

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 056**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2014** E 14190127 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019** EP 2868916

54 Título: **Expansores de cuerda para un conjunto de pala de rotor de un aerogenerador**

30 Prioridad:

31.10.2013 IN CH49132013

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

18.02.2020

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**VEDULA, RAMESH;
SAKEKAR, KUNAL UPENDRA;
LUEDKE, JONATHAN GLENN;
HERR, STEFAN;
RIDDELL, SCOTT GABELL y
BOOTH, MICHAEL CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 743 056 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

Expansores de cuerda para un conjunto de pala de rotor de un aerogenerador

5 Descripción

La presente materia se refiere, en general, a aerogeneradores y, más particularmente, a un extensor de cuerda para un conjunto de pala de rotor de un aerogenerador.

10 La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente disponibles en la actualidad, y los aerogeneradores han sido objeto de una mayor atención a este respecto. Un aerogenerador moderno suele incluir una torre, un generador, un reductor, una góndola y una o más palas de rotor. Las palas de rotor capturan energía cinética del viento utilizando principios de lámina conocidos y transmiten la energía cinética a través de energía de rotación para hacer girar un eje que conecta las palas de rotor a un reductor, o directamente al generador si no se utiliza un reductor. Después, el generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica que puede utilizarse en una red eléctrica. En US 2012/0027590, US2011/142665 y US 15 2012/0141269 se describen varios aerogeneradores, por ejemplo.

El tamaño particular de las palas del rotor de un aerogenerador es un factor importante que contribuye a la eficiencia general del aerogenerador. Específicamente, aumentos en la anchura o la cuerda de una pala de rotor generalmente pueden dar lugar a un aumento general de la producción de energía de un aerogenerador. Por ejemplo, una mayor longitud de cuerda puede resultar en una mayor relación sustentación/arrastre para una pala de rotor, aumentando, de este modo, el par de rotor correspondiente y, por lo tanto, la producción de energía para el aerogenerador. Sin embargo, las palas del rotor a menudo están sujetas a restricciones de diseño que sirven para limitar el tamaño total de cada pala, particularmente durante la fabricación y/o transporte de las palas del rotor. Por consiguiente, sería deseable proporcionar un medio para aumentar la longitud efectiva de la cuerda de la pala de rotor para mejorar su rendimiento a la vez que se contemplan las limitaciones de diseño relacionadas con la fabricación y el transporte.

Además, a medida que un aerogenerador funciona a lo largo del tiempo, el ensuciamiento de la superficie puede degradar el rendimiento de las palas del rotor. Específicamente, a medida que la superficie exterior de una pala de rotor se vuelve áspera, el rendimiento aerodinámico de la pala de rotor disminuye significativamente. En tal caso, sería deseable proporcionar un medio para aumentar el rendimiento de la pala de rotor a pesar de sus superficies rugosas.

35 En consecuencia, un extensor de cuerda que puede acoplarse por separado a una pala de rotor nueva o existente sería bien recibido en la tecnología.

Varios aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden quedar claros a partir de la descripción, o pueden derivarse al poner en práctica la invención.

40 La presente invención se define así por las reivindicaciones adjuntas.

Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de esta memoria, ilustran realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un aerogenerador;

50 La figura 2 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un conjunto de pala de rotor de acuerdo con aspectos de la presente materia;

La figura 3 ilustra una vista en sección transversal del conjunto de pala de rotor mostrado en la figura 2 tomada alrededor de la línea 3-3, que ilustra particularmente la sección transversal de una pala de rotor del conjunto de pala de rotor;

La figura 4 ilustra una vista en sección transversal del conjunto de pala de rotor mostrado en la figura 2 tomada alrededor de la línea 4-4, que ilustra particularmente un extensor de cuerda del conjunto de pala de rotor acoplado a la pala de rotor que se muestra en la figura 2 en su borde posterior;

60 La figura 5 ilustra una vista en perspectiva del extensor de cuerda mostrado en la figura 4;

La figura 6 ilustra una vista en sección transversal de otra realización de un extensor de cuerda acoplado a la pala de rotor mostrada en la figura 2 en su borde posterior;

5 La figura 7 ilustra una vista en sección transversal de otra realización de un extensor de cuerda acoplado a la pala de rotor mostrada en la figura 2 en su borde posterior;

La figura 8 ilustra una vista en perspectiva de todavía otra realización de un extensor de cuerda de acuerdo con aspectos de la presente materia; y

10 La figura 9 ilustra una vista en sección transversal del extensor de cuerda mostrado en la figura 8 acoplado a la pala de rotor mostrada en la figura 2 en su borde posterior.

15 Se hará referencia ahora en detalle a las realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se da a modo de explicación de la invención, no como limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden utilizarse con otra realización para llevar a cabo todavía otra realización. Por lo tanto, se pretende que la presente invención cubra dichas modificaciones y variaciones siempre que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20 En general, la presente materia va dirigida a extensores de cuerda para palas de rotor de un aerogenerador. Específicamente, en varias realizaciones, se describe un extensor de cuerda que puede instalarse en una pala de rotor en su borde posterior para servir como extensión o alargamiento de la longitud de la cuerda de la pala. Una extensión de este tipo de la longitud de cuerda efectiva de la pala generalmente puede mejorar la eficiencia operativa de la pala de rotor, por ejemplo, aumentando la relación sustentación/arrastre y/o la inducción axial de la pala de rotor. En varias realizaciones, puede variarse una o más características de diseño del extensor de cuerda (por ejemplo, la forma, la longitud de la cuerda, el ángulo de orientación, etc.) para mejorar el impacto operativo del extensor. Por ejemplo, en una realización particular, la longitud de la cuerda del extensor de cuerda puede variarse dependiendo de la posición en la que se instala la extensión a lo largo de la pala de rotor, tal como reduciendo la longitud de la cuerda a medida que la extensión de la cuerda se instala en posiciones más alejadas.

25 Además, tal como se describirá más adelante, el extensor de cuerda descrito puede incluir uno o más nervios de refuerzo que se proyecten hacia afuera desde una o más de sus superficies. En general, los nervios de refuerzo pueden estar configurados para proporcionar dureza y rigidez adicionales al extensor de cuerda permitiendo, de este modo, que el extensor de cuerda resista la carga aerodinámica que se produce a través de la pala de rotor durante el funcionamiento del aerogenerador. Además, el (los) nervio(s) de refuerzo también puede(n) estar configurado(s) para acoplarse directa y/o directamente contra el borde posterior de la pala de rotor, permitiendo, de este modo, que se genere una carga reactiva entre el borde posterior y el (los) nervio(s) para contrarrestar las cargas aerodinámicas que actúan sobre el extensor de cuerda.

30 Haciendo referencia ahora a los dibujos, la figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un aerogenerador 10. Tal como se muestra, el aerogenerador 10 generalmente incluye una torre 12 que se extiende desde una superficie de soporte 14, una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje giratorio 20 y por lo menos una pala de rotor 22 acoplada al buje 20 y que se extiende hacia afuera desde el mismo. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el rotor 18 incluye tres palas de rotor 22. Sin embargo, en realizaciones alternativas, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas de rotor 22. Cada pala de rotor 22 puede estar separada alrededor del buje 20 para facilitar el giro del rotor 18 para permitir que se transfiera energía cinética del viento a energía mecánica utilizable, y posteriormente, electricidad energía. Por ejemplo, el buje 20 puede estar acoplado de manera giratoria a un generador eléctrico (no mostrado) colocado dentro de la góndola 16 para permitir que se produzca energía eléctrica.

35 Haciendo referencia ahora las figuras 2 a 5, se ilustra una realización de un conjunto de pala de rotor 100 de acuerdo con aspectos de la presente materia. Específicamente, la figura 2 ilustra una vista en perspectiva del conjunto de pala de rotor 100, que ilustra particularmente una pala de rotor 102 y un(os) extensor(es) de cuerda 104, 106 del conjunto 100. Las figuras. 3 y 4 ilustran unas vistas en sección transversal del conjunto de palas de rotor 100 mostrado en la figura 2 tomadas alrededor de las líneas 3-3 y 4-4, respectivamente. Además, la figura 5 ilustra una vista en perspectiva de uno de los extensores de cuerda 104, 106 que se muestra en la figura 2.

40 En general, el conjunto de pala de rotor 100 puede incluir una pala de rotor 102 (por ejemplo, pala de rotor 22 de la figura 1) y uno o más extensores de cuerda 104, 106 acoplados a la pala de rotor 22 y que se extiendan hacia afuera de la misma. Tal como se describirá más adelante, el (los) extensor(es) de cuerda 104, 106 puede(n) estar configurado(s) generalmente para mejorar las capacidades de captura de energía de la pala de rotor 102. Por ejemplo, cada extensor de cuerda 104, 106 puede proporcionar un aumento efectivo de la longitud de la cuerda de la

5 pala de rotor 102 en la posición transversal en la que se encuentra instalado el extensor 104, 106, lo que aumenta la elevación y la inducción axial de la pala de rotor 102. Además, esta mayor longitud de cuerda efectiva también puede aumentar la relación sustentación/arrastre de la pala de rotor 102, dando como resultado un mayor par del rotor y, por lo tanto, una mayor extracción de energía para el aerogenerador 10. En consecuencia, al instalar uno o más de los extensores de cuerda 104, 106 descritos en una pala de rotor 102, la producción de energía anual (AEP) del aerogenerador 10 correspondiente puede mejorarse significativamente.

10 Tal como se muestra en la realización ilustrada, la pala de rotor 102 del conjunto de pala de rotor 100 puede incluir generalmente una raíz de pala 108 configurada para montarse o sujetarse de otro modo al buje 20 (figura 1) de un aerogenerador 10 y una punta de pala 110 dispuesta opuesta a la raíz 108 de la pala. Un cuerpo 112 de la pala de rotor 102 se extiende generalmente a lo largo entre la raíz de la pala 108 y la punta de la pala 110. El cuerpo 112 puede servir de cubierta/recubrimiento exterior de la pala de rotor 102.

15 Además, el cuerpo 112 de la pala de rotor 102 puede estar configurado generalmente para definir un perfil aerodinámico. Por ejemplo, en varias realizaciones, el cuerpo 112 puede definir una sección transversal con forma de perfil aerodinámico, tal como una sección transversal con forma de perfil aerodinámico simétrica o curvada. De este modo, tal como se muestra en las figuras 2 y 3, el cuerpo 112 puede definir un lado de presión 114 y un lado de succión 116 que se extienda entre el borde anterior y posterior 118, 120. Además, una superficie exterior 122 de la pala de rotor 102 puede definirse generalmente alrededor de su perímetro exterior a lo largo del lado de presión y de succión 114, 116.

20 Además, la pala de rotor 102 también puede presentar una extensión 124 que defina la longitud total de la pala 102 entre la raíz de la pala 108 y la punta de la pala 110 y una cuerda 126 que defina la longitud de la pala 102 entre el borde anterior y posterior 118, 120 en cada estación radial a lo largo de la extensión 124 (por ejemplo, medida a lo largo de la línea de cuerda discontinua 128 (figura 3)). Tal como se entiende generalmente, la cuerda 126 puede variar generalmente de longitud respecto a la extensión 124 cuando la pala de rotor 102 se extiende desde la raíz de la pala 108 hasta la punta de la pala 110.

30 Además, tal como se muestra particularmente en la figura 3, la pala de rotor 102 puede incluir por lo menos un elemento longitudinal 130 sustancialmente rígido configurado para proporcionar mayor dureza y rigidez a la pala de rotor 102. Por ejemplo, en varias realizaciones, el elemento longitudinal 130 puede incluir un par de refuerzos longitudinales 132 que se extiendan longitudinalmente, configurados para acoplarse contra superficies internas opuestas del lado de presión y succión 114, 116 de la pala 102. El elemento longitudinal 130 también puede incluir una o más bandas de corte 134 configuradas para extenderse entre los de refuerzos longitudinales 132 opuestos.

35 Tal como se ha indicado anteriormente, el conjunto de pala de rotor 100 también puede incluir uno o más extensores de cuerda 104, 106 instalados en la pala de rotor 102. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 2, el conjunto de pala de rotor 100 incluye dos extensores de cuerda instalados en el mismo (por ejemplo, un primer extensor de cuerda 104 y un segundo extensor de cuerda 106). Sin embargo, en otras realizaciones, la pala de rotor 102 puede incluir un único extensor de cuerda o tres o más extensores de cuerda instalados en la misma.

40 Cada extensor de cuerda 104, 106 puede estar configurado generalmente para instalarse en cualquier posición adecuada a lo largo de la extensión 124 de la pala de rotor 102. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 2, el primer extensor de cuerda 104 está instalado a lo largo de una parte interior 136 de la pala de rotor 102 (por ejemplo, en la posición en la que la pala de rotor 102 pasa de una sección transversal de forma cilíndrica a una sección transversal de forma aerodinámica o adyacente a la misma) mientras que el segundo extensor de cuerda 106 está instalado a lo largo de una parte exterior 138 de la pala de rotor 102.

45 En varias realizaciones, la parte interior 136 de la pala de rotor 102 puede corresponder a una sección transversal de la pala 102 que se extiende desde la raíz de la pala 108 a una posición transversal 140 determinada definida en la pala 102 y la parte exterior puede corresponder a una sección transversal de la pala 102 que se extiende desde la posición transversal 140 hasta la punta de la pala 110. En tales realizaciones, la posición transversal puede definirse, por ejemplo, a una distancia desde la raíz de la pala 108 que varíe entre aproximadamente un 30% y aproximadamente un 70% de la extensión 124 de la pala de rotor 102, tal como entre aproximadamente un 40% y aproximadamente un 60% de la extensión 124 o entre aproximadamente un 45% y aproximadamente un 55% de la extensión 124 y cualquier otro sub-intervalo entre los mismos.

50 Tal como se muestra en la figura 5, cada extensor de cuerda 104, 106 puede estar configurado generalmente para extenderse transversalmente entre un borde interior 142 y un borde exterior 144 y generalmente puede definir cualquier longitud transversal adecuada 146 entre su borde interior y exterior 142, 144. Por ejemplo, tal como se muestra en figura 2, la longitud transversal 146 de los extensores de cuerda 104, 106 corresponde generalmente a una pequeña parte de la extensión total 124 de la pala 102, tal como una longitud menor a un 10% de la extensión

124. Sin embargo, en otras realizaciones, la longitud 146 puede corresponder a una parte más grande de la extensión total 124 de la pala 102, tal como una longitud superior a un 10% de la extensión 124.

Adicionalmente, tal como se muestra en las figuras 4 y 5, cada extensor de cuerda 104, 106 puede incluir una parte de acoplamiento 148 configurada para acoplarse a la superficie exterior 122 de la pala de rotor 102 adyacente al borde posterior 120 y una parte de extensión 150 que se extiende hacia afuera desde la parte de acoplamiento 148 más allá del borde posterior 120 para proporcionar un aumento de la longitud efectiva de la cuerda de la pala de rotor 102. En general, la parte de acoplamiento 148 de cada extensor de cuerda 104, 106 puede estar configurada para acoplarse a la superficie exterior 122 definida por al menos uno del lado de presión 114 o el lado de succión 116 de la pala de rotor 102. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización ilustrada, la parte de acoplamiento 148 está configurada para acoplarse a la superficie exterior 122 a lo largo del lado de presión 114. Sin embargo, en otra realización, la parte de acoplamiento 148 puede estar configurada para acoplarse a la superficie exterior 122 a lo largo del lado de succión 116 de la pala de rotor 102. Además, tal como se describirá más adelante con referencia a las figuras 8 y 9, en otra realización, la parte de acoplamiento 148 puede estar configurada para acoplarse a la pala de rotor 102 a lo largo del lado de presión y de aspiración 114, 116.

Debe apreciarse que la parte de acoplamiento 148 de cada extensor de cuerda 104, 106 puede estar configurada generalmente para acoplarse a la pala de rotor 102 a lo largo de su lado de presión y/o de succión 114, 116 utilizando cualquier medio de acoplamiento adecuado conocido en la técnica. Por ejemplo, en una realización, entre la parte de acoplamiento 148 y la superficie exterior 122 de la pala de rotor 102 puede colocarse una capa de cinta adhesiva de espuma, cinta de doble cara o cualquier otro adhesivo adecuado para permitir que el extensor de cuerda 104, 106 se acople a la pala 102. En otra realización, la parte de acoplamiento 148 puede acoplarse a la pala de rotor 102 utilizando elementos de sujeción mecánicos adecuados o cualquier otro medio de fijación apropiado.

También debe apreciarse que la parte de acoplamiento 148 puede estar configurada generalmente para acoplarse a la superficie exterior 122 de la pala de rotor 102 a lo largo de cualquier longitud de acoplamiento adecuada 152 que se extienda entre un borde interior 154 del extensor de cuerda 104, 106 y el borde de salida 120 de la pala de rotor 102. Tal longitud 152 puede variarse generalmente dependiendo de numerosos factores, incluyendo, por ejemplo, la configuración exacta del extensor de cuerda 104, 106, así como las cargas aerodinámicas que actúan sobre la parte de extensión 150 del extensor 104, 106.

Haciendo referencia todavía a las figuras 4 y 5, la parte de extensión 150 de cada extensor de cuerda 104, 106 puede estar configurada generalmente para extenderse a lo largo de la cuerda entre un primer extremo 156 dispuesto adyacente al borde posterior 120 de la pala de rotor 102 y un segundo extremo 158 dispuesto opuesto al primer extremo 156. Adicionalmente, la parte de extensión 150 puede definir una superficie superior 160 y una superficie inferior 162 que se extiendan entre el primer y segundo extremo 156, 158. Tal como se muestra, la superficie superior 160 está definida generalmente a lo largo de la parte de extensión 150 para quedar orientada hacia la misma dirección general que el lado de succión 116 de la pala de rotor 102, mientras que la superficie inferior 162 está definida generalmente a lo largo de la parte de extensión 150 para quedar orientada hacia la misma dirección de generación que el lado de presión 114 de la pala 102.

En general, la parte de extensión 150 puede estar configurada para definir cualquier forma o perfil adecuado entre sus primer y segundo extremo 156, 158. Por ejemplo, en varias realizaciones, la parte de extensión puede estar configurada para definir un perfil curvo entre el primer y el segundo extremo 156, 158. Específicamente, tal como se muestra en la figura 4, la parte de extensión 150 es curvada de manera que su superficie inferior 162 define un perfil cóncavo entre el primer y el segundo extremo 156, 158. Sin embargo, en realizaciones alternativas, la parte de extensión 150 puede estar configurada para definir cualquier otro perfil curvo adecuado. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización alternativa de la figura 6, la parte de extensión 150 es curvada de manera que su superficie inferior 162 define un perfil convexo entre el primer y el segundo extremo 156, 158. Alternativamente, la parte de extensión 150 puede estar configurada para definir un perfil recto entre su primer y segundo extremo 156, 158. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización adicional de la figura 7, la parte de extensión 150 se extiende entre su primer y segundo extremo 156, 158 a lo largo de una línea recta.

Adicionalmente, debe apreciarse que la parte de extensión 150 puede estar configurada generalmente para definir cualquier longitud de cuerda apropiada 164 entre su primer y segundo extremo 156, 158. Sin embargo, en varias realizaciones, la longitud de cuerda puede variar generalmente entre aproximadamente un 5% de la cuerda local 126 de la pala de rotor 102 en la posición a lo largo de la extensión de la cuerda 104, 106 a aproximadamente un 20% de la cuerda local 126, tal como desde entre aproximadamente un 5% y aproximadamente un 15% de la cuerda local 126 o desde aproximadamente un 10% y aproximadamente un 20% de la cuerda local 126 y cualquier otro sub-intervalo entre ellos.

Además, en varias realizaciones de la presente materia, la longitud de la cuerda 164 de la parte de extensión 150 puede variar dependiendo de la posición transversal en la que el extensor de cuerda 104, 106 está instalado a lo

largo de la pala de rotor 102. Por ejemplo, en una realización particular, el porcentaje de la cuerda local 126 correspondiente a la longitud de la cuerda 164 puede disminuir a medida que cada extensor de cuerda 104, 106 se instala más hacia afuera a lo largo de la extensión 124 de la pala de rotor 102. En tal realización, haciendo referencia de nuevo a la figura 2, el primer extensor de cuerda 104 puede estar configurado para definir una longitud de cuerda 164 como un porcentaje de la cuerda local 126 en su posición interior hacia dentro que es mayor que la longitud de cuerda 164 definida por el segundo extensor de cuerda 106 como un porcentaje de la cuerda local 126 en su posición exterior. Por ejemplo, el primer extensor de cuerda 104 puede estar configurado para definir una longitud de cuerda 164 que varía entre aproximadamente un 10% y aproximadamente un 20% de la cuerda local 126 correspondiente, mientras que el segundo extensor de cuerda 106 puede estar configurado para definir una longitud de cuerda 126 que varía entre aproximadamente un 5 % y aproximadamente un 15% de la cuerda local correspondiente 126.

Adicionalmente, en varias realizaciones, la parte de extensión 150 de cada extensor de cuerda 104, 106 puede estar orientada en un ángulo respecto a una línea de cuerda de referencia 168 que se extienda paralela a la línea de cuerda 142 (figura 2) de la pala de rotor 102. Tal como se muestra en la figura 4 (así como en las figuras 6 y 7), el ángulo 166 puede estar definido entre la línea de cuerda de referencia 168 y una línea de referencia recta 170 que se extienda directamente entre el primer y el segundo extremo 156, 158 de la parte de extensión 150. En la realización, el ángulo 166 puede variar generalmente entre aproximadamente 5 grados y aproximadamente 30 grados, tal como entre aproximadamente 10 grados y aproximadamente 25 grados o entre aproximadamente 15 grados y aproximadamente 25 grados y cualquier otro sub-intervalo entre ellos. Debe apreciarse que, en la realización ilustrada, la parte de extensión 150 está inclinada desde el borde posterior 120 en la dirección del lado de presión 114 de la pala de rotor 102. Sin embargo, en otra realización, la parte de extensión 150 puede estar inclinada desde el borde posterior 120 en la dirección del lado de succión 116 de la pala de rotor 102.

Además, en varias realizaciones, cada extensor de cuerda 104, 106 puede incluir uno o más nervios de refuerzo 172 que se proyecten hacia afuera desde la parte de extensión 150. En general, el/los nervio(s) de refuerzo 172 puede(n) estar configurado(s) para proporcionar dureza y rigidez adicionales al extensor de cuerda 104, 106. Específicamente, cuando el extensor de cuerda 104, 106 se somete a una carga aerodinámica mientras el conjunto de pala de rotor 100 está girando durante el funcionamiento del aerogenerador 10, la parte de extensión 150 puede tender a inclinarse o flexionar en la dirección del lado de succión 116 de la pala 102 debido a las cargas aerodinámicas (indicado por flechas 174 en la figura 4) aplicadas contra su superficie inferior 162. De este modo, al disponer el (los) nervio(s) de refuerzo 172 a lo largo de por lo menos parte de la longitud de la cuerda 164 del extensor de cuerda 104, 106, los nervios 172 pueden servir para reducir el pandeo o flexión que se produce cuando la parte de extensión 150 se somete a una carga aerodinámica.

Tal como se muestra en la figura 5, en una realización, el extensor de cuerda 104, 106 incluye una pluralidad de nervios de refuerzo 172 que se proyectan hacia fuera desde la superficie superior 160 de la parte de extensión 150. Sin embargo, en otra realización, los nervios de refuerzo 172 pueden estar configurados para proyectarse hacia fuera desde la superficie inferior 172 de la parte de extensión 150. Debe apreciarse que, aunque el extensor de cuerda 104, 106 mostrado en la figura 5 se muestra incluyendo un número específico de nervios de refuerzo 172 que presentan una separación determinada definida entre cada par de nervios adyacentes 172, el extensor de cuerda 104, 106 generalmente puede incluir cualquier número adecuado de nervios de refuerzo 172 que presenten cualquier separación apropiada entre sí a lo largo la longitud transversal 140 del extensor de cuerda 104, 106. Por ejemplo, tal como se describirá a continuación con referencia a las figuras 8 y 9, cada extensor de cuerda 104, 106 puede incluir simplemente un solo nervio 172 que se proyecte hacia afuera desde una superficie de la parte de extensión 150.

Adicionalmente, tal como se muestra en la realización ilustrada, cada nervio de refuerzo 172 puede estar configurado generalmente para extenderse a lo largo de la superficie superior 160 de la parte de extensión 150 entre un primer extremo del nervio 176 y un segundo extremo del nervio 178. En varias realizaciones, una cara extrema 180 definida en el primer extremo del nervio 176 puede estar configurada para quedar dispuesta directamente adyacente y/o en contacto con el borde posterior 120 de la pala de rotor 102. Como tales, los nervios 172 pueden estar configurados para servir de topes mecánicos para el extensor de cuerda 104, 106 contra la pala de rotor 102. Específicamente, a medida que las cargas aerodinámicas 174 empujan la parte de extensión 150 en la dirección del lado de succión 116 de la pala de rotor 102, la cara extrema 180 del primer extremo del nervio 176 puede estar configurada para contactar o de otro modo acoplarse contra el borde posterior 120 limitando, de este modo, el movimiento adicional de la parte de extensión 150 y proporcionando una carga reactiva para contrarrestar las cargas aerodinámicas 174.

Debe apreciarse que, en una realización, la cara extrema 180 del primer extremo del nervio 176 puede estar configurada para definir una forma o perfil que se ajuste generalmente a la forma o perfil del borde posterior 120. Alternativamente, la cara extrema 180 puede estar configurada para definir cualquier forma o perfil adecuado, independientemente de la forma o perfil del borde posterior 120.

Adicionalmente, cada nervio de refuerzo 172 puede estar configurado para definir una longitud del nervio a lo largo de la cuerda 182 (figura 4) entre su primer y segundo extremo 176, 178 y una anchura del nervio transversal 184 (figura 5) que se extiende transversalmente a la longitud del nervio 182. Tal como se muestra en la realización ilustrada, cada nervio de refuerzo 172 puede estar configurado de manera que su longitud del nervio a lo largo de la cuerda 182 sea mayor que su anchura del nervio transversal 184. Sin embargo, tal como se describirá más adelante con referencia a las figuras 8 y 9, en una realización alternativa, cada nervio de refuerzo 172 puede estar configurado de manera que su longitud del nervio a lo largo de la cuerda 182 sea menor que su anchura del nervio transversal 184. Por ejemplo, en una realización, en lugar de estar orientado longitudinalmente en la dirección a lo largo de la cuerda, uno o más de los nervios de refuerzo 172 pueden estar orientados longitudinalmente en la dirección transversal.

Además, tal como se muestra particularmente en la figura 4, cada nervio de refuerzo 172 puede estar configurado para definir una altura 186 por encima de la superficie superior 160 de la parte de extensión 150. En varias realizaciones, la altura 186 puede estrecharse a medida que cada nervio 172 se extiende longitudinalmente entre su primer y segundo extremo 176, 178. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización ilustrada, la altura 186 disminuye continuamente desde el primer extremo 176 hasta el segundo extremo 178 de cada nervio 172. Como tal, la altura máxima de cada nervio de refuerzo 172 generalmente puede estar situada en su primer el extremo 176, mejorando, de este modo, la capacidad de cada nervio 172 para servir de tope mecánico contra el borde posterior 120 de la pala del rotor 102.

Debe apreciarse que, en varias realizaciones, la altura máxima 186 de cada nervio 172 puede ser menor o igual a la altura 121 (figura 3) de la pala de rotor 102 en el borde posterior 120. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización ilustrada, cada nervio 172 define una altura máxima 186 que es sustancialmente igual a la altura 121 del borde posterior 120. Alternativamente, la altura máxima 186 de cada nervio 172 puede ser mayor que la altura 121 del borde posterior 120.

También, debe apreciarse que la parte de acoplamiento y de extensión 148, 150 de cada extensor de cuerda 104, 106 también pueden definir un grosor o altura 187 (figura 4). En varias realizaciones, la altura 187 puede ser constante a lo largo de las partes de acoplamiento y de extensión 148, 150. Alternativamente, la altura 187 puede variar en una o más posiciones a lo largo de la parte de acoplamiento 148 y/o la parte de extensión 150. Además, en una realización, la relación entre la altura máxima 186 de cada nervio 172 y la altura 187 de la parte de acoplamiento y/o de extensión 148, 150 puede variar entre 100:1 y aproximadamente 1:1, tal como entre aproximadamente 50:1 y aproximadamente 1:1 o entre 10:1 y aproximadamente 2:1 y cualquier otro sub-intervalo entre los mismos.

Haciendo referencia ahora a las figuras 8 y 9, se ilustran unas vistas de otra realización de un extensor de cuerda 204 de acuerdo con aspectos de la presente materia. Específicamente, la figura 8 ilustra una vista en perspectiva del extensor de cuerda 204 y la figura 9 ilustra una vista en sección transversal del extensor de cuerda 204 instalado en la pala de rotor 102 mostrada en la figura 2.

En general, el extensor de cuerda 204 puede estar configurado de manera similar a los extensores de cuerda 104, 106 descritos anteriormente con referencia a las figuras 2-7. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 8, el extensor de cuerda 204 puede estar configurado para extenderse transversalmente entre un borde interior 242 y un borde exterior 244 y generalmente puede definir cualquier longitud transversal adecuada 246 entre su borde interior y exterior 242, 244. Adicionalmente, el extensor de cuerda 204 puede incluir una parte de acoplamiento 248 configurada para acoplarse a una superficie exterior 122 de la pala de rotor 102 adyacente al borde posterior 120 y una parte de extensión 250 que se extienda hacia fuera desde la parte de acoplamiento 248 más allá del borde posterior 220.

De manera similar a las realizaciones descritas anteriormente, la parte de extensión 250 puede estar configurada para extenderse a lo largo de la cuerda entre un primer extremo 256 dispuesto adyacente al borde posterior 120 de la pala de rotor 102 y un segundo extremo 258 dispuesto opuesto al primer extremo 256 y también puede definir una superficie superior 260 y una superficie inferior 262 que se extienda entre el primer y el segundo extremo 256, 258. Además, la parte de extensión 250 puede estar configurada para definir cualquier forma o perfil adecuado entre su primer y segundo extremo 256, 258, por ejemplo, curvándose de modo que su superficie inferior 262 defina un perfil cóncavo (tal como se muestra en las figuras 8 y 9) o un perfil convexo entre el primer y el segundo extremo 256, 258 o definiendo un perfil recto entre el primer y el segundo extremo 256, 258. Además, la parte de extensión 250 puede estar configurada generalmente para definir cualquier longitud de cuerda adecuada 264 (figura 9) entre su primer y segundo extremo 256, 258 (por ejemplo, una longitud que varíe entre aproximadamente un 5% y aproximadamente un 20% de la cuerda local 126 de la pala de rotor 102), que puede variar, por ejemplo, dependiendo de la posición transversal en la cual está instalado el extensor 204 a lo largo de la pala 102. Además, en varias realizaciones, la parte de extensión 250 puede estar orientada en un ángulo 266 relativo a una línea de cuerda de referencia 268 que

se extienda paralela a la línea de cuerda 142 (la figura 2), tal como un ángulo que varíe entre aproximadamente 5 grados y aproximadamente 30 grados en la dirección del lado de presión 114 de la pala de rotor 102.

5 Sin embargo, a diferencia de la realización descrita anteriormente con referencia a las figuras 2-7, la parte de acoplamiento 248 del extensor de cuerda 204 está configurada para acoplarse a las superficies exteriores 122 definidas por el lado de presión y aspiración 114, 115 de la pala de rotor 102. Específicamente, tal como se muestra en las figuras 8 y 9, la parte de acoplamiento 248 define una configuración bifurcada e incluye una primera sección de conexión 290 configurada para acoplarse a lo largo del lado de presión 114 de la pala de rotor 102 y una segunda sección de conexión configurada para acoplarse a lo largo del lado de succión 116 del la pala de rotor 102, juntándose o cruzándose la primera y la segunda sección de acoplamiento 290, 292 directamente adyacentes al borde posterior 120 (es decir, en el primer extremo 256 de la parte de extensión 250). Por ejemplo, tal como se muestra particularmente en la figura 9, la segunda sección de acoplamiento 292 puede definir un perfil escalonado 294 en el borde posterior 120 de manera que la segunda sección de conexión 202 se extienda hacia abajo adyacente al borde posterior 120 para unirse a la primera sección de acoplamiento 292 en el primer extremo 256 de la extensión posición 250.

20 Debe apreciarse que, de manera similar a la parte de acoplamiento 148 descrita anteriormente, la primera y la segunda sección de acoplamiento 290, 292 pueden estar configuradas generalmente para acoplarse a la pala de rotor 102 a lo largo de su lado de presión y de succión 114, 116 utilizando cualquier medio de acoplamiento adecuado. conocido en la técnica, tal como mediante el uso de adhesivo(s) adecuado(s), elementos de sujeción mecánicos y/o cualquier otro medio de fijación adecuado. También debería apreciarse que, en una realización, el extensor de cuerda 205 mostrado en las figuras 8 y 9 pueden estar formado como un componente único integral. Alternativamente, el extensor de cuerda 204 puede estar formado por dos o más componentes separados. Por ejemplo, en una realización, la primera sección de acoplamiento 290 junto con la parte inferior de la parte de extensión 250 puede estar formada como un componente, mientras que la segunda sección de acoplamiento 292 junto con la parte superior de la parte de extensión 250 pueden estar formadas juntas como un componente separado. En tal realización, el componente superior e inferior separados pueden acoplarse entre sí para formar el extensor de cuerda 204 ilustrado.

30 Adicionalmente, el extensor de cuerda 204 también puede incluir uno o más nervios 272 configurados para proporcionar dureza y rigidez adicional a la parte de extensión 250. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización ilustrada, el extensor de cuerda 204 incluye un único nervio de refuerzo 272 que se proyecta hacia afuera desde una superficie de la parte de extensión 250 (por ejemplo, la superficie superior 260). Sin embargo, en otras realizaciones, el extensor de cuerda 204 puede incluir dos o más nervios de refuerzo 272 que se proyecten hacia el exterior desde la superficie superior y/o inferior 260, 262 de la parte de extensión 250.

40 En general, el nervio de refuerzo 272 puede estar configurado de la misma manera o similar a la de los nervios de refuerzo 172 descritos anteriormente. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 8 y 9, el nervio de refuerzo 272 puede estar configurado generalmente para extenderse a lo largo de la cuerda a lo largo de la superficie superior 260 de la parte de extensión 250 entre un primer extremo del nervio 276 y un segundo extremo del nervio 278, estando dispuesto el primer extremo del nervio 276 adyacente al borde posterior 120 de la pala de rotor 102. Específicamente, tal como se muestra en la figura 9, el nervio de refuerzo 272 puede estar configurado de manera que su primer extremo del nervio 276 se extienda contra el perfil escalonado 284 definido por la segunda sección de acoplamiento 292 en el borde posterior 120 o formado solidario del mismo. Como tal, cuando el extensor de cuerda 204 está cargado aerodinámicamente (indicado por las flechas 174), puede aplicarse una carga reactiva en el borde posterior 120 a través del nervio de refuerzo 272 para proporcionar rigidez a la parte de extensión 250.

50 Además, el nervio de refuerzo 272 puede estar configurado para definir una longitud del nervio a lo largo de la cuerda 282 (figura 8) entre su primer y segundo extremo 278, 280 y una anchura del nervio 284 (figura 8) que se extiende transversal a la longitud del nervio a lo largo de la cuerda 282. Tal como se muestra en la figura 8, a diferencia de la realización descrita anteriormente, el nervio de refuerzo 272 está configurado de manera que su longitud del nervio a lo largo de la cuerda 282 es menor que su anchura del nervio transversal 272.

55 Además, tal como se muestra particularmente en la figura 8, el nervio de refuerzo 272 puede estar configurado para definir una altura 286 por encima de la superficie 260 de la parte de extensión 250. En varias realizaciones, la altura 286 puede estrecharse a medida que el nervio de refuerzo 272 se extiende longitudinalmente entre su primer y segundo extremo 276, 278. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización ilustrada, la altura 286 disminuye continuamente desde el primer extremo 276 hasta el segundo extremo 278 del nervio de refuerzo 272.

60 Debe apreciarse que los diversos extensores de cuerda 104, 106, 204 de la presente materia pueden formarse generalmente a partir de cualquier material adecuado que permita que los extensores funcionen tal como se ha descrito aquí. Por ejemplo, en varias realizaciones, cada extensor de cuerda 104, 106, 204 puede formarse a partir de un material relativamente duro o rígido, tal como un compuesto laminado reforzado con fibra, un material

polimérico o un metal. Sin embargo, en otras realizaciones, los extensores de cuerda 104, 106, 204 pueden formarse a partir de cualquier otro material adecuado.

5 También debe apreciarse que los extensores de cuerda 104, 106, 204 descritos también pueden utilizarse en combinación con otras características de superficie para la pala de rotor 102. Por ejemplo, en una realización, los extensores de cuerda 104, 106, 204 pueden utilizarse en combinación con uno o más generadores de vórtice acoplados a la superficie exterior 122 de la pala de rotor 102. Además, dichas características de superficie también pueden utilizarse en los extensores de cuerda 104, 106, 204. Por ejemplo, en una realización, características de superficie, tales como generadores de vórtice, pueden acoplarse y/o formarse sobre la superficie inferior 162 o la
10 superficie superior 160 de la parte de extensión 150.

Adicionalmente, debe apreciarse que, aunque los extensores de cuerda 104, 106, 204 descritos se han explicado aquí incluyendo uno o más nervios de refuerzo 172, 272, los extensores de cuerda 104, 106, 204 pueden incluir simplemente las partes de acoplamiento y extensión 148, 150, 248, 250 sin ningún nervio de refuerzo 172, 272. En
15 tal realización, las partes de acoplamiento y extensión 148, 150, 248, 250 pueden estar configuradas generalmente de la misma manera o similar a la descrita anteriormente.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para describir la invención, incluyendo el modo preferido, y también para permitir que cualquier persona experta en la materia pueda poner en práctica la invención, incluyendo la fabricación y uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier método incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que encuentren los expertos en la materia. Se pretende que tales otros ejemplos estén dentro del alcance de las reivindicaciones si incluyen elementos
20 estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de pala de rotor (100) para un aerogenerador (10), comprendiendo el conjunto de pala de rotor:

5 una pala de rotor (22) que se extiende longitudinalmente entre una raíz (108) y una punta (110), incluyendo la pala de rotor (22) un lado de presión (114) y un lado de succión (116) que se extiende entre un borde anterior (118) y un borde posterior (120); y
 un extensor de cuerda (104, 106) que se extiende transversalmente entre un borde interior (142) y un borde exterior (144) para extender la longitud de la cuerda de la pala de rotor (22) con el fin de mejorar la eficiencia operativa de la misma, incluyendo el extensor de cuerda (104, 106) una parte de acoplamiento (148) acoplada a por lo menos uno del lado de presión (114) o el lado de succión (116) y una parte de extensión (150) que se extiende hacia afuera desde la parte de acoplamiento (148) más allá del borde posterior (120), extendiéndose la parte de extensión (150) a lo largo de la cuerda entre un primer extremo dispuesto adyacente al borde posterior (120) y un segundo extremo dispuesto opuesto al primer extremo, incluyendo la parte de extensión (150) una superficie definida entre el primer y el segundo extremo, incluyendo la parte de extensión (150), además, por lo menos un nervio de refuerzo (172) que se proyecta hacia afuera desde la superficie de la parte de extensión, configurado para proporcionar dureza y rigidez al extensor de cuerda, en el que el por lo menos un nervio de refuerzo (172) se extiende a lo largo de la superficie de la parte de extensión entre un primer extremo del nervio (176) y un segundo extremo del nervio (178), estando dispuesto el primer extremo del nervio directamente adyacente al borde posterior (120) y en el que una cara extrema del primer extremo del nervio (172) está configurada para acoplarse contra el borde posterior (120) de la pala de rotor cuando se aplica una carga aerodinámica contra la parte de extensión (150),

caracterizado por el hecho de que

25 el segundo extremo (158) de la parte de extensión (150) define un borde exterior recto que se extiende desde el borde interior (142) hasta el borde exterior (144).

2. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la superficie corresponde a una superficie superior de la parte de extensión (150), estando orientada la superficie superior sustancialmente en la misma dirección que el lado de succión de la pala de rotor (22).

3. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que por lo menos un nervio (172) se proyecta hacia el exterior hasta una altura por encima de la superficie, estrechándose la altura a medida que el por lo menos un nervio (172) se extiende longitudinalmente a lo largo de la superficie entre el primer y el segundo extremo del nervio.

4. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que en el primer extremo del nervio se define una altura máxima del por lo menos un nervio (172).

5. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que una anchura transversal del por lo menos un nervio (172) es mayor que una longitud de la cuerda de por lo menos un nervio.

6. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que una anchura transversal del por lo menos un nervio (172) es menor que una longitud de la cuerda del por lo menos un nervio.

7. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además, una pluralidad de nervios (172) que se proyectan hacia el exterior desde la superficie, estando separados entre la pluralidad de nervios sí a lo largo de una longitud transversal de la parte de extensión.

8. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la parte de acoplamiento (148) comprende una primera sección de acoplamiento acoplada al lado de presión (114) de la pala de rotor (22) y una segunda sección de acoplamiento acoplada al lado de succión (116) de la pala de rotor (22), cruzándose la primera y la segunda sección de acoplamiento en el primer extremo de la parte de extensión.

9. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la parte de extensión (150) define un perfil recto o un perfil curvo entre el primer y el segundo extremo.

10. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que el perfil curvo corresponde a un perfil cóncavo o un perfil convexo.

5 11. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la parte de extensión (150) define una longitud de la cuerda entre el primer y el segundo extremo, variando la longitud de la cuerda entre un 5% y un 20% de una cuerda local de la pala de rotor (22) definida en el extensor de cuerda (104, 106).

10 12. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el extensor de cuerda (104, 106) se extiende transversalmente a lo largo de una parte exterior de la pala de rotor (22), variando la longitud de la cuerda entre un 5% y un 15% de la cuerda local.

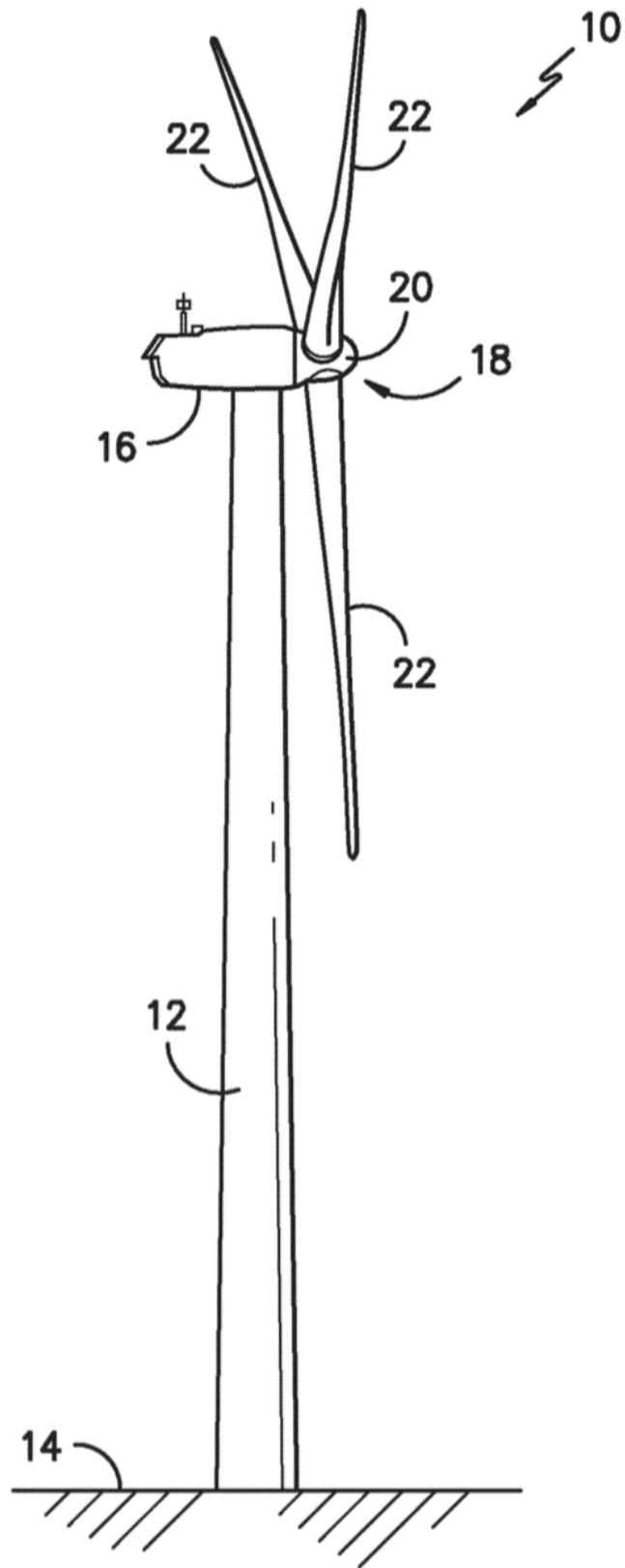
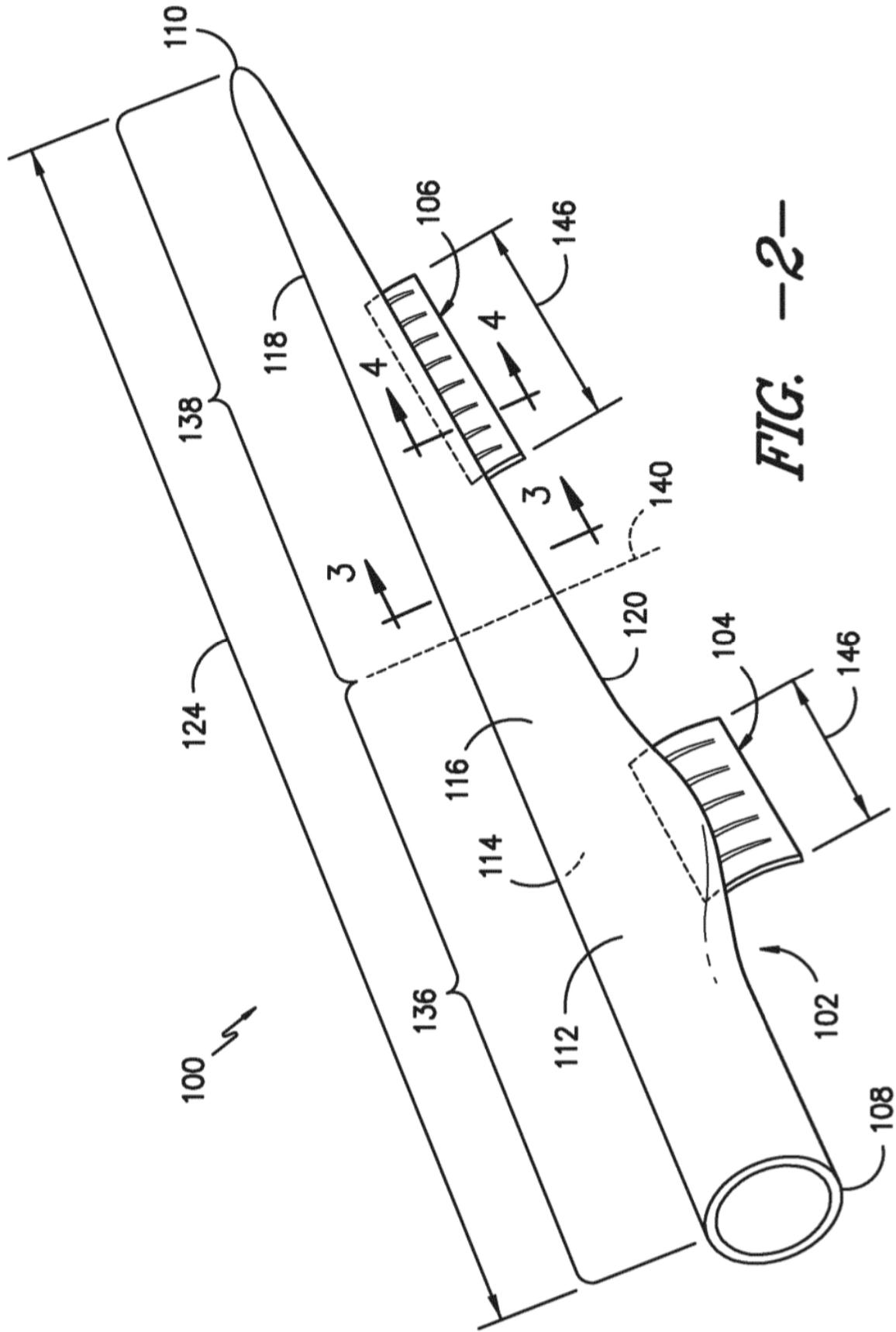


FIG. -1-



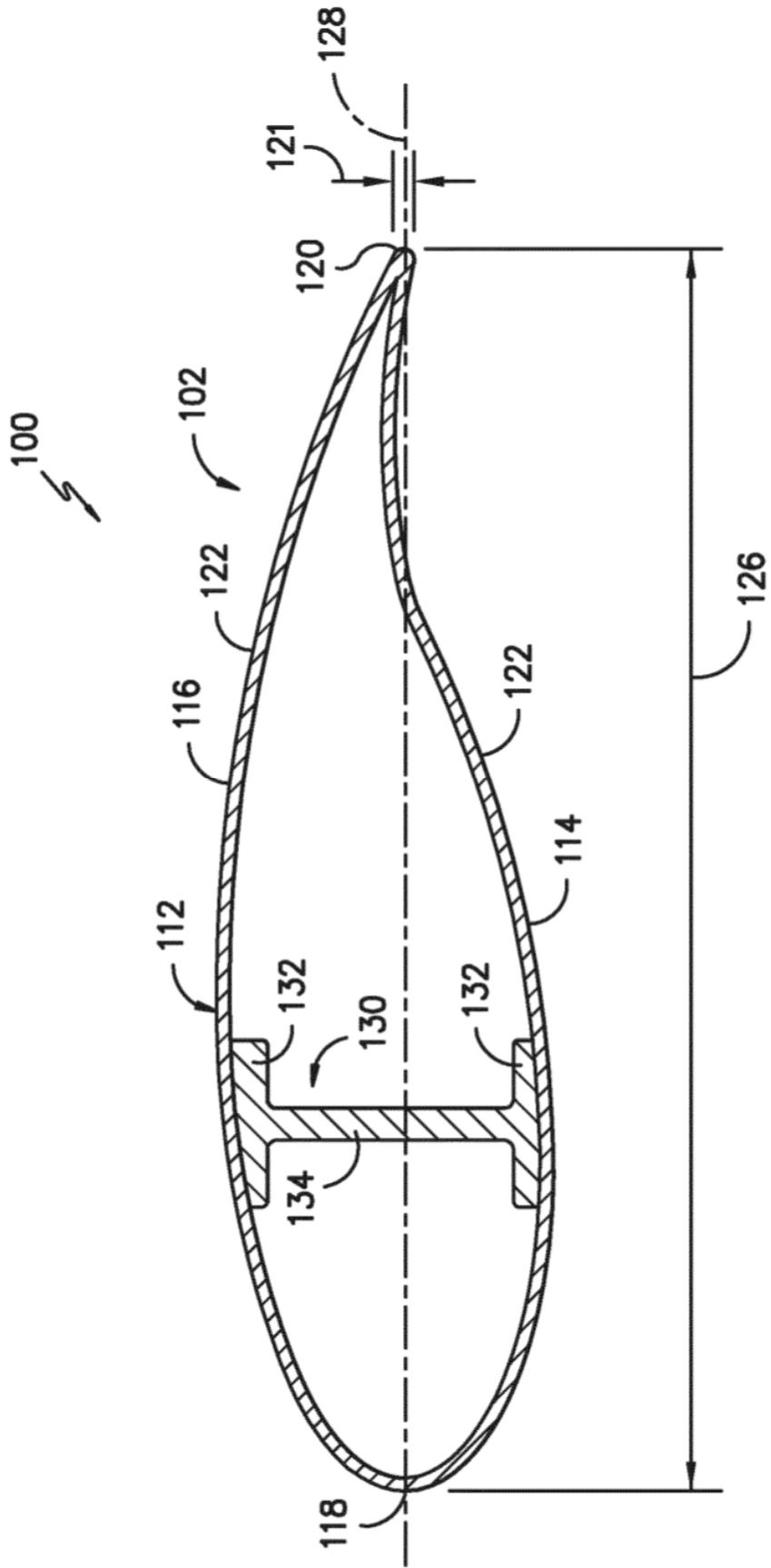


FIG. -3-

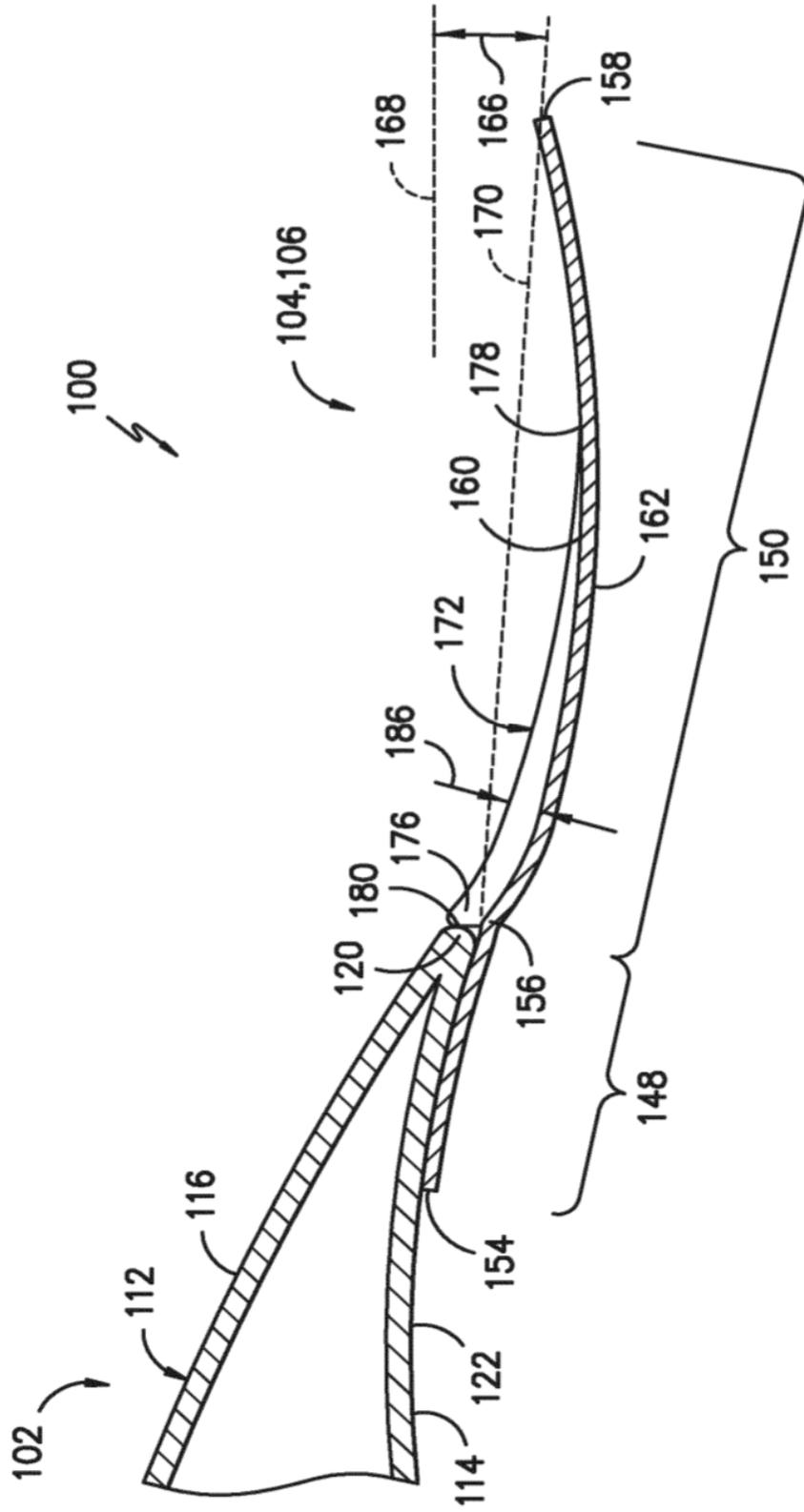


FIG. -6-

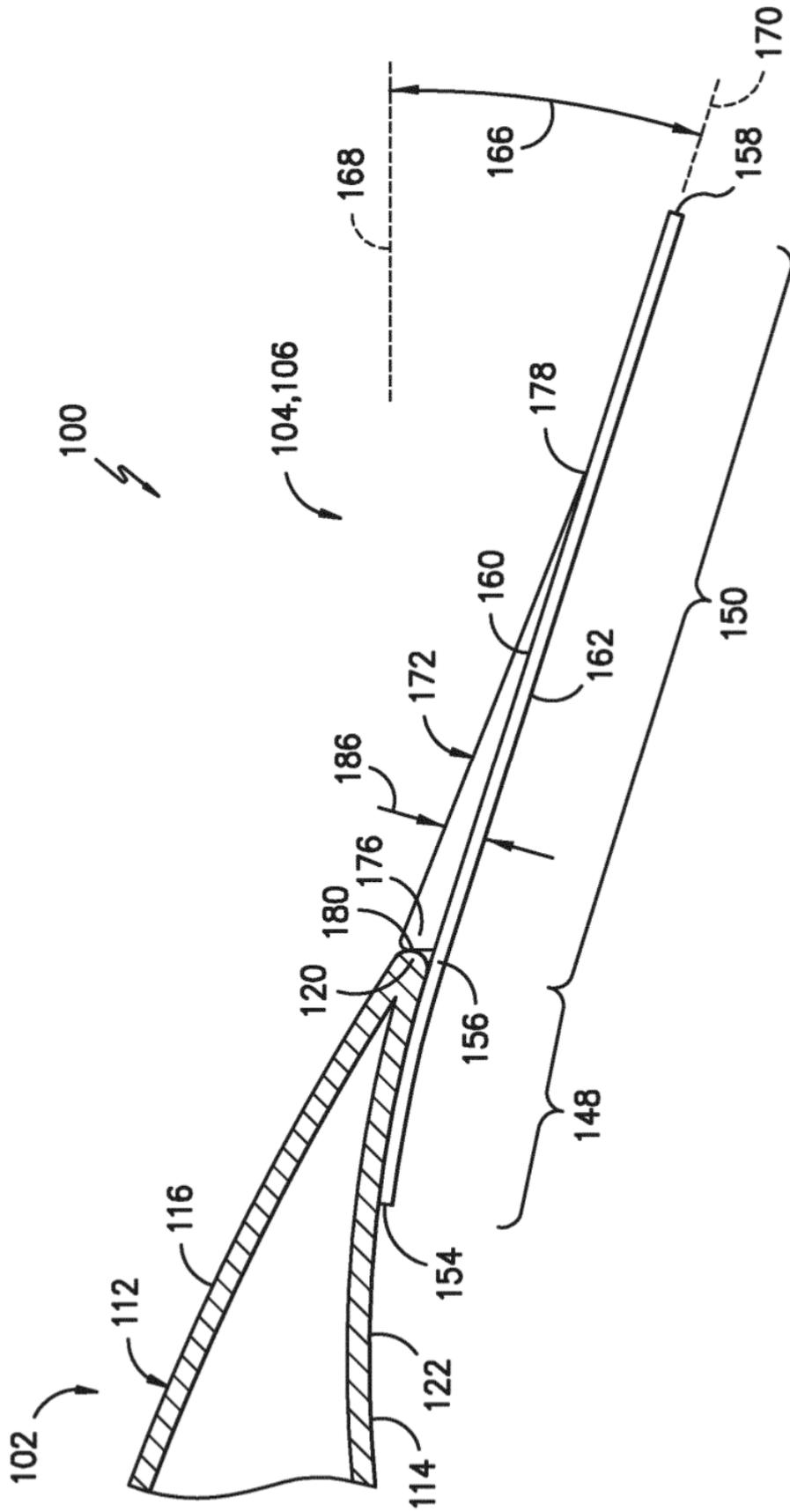


FIG. -7-

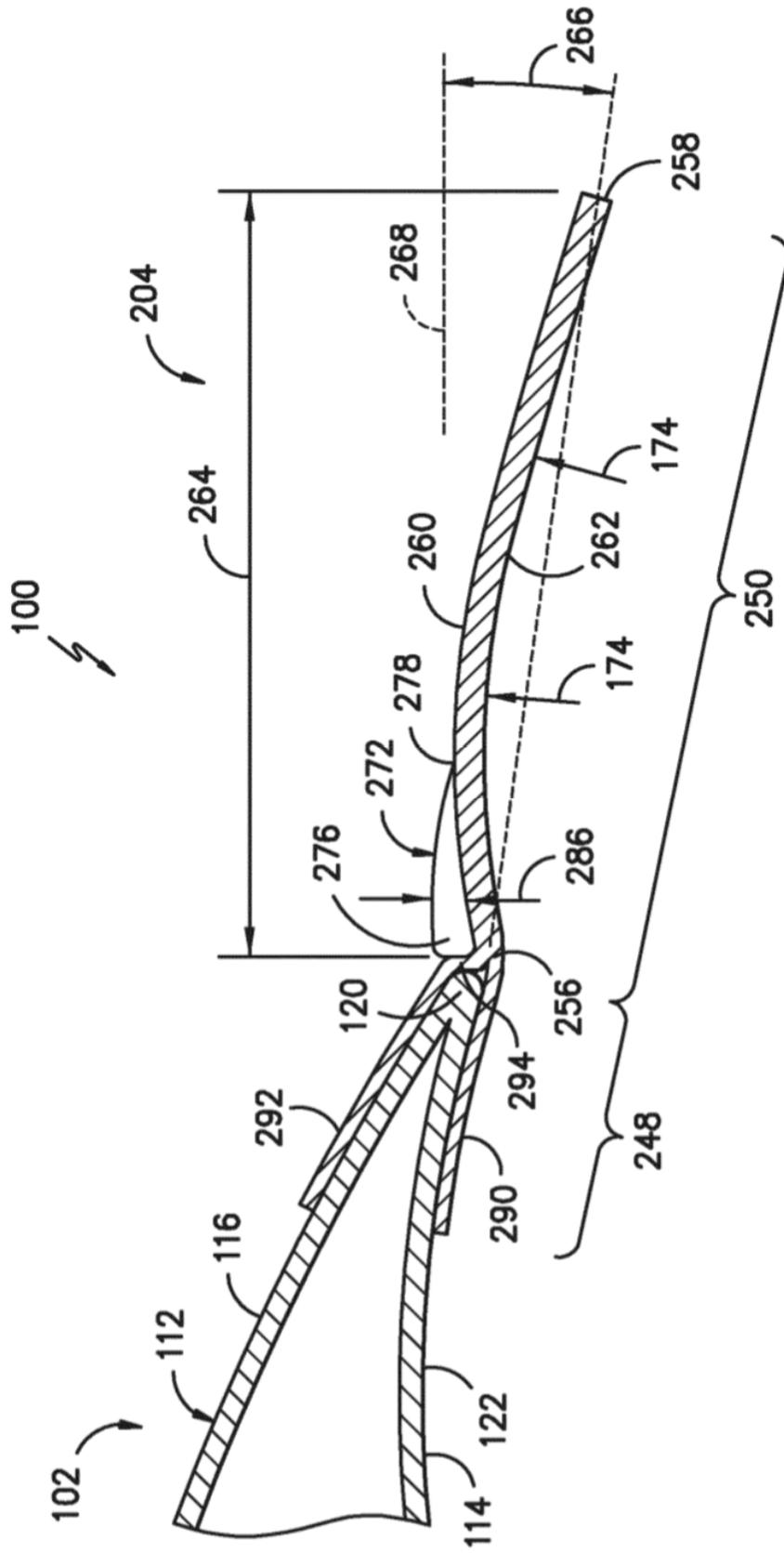


FIG. -9-

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10 • US 20120027590 A [0002] • US 20120141269 A [0002]
• US 2011142665 A [0002]