala de aerogenerador y una superficie exterior para conexión al extensor de aerocarcasa, en donde la superficie de conexión exterior tiene una superficie más grande que la superficie de conexión interior.

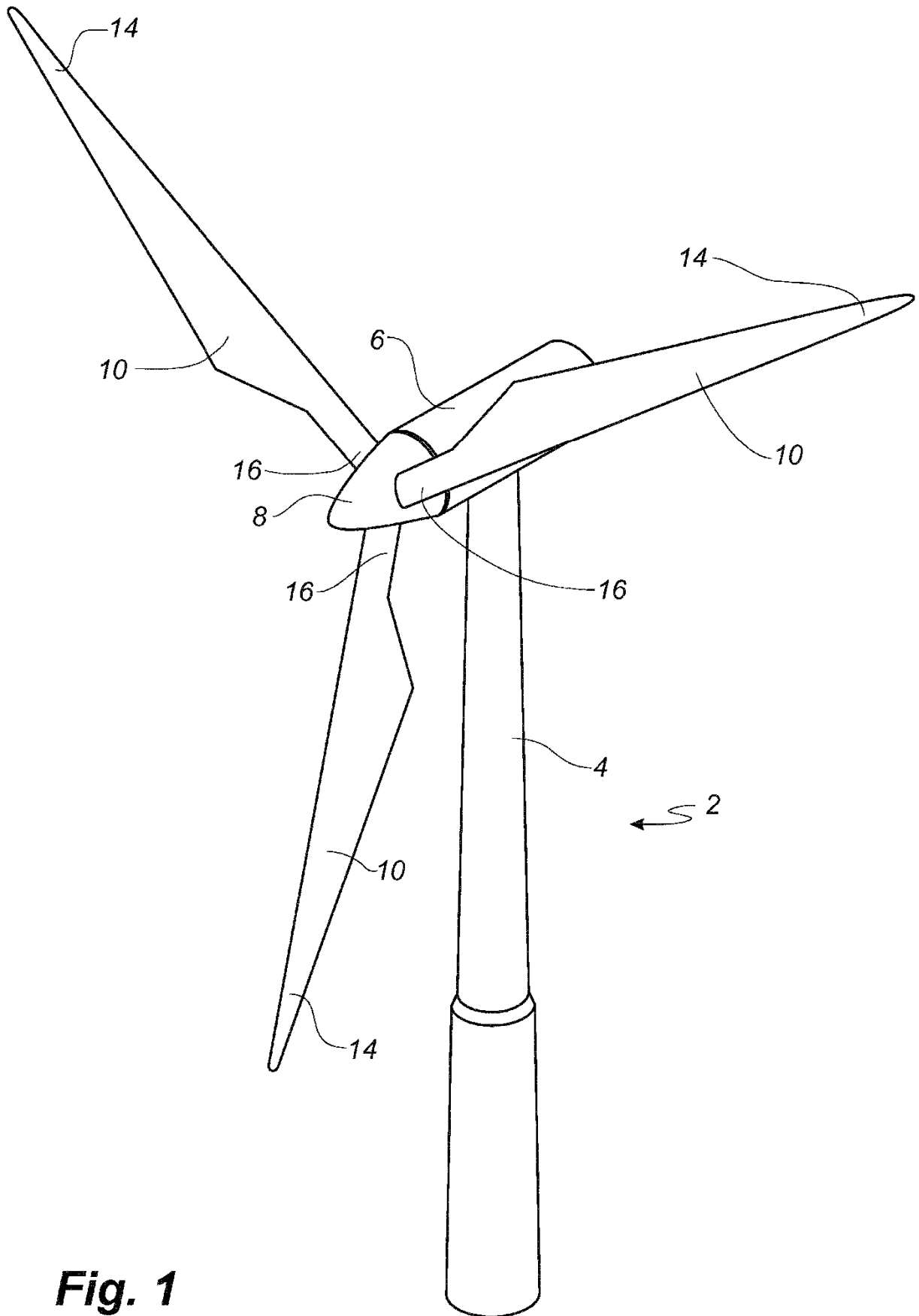


Fig. 1

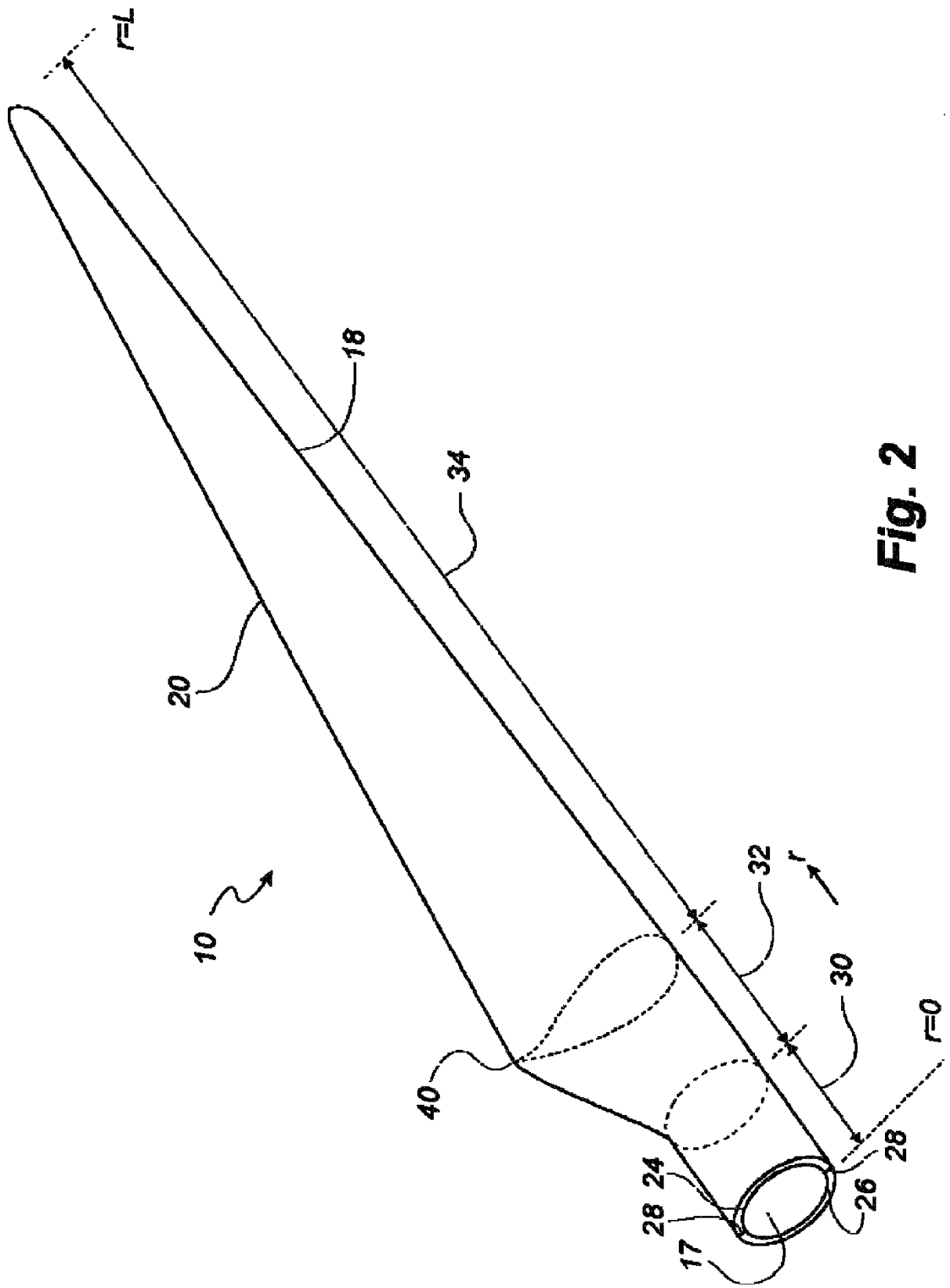


Fig. 2

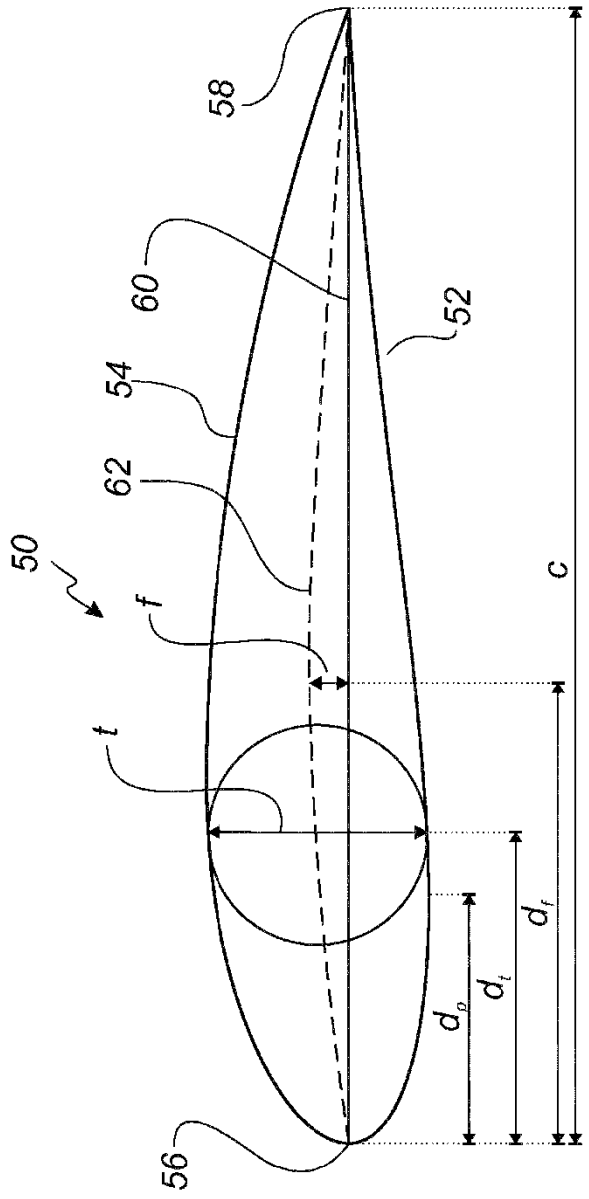


Fig. 3

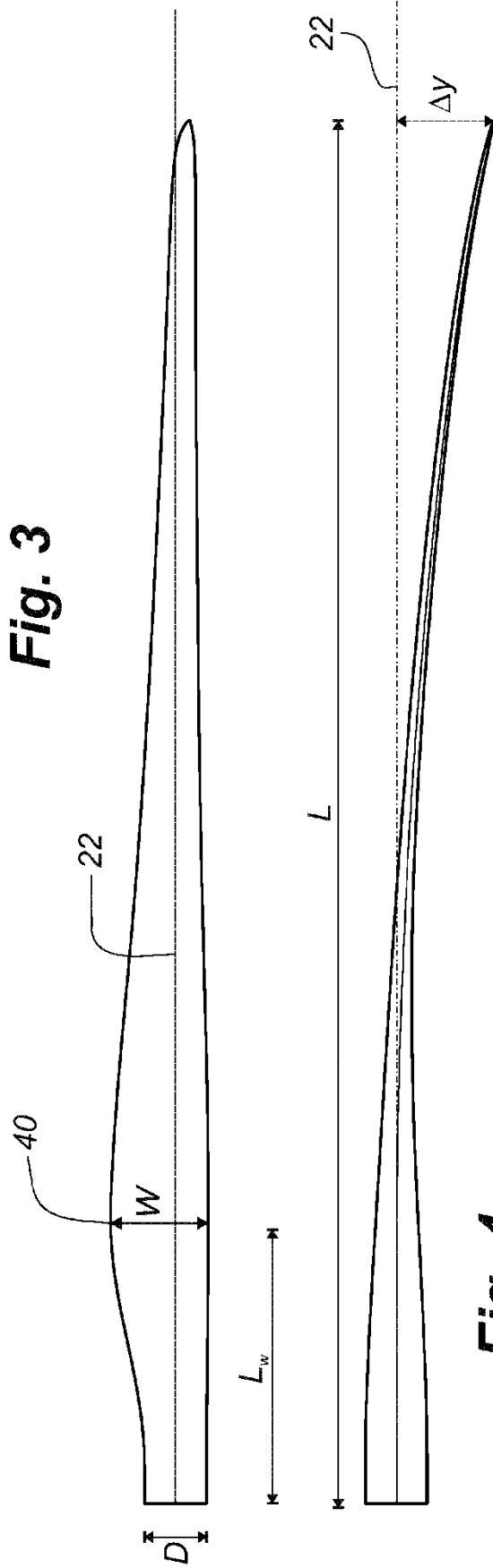


Fig. 4

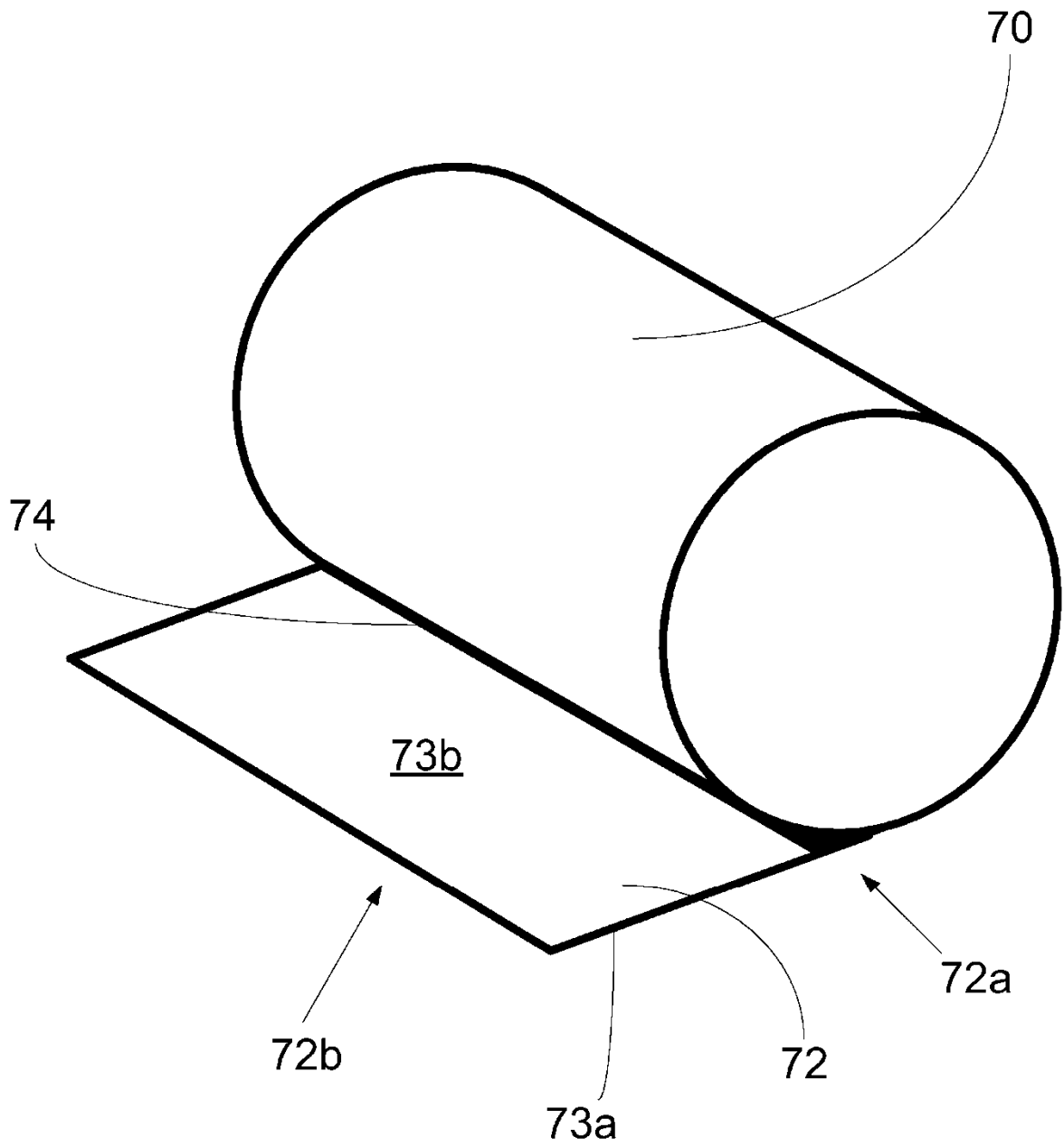


Fig. 5

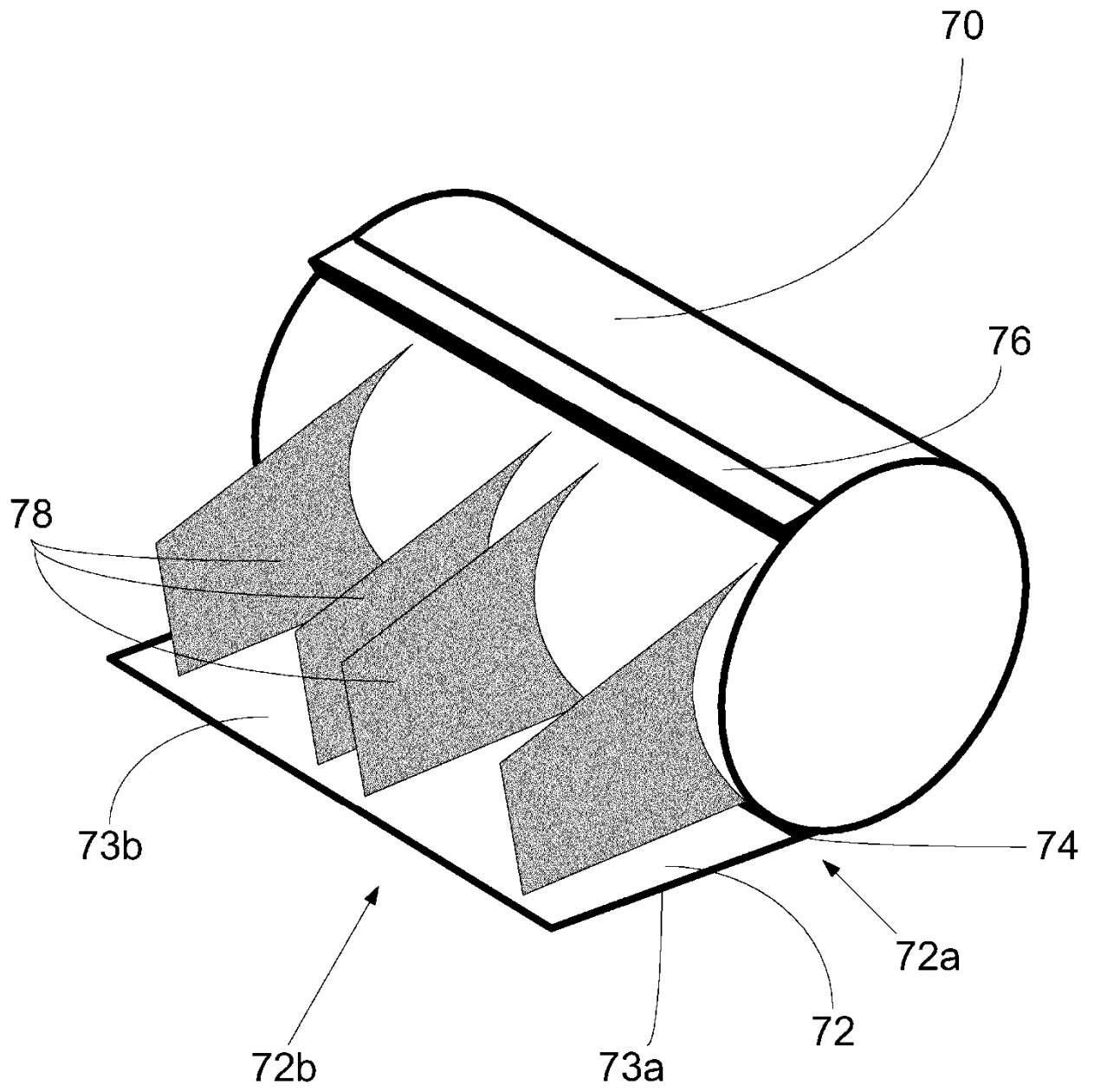


Fig. 6

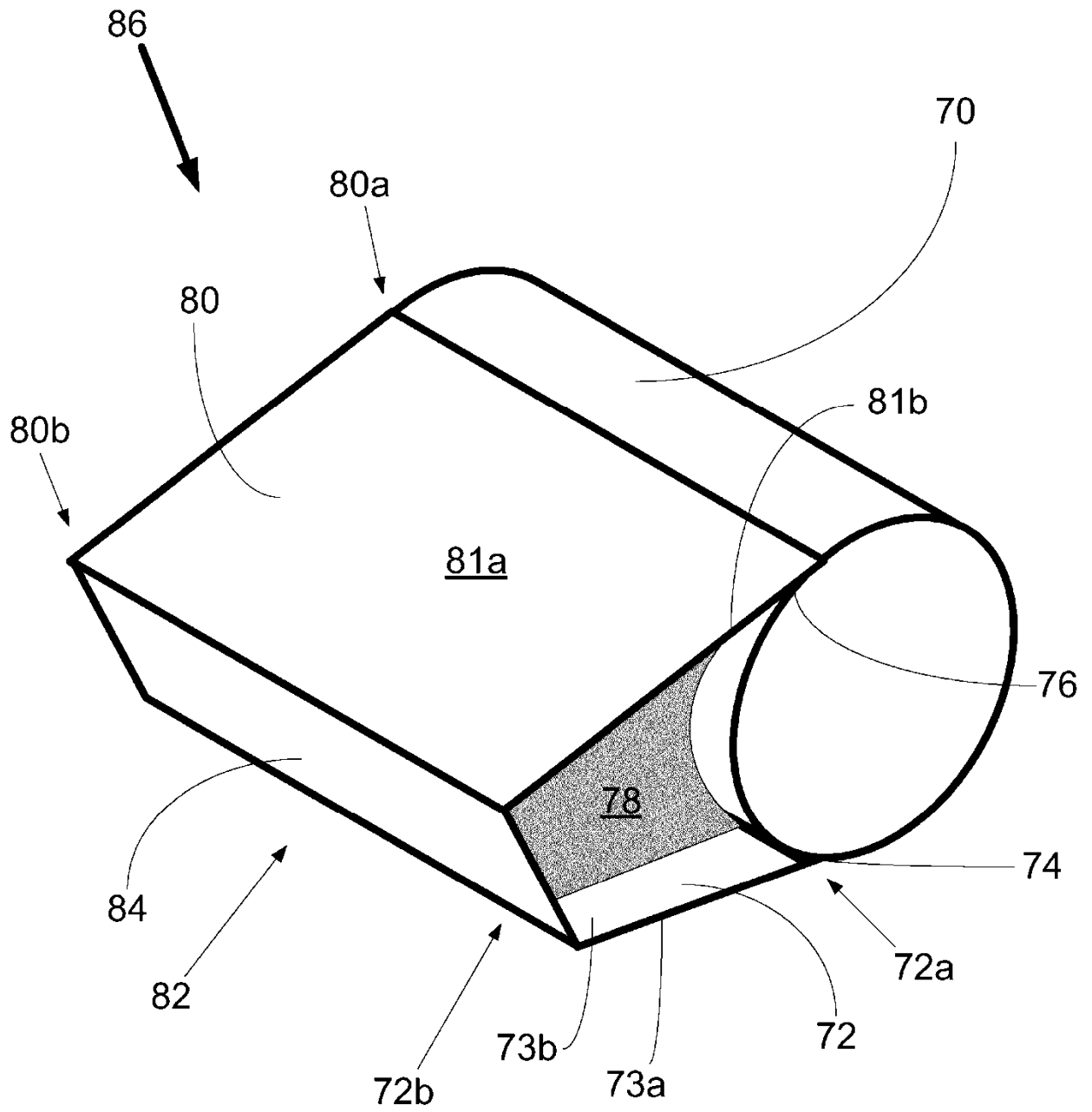


Fig. 7

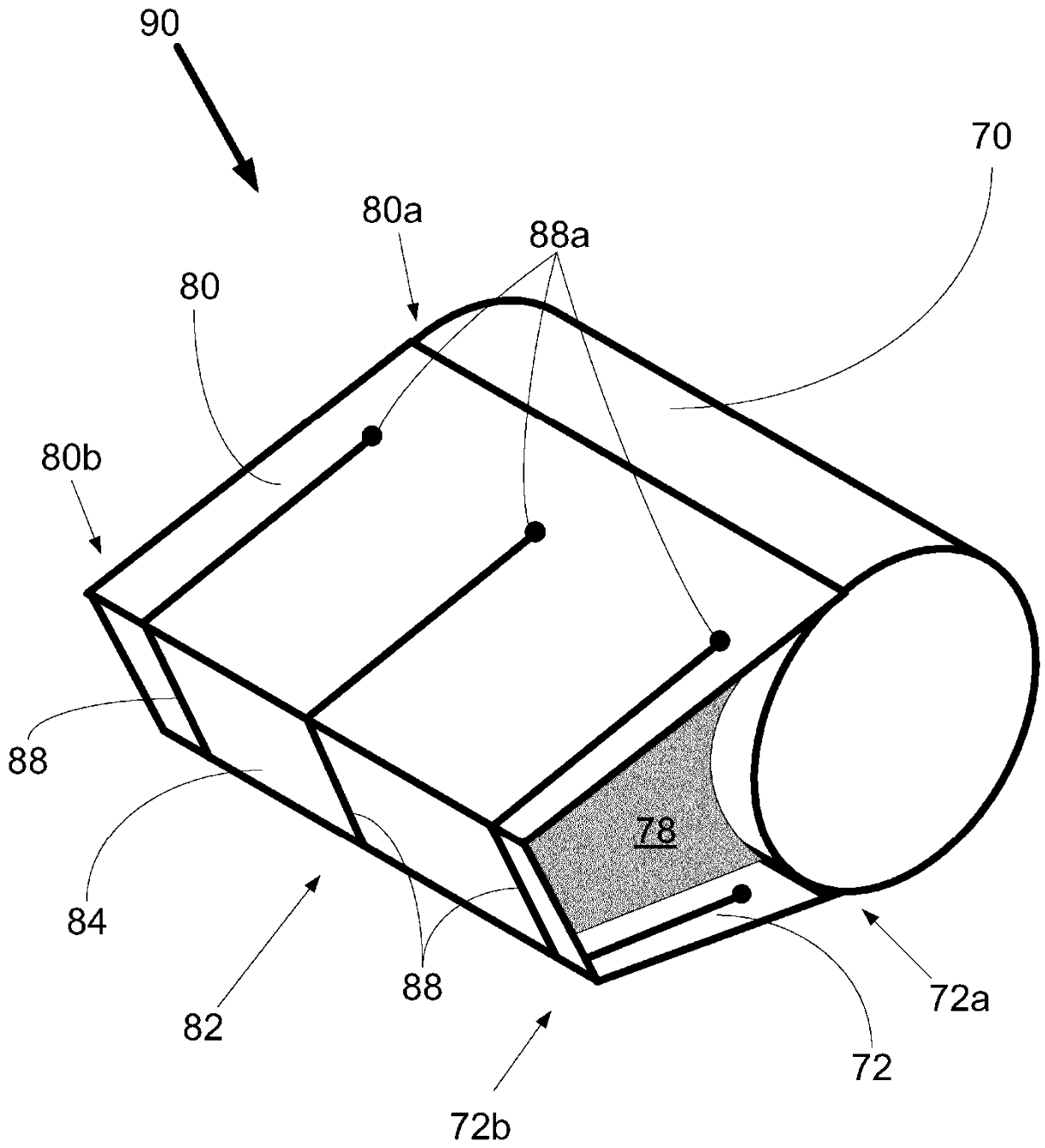


Fig. 8

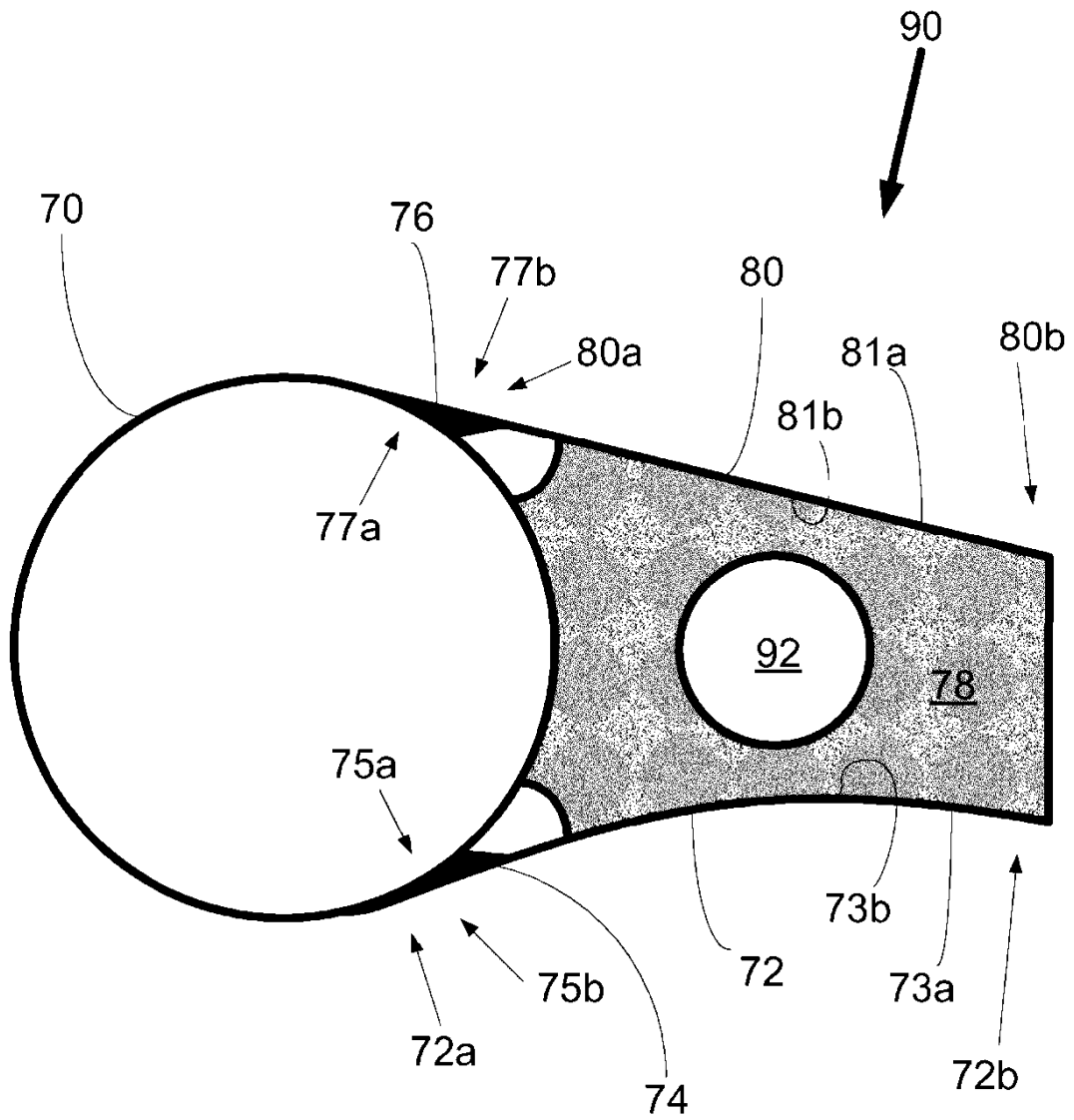


Fig. 9

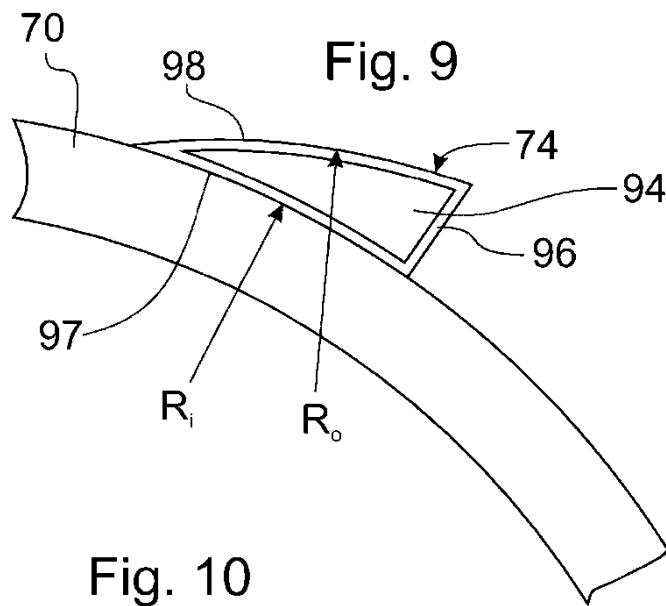


Fig. 10