

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 317**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2010** **E 10178732 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017** **EP 2305999**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de montaje de una extensión de pala de rotor para su uso en un aerogenerador**

30 Prioridad:

29.09.2009 US 569251

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

12.06.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SANTIAGO, PEDRO LUIS BENITO y
SEGOVIA, EUGENIO YEGRO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 616 317 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

Sistemas y procedimientos de montaje de una extensión de pala de rotor para su uso en un aerogenerador

5 Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren de manera general a procedimientos y sistemas para montar un aerogenerador que incluye una extensión de pala, y más particularmente, a sistemas y procedimientos para montar un conjunto de extensión de pala para su uso en un aerogenerador.

Al menos algunas torres de aerogeneradores conocidas incluyen una góndola fijada en la parte superior de la torre, en la que las góndolas incluyen un rotor acoplado a un generador a través de un buje. En montajes de rotores conocidos, una pluralidad de palas se extiende desde el rotor. Las palas se orientan de tal manera que el viento que pasa sobre las palas gira el rotor y rota el buje, accionando así el generador para generar electricidad.

10 Conforme el aire pasa sobre cada pala, se produce una presión diferencial sobre los lados opuestos de la cuchilla, de tal manera que se genera una presión superior sobre un lado y una presión inferior se genera sobre el lado opuesto. Por esta presión diferencial, el aire tiende a ondularse alrededor de la punta de la pala para establecer el equilibrio de presión. La generación de remolinos en la punta de las palas se facilita por la ondulación del aire alrededor de la punta de la pala, y el flujo del aire sobre la pala se combina con los remolinos en la punta de la pala para generar una cadena de remolinos que se arrastran desde la punta de la pala.

15 Las palas con una carga aerodinámica elevada generan una mayor elevación, y la mayor elevación tiende a aumentar la eficacia de la pala. Sin embargo, las palas con mayor carga también tienden a tener una mayor área superficial en la punta de la pala, lo que puede contribuir a la generación de remolinos más fuertes en la punta de la pala. La mayor resistencia de los remolinos y la interacción de cada vórtice con la superficie de la pala puede aumentar el ruido que la turbina genera. Adicionalmente, la energía cinética turbulenta (TKE) en la punta de la pala aumenta las fluctuaciones de presión que son responsables de la generación de ruido. Por otra parte, cuando el flujo de aire se separa de la punta de la pala, el área superficial de la pala se "limpia" con los remolinos resultantes, generando así ruido adicional.

20 El documento US 2008/240925 (A1) desvela una pala separable y económica para un aerogenerador que también se equipa con una función de varilla ligera. El documento WO 2009/090537 (A2) desvela una pala de rotor modular para una turbina de generación de energía que permite el reemplazo fácil de secciones de pala de rotor individuales en caso de daño o mal funcionamiento de una sección. El documento DE 10 2008 055540 (A1) desvela una estructura que tiene un conjunto de bastidores de un conjunto de secciones de cuerpo de pala, donde uno de los bastidores para las secciones que incluyen un pasador de alineación de inserción en un punto predeterminado que se extiende hasta un lado exterior y perpendicular al lado exterior de los bastidores opuestos. Uno de los bastidores de las secciones incluye un buje en un punto complementario predeterminado para el pasador de alineación de inserción de los bastidores opuestos. El pasador de alineación de inserción y el buje se alinean con precisión en un punto complementario para aliviar la asociación de un conjunto de bastidores de un conjunto de secciones.

25 En un aspecto de acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento de montaje de un conjunto de extensión de pala para su uso con un aerogenerador. El procedimiento incluye retirar un extremo de punta de una parte de punta de una pala de rotor y acoplar una pared de punta a la parte de punta. La pared de punta se extiende entre una primera pared lateral y una segunda pared lateral e incluye una pluralidad de ranuras definidas en ellas. Se acopla un conjunto de extensión de pala a la parte de punta.

30 En otro aspecto, se proporciona un conjunto de extensión de pala para su uso en un aerogenerador. La extensión de pala incluye una pared de punta adaptada para acoplarse a una parte de punta de una pala de rotor y un miembro base adaptado para acoplarse a la parte de punta. La parte de punta incluye una superficie exterior de la pala. Una pluralidad de vástagos de soporte se acopla a y se extiende desde el miembro base hacia la parte de punta. Los vástagos de soporte se acoplan a la parte de punta con una pluralidad de pasadores de seguridad al menos parcialmente insertados en ella.

35 Aun en otro aspecto, se proporciona un aerogenerador. El aerogenerador incluye una torre, una góndola acoplada a la torre, un buje acoplado de manera rotativa a la góndola, y al menos una pala de rotor acoplada al buje. La pala de rotor incluye una parte de punta y una superficie exterior de la pala. Se acopla un conjunto de extensión de pala a la pala de rotor. El conjunto de extensión de pala incluye una pared de punta acoplada a la parte de punta, un miembro base acoplado a la parte de punta, y una pluralidad de barras de soporte se acopla a y se extiende desde el miembro base hacia la parte de punta. Se acoplan las barras de soporte a la parte de punta.

40 Aun en otro aspecto, se proporciona una pala de rotor para su uso con aerogenerador. La pala de rotor incluye una parte de punta; y un conjunto de extensión de pala acoplado a la parte de punta. El conjunto de extensión de pala incluye una pared de punta acoplada a la parte de punta, un miembro base acoplado a la parte de punta, y una pluralidad de barras de soporte se acopla a y se extiende desde el miembro base hacia la parte de punta. Se acoplan las barras de soporte a la parte de punta.

45 Diversas realizaciones descritas en el presente documento facilitan la reducción de ruido generado en la parte de punta de una pala de rotor por la rotación de la pala de rotor, y facilita el aumento de energía eléctrica producida por

un aerogenerador. Más específicamente, el conjunto de extensión de pala descrito en el presente documento permite un aumento en una longitud y un área superficial de la pala de una pala de rotor existente, facilitando por lo tanto un aumento en la energía generada en un aerogenerador. Además, el conjunto de extensión de pala descrito en el presente documento facilita la modificación de remolinos que se arrastran desde la pala de rotor, facilitando por lo tanto los niveles reducidos de energía cinética turbulenta (TKE) del vórtice, y facilitando las fluctuaciones de presión reducidas a través de la superficie de la pala de rotor que genera ruido.

Las figuras 1-7 muestran realizaciones ejemplares de los sistemas y procedimientos descritos en el presente documento.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un aerogenerador ejemplar.

La figura 2 es una vista en perspectiva ampliada del aerogenerador mostrado en la figura 1, que incluye un conjunto de extensión de pala ejemplar.

La figura 3 es una vista en perspectiva de un conjunto de extensión de pala adecuado para su uso con el aerogenerador mostrado en la figura 1.

La figura 4 es una vista en perspectiva de una parte de una pala de rotor ejemplar adecuada para su uso con el aerogenerador mostrado en la figura 1.

La figura 5 es una vista en sección transversal de un conjunto de extensión de pala alternativo para su uso con el aerogenerador mostrado en la figura 1.

La figura 6 es una vista en sección transversal de un ejemplo útil para entender la invención de un conjunto de extensión de pala para su uso con el aerogenerador de la figura 1.

La figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar para montar un conjunto de extensión de pala adecuado para su uso con el aerogenerador mostrado en la figura 1.

Las realizaciones descritas en el presente documento incluyen un sistema de aerogenerador que permite un aumento en la producción de energía del aerogenerador y una reducción en la generación de ruido acústico durante la operación del aerogenerador. Los sistemas y procedimientos descritos en el presente documento facilitan el acondicionamiento de una pala de rotor existente para aumentar la longitud de un área superficial de la pala de rotor. Más específicamente, el conjunto de extensión de pala descrito en el presente documento permite que una pala de rotor existente se modifique para facilitar la reducción de ruido generado en la parte de punta de una pala de rotor por la rotación de la pala de rotor, y facilita el aumento de energía eléctrica producida por un aerogenerador.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un aerogenerador 10 ejemplar. La figura 2 es una vista en perspectiva ampliada de un aerogenerador 10 ejemplar. Los componentes mostrados en la figura 1 se marcan con números de referencia similares en la figura 2. En la realización ejemplar, el aerogenerador 10 es un aerogenerador de buje horizontal. Alternativamente, el aerogenerador 10 puede ser un aerogenerador de buje vertical. En la realización ejemplar, el aerogenerador 10 incluye una torre 12 que se extiende desde una superficie 14 de soporte, una góndola 16 montada sobre una torre 12, y un rotor 18 que se acopla a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje 20 rotativo y al menos una pala 22 de rotor acoplada a y extendiéndose hacia fuera del buje 20. En la realización ejemplar, el rotor 18 tiene tres palas 22 de rotor. En una realización alternativa, el rotor 18 incluye más o menos de tres palas 22 de rotor. En la realización ejemplar, la torre 12 se fabrica de acero tubular de tal manera que se define una cavidad (no mostrada en la figura 1) entre la superficie 14 de soporte y la góndola 16. En una realización alternativa, la torre 12 es cualquier tipo de torre adecuada. Se selecciona una altura de torre 12 basándose en factores y condiciones conocidas en la técnica.

Las palas 22 de rotor tienen una separación sobre un buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18. Las palas 22 del rotor incluyen una raíz 24 de la pala y una punta 26 de la pala, y se aparean con un buje 20 acoplando la raíz 24 de la pala al buje 20 en una pluralidad de zonas 27 de transferencia de carga. Las zonas 27 de transferencia de carga tienen una zona de transferencia de carga y una zona de transferencia de carga de la pala (ninguna mostrada en la figura 1). Las cargas inducidas en las palas 22 de rotor se transfieren al buje 20 mediante zonas 27 de transferencia de carga.

En la realización ejemplar, las palas 22 de rotor tienen una longitud L_1 que se extiende desde una raíz 24 de la pala hasta una punta 26 de la pala. La longitud L_1 tiene un intervalo de aproximadamente 15 metros (m) hasta 91 m. Alternativamente, las palas 22 de rotor pueden tener cualquier longitud adecuada que permita al aerogenerador 10 funcionar como se describe en el presente documento. Por ejemplo, otros ejemplos no limitantes de longitudes de pala incluyen 10 m, 20 m, y 37 m, o una longitud que es superior a 91 m. Conforme el viento choca contra las palas 22 de rotor desde una dirección 28, el rotor 18 rota sobre un buje de rotación 30. Conforme se rotan las palas 22 de rotor y se someten a fuerzas centrífugas, las palas 22 de rotor también se someten a diversas fuerzas y momentos. Como tal, las palas 22 de rotor pueden desviar y/o rotar desde una posición neutral, o no desviada, hasta una posición desviada. Un sistema 32 de ajuste de cabeceo rota las palas 22 de rotor sobre un buje 34 de cabeceo para ajustar una orientación de las palas 22 de rotor respecto de la dirección 28 del viento. Se puede controlar una velocidad de rotación del rotor 18 ajustando la orientación de al menos una pala 22 de rotor en relación con vectores de viento. En una realización ejemplar, un cabeceo de cada pala 22 de rotor se controla individualmente mediante un sistema 36 de control. Alternativamente, el cabeceo de la pala para todas las palas 22 de rotor se puede controlar simultáneamente mediante el sistema 36 de control. Adicionalmente, en una realización ejemplar, conforme la

dirección 28 cambia, se puede controlar una dirección de guiñada de la góndola 16 sobre un buje 38 de guiñada para colocar las palas 22 de rotor respecto de la dirección 28.

5 El aerogenerador 10 también incluye un conjunto 40 de extensión de pala acoplado a cada pala 22 de rotor. En una realización ejemplar, el aerogenerador 10 incluye tres conjuntos 40 de extensión de pala que corresponde cada uno con una pala 22 de rotor respectiva. Alternativamente, el aerogenerador 10 incluye cualquier número de conjuntos 40 de extensión de pala que corresponde al número de palas 22 de rotor que permite al aerogenerador 10 funcionar como se describe en el presente documento. El conjunto 40 de extensión de pala se acopla a la punta 26 de la pala y se extiende de manera axial y/o de manera radial hacia fuera de la pala 22 de rotor.

10 Cada pala 22 de rotor incluye un conjunto 40 de extensión de pala. Alternativamente, al menos una pala 22 de rotor incluye un conjunto 40 de extensión de pala. En una realización ejemplar, cada conjunto 40 de extensión de pala es sustancialmente similar, sin embargo, al menos uno de los conjuntos 40 de extensión de pala puede ser diferente de al menos un otro del conjunto 40 de extensión de pala. En una realización ejemplar, el conjunto 40 de extensión de pala se coloca próximo a la punta 26 de la pala, de tal manera que la pala 22 de rotor y el conjunto 40 de extensión de pala define una longitud L_2 que es superior a la longitud L_1 de la pala 22 de rotor.

15 La figura 3 es una vista en perspectiva del conjunto 100 de extensión de pala adecuado para su uso con un aerogenerador 10. Los componentes mostrados en la figura 1 se marcan con números de referencia similares en la figura 3. En una realización ejemplar, las palas 22 de rotor son idénticas e incluyen una primera pared 102 lateral y una segunda pared 104 lateral que coopera. La segunda pared 104 lateral se acopla a la primera pared 102 lateral a lo largo de un borde 106 principal a lo largo de un borde 108 de salida separado de manera axial. La primera pared 20 102 lateral y la segunda pared 104 lateral se acoplan juntas para definir una cavidad 110 entre una primera pared 102 lateral y una segunda pared 104 lateral. Específicamente, la cavidad 110 se limita al menos parcialmente mediante una primera superficie 112 interior de la pared lateral y una segunda superficie 114 interior de la pared lateral. Una pared 116 de punta se coloca en un extremo 118 de punta de una parte 120 de punta de la pala. La pared 116 de punta se acopla a la primera pared 102 lateral y la segunda pared 104 lateral y se extiende entre el 25 borde 106 principal y el borde 108 de salida. En la realización ejemplar, la pared 116 de punta incluye la superficie 117 que está sustancialmente perpendicular a la primera pared 102 lateral y la segunda pared 104 lateral. En una realización alternativa, la pared 116 de punta incluye al menos uno entre una superficie 117 cóncava y/o convexa. En una realización adicional, la pared 116 de punta incluye una superficie 117 convexa. Se coloca al menos un mástil 121 dentro de la cavidad 110 y se extiende desde una parte 126 de raíz de la pala hacia la parte 120 de punta 30 de la pala. En la realización ejemplar, la pala 22 de rotor incluye un mástil 122 delantero o primero y un mástil 124 trasero o segundo. En una realización alternativa, la pala 22 de rotor incluye cualquier número de mástiles de tal manera que la pala 22 de rotor funciona como se describe en el presente documento. Se coloca el primer mástil 122 dentro de la cavidad 110 y se extiende desde la parte 126 de raíz de la pala hacia la parte 120 de punta de la pala. Se coloca el primer mástil 122 entre una línea 128 central y un borde 106 principal, de tal manera que se define una 35 cavidad 130 delantera entre el borde 106 principal y el primer mástil 122. Se coloca el segundo mástil 124 dentro de la cavidad 110 y se extiende desde la parte 126 de raíz de la pala hacia la parte 120 de punta de la pala. Se coloca el segundo mástil 124 sustancialmente en paralelo al primer mástil 122 y entre una línea 128 central y el borde 108 de salida. Se define una cavidad 132 central entre un primer mástil 122 y un segundo mástil 124, y una cavidad 134 trasera se define entre el segundo mástil 124 y el borde 108 de salida. El primer mástil 122 y el segundo mástil 124 40 se extienden entre la primera pared 102 lateral y la segunda pared 104 lateral, se acoplan a la primera pared 102 lateral y a la segunda pared 104 lateral, y se configuran para facilitar una reducción de la flexión y una deformación de la pala 22 de rotor. En una realización alternativa, la pala 22 de rotor incluye solo un mástil 121 colocado dentro de la cavidad 110. En una realización adicional, la pala 22 de rotor incluye cualquier número de mástiles 121 que permiten a la pala 22 de rotor funcionar como se describe en el presente documento.

45 En la realización ejemplar, el conjunto 100 de extensión de pala se acopla a la parte 120 de punta de la pala. El conjunto 100 de extensión de pala incluye un miembro 136 base y una pluralidad de vástagos 138 de soporte. Los vástagos 138 de soporte se extienden hacia fuera del conjunto 100 de extensión de pala y se insertan en la parte 120 de la punta de la pala. En una realización, los vástagos 138 de soporte se forman de manera unitaria con el 50 miembro 136 base. La pared 116 de punta incluye una pluralidad de aberturas 140 dimensionadas y conformadas para recibir una varilla 138 de soporte correspondiente. En la realización ejemplar, la pared 116 de punta incluye dos aberturas 140, sin embargo, debería entenderse que la pared 116 de punta puede incluir cualquier número de aberturas 140 que corresponden al número de vástagos 138 de soporte. En una realización ejemplar, el conjunto 100 de extensión de pala incluye una varilla 142 primera o delantera de soporte y una varilla segunda 144 o trasera de soporte. La varilla 142 de soporte delantera se acopla al miembro 136 base y se extiende hacia fuera del miembro 55 136 base hacia el borde 106 principal. La varilla 142 de soporte delantera se extiende a través de una abertura 146 de pared de punta y se coloca dentro de la cavidad 130 delantera. La varilla 144 de soporte trasera se acopla al miembro 136 base y se extiende hacia fuera del miembro 136 base a través de una abertura 148 de pared de punta y se coloca dentro de la cavidad 134 trasera. La varilla 142 de soporte delantera incluye un extremo 150 de base y un extremo 152 de punta. El extremo 152 de punta incluye una abertura 154 de punta de soporte delantera. La pared 102 lateral incluye una abertura 156 delantera. La varilla 142 de soporte delantera se coloca en la cavidad 130 60 delantera de tal manera que la abertura 156 delantera se alinea de manera concéntrica con la abertura 154 de punta de soporte delantera. La varilla 144 de soporte trasera incluye un extremo 158 de base y un extremo 160 de punta. El extremo 160 de punta incluye una abertura 162 de punta de soporte trasera. La pared 102 lateral incluye una

abertura 164 trasera. La varilla144 de soporte trasera se coloca dentro la cavidad 134 trasera de tal manera que la
 abertura 162 de soporte trasera se alinea de manera concéntrica con la abertura 164 trasera. Una pluralidad de
 sujetadores, o pasadores 166 de seguridad se insertan a través de la abertura 156 delantera, la abertura 154 de
 5 punta delantera, la abertura 164 trasera, y la abertura 162 de punta de soporte trasera, de tal manera que la pala 22
 de rotor se acopla de manera fija al conjunto 100 de extensión de pala. En la realización ejemplar, los pasadores 166
 de seguridad se extienden al menos parcialmente a través de los vástagos 138 de soporte. En una realización
 alternativa, los pasadores 166 de seguridad se extienden completamente a través de los vástagos 138 de soporte de
 tal manera que los pasadores 166 de seguridad se extienden entre la primera pared 102 lateral y la segunda pared
 10 104 lateral. En una realización adicional, la segunda pared 104 lateral incluye las aberturas 156 y 164 delantera y
 trasera, de tal manera que los pasadores 166 de seguridad se extienden desde la segunda pared 104 lateral a
 través de los vástagos 138 de soporte. En otra realización, la varilla142 de soporte delantera y/o la varilla144 de
 soporte trasera se acoplan a al menos un mástil 121.

La figura 4 es una vista en perspectiva de una pala 22 de rotor ejemplar adecuada para su uso con un
 aerogenerador 10. Los componentes mostrados en la figura 4 que también se muestran en la figura 3 se marcan con
 15 números de referencia similares en la figura 4. En la reducción ejemplar, la pala 22 de rotor incluye un receptor 168
 de rallo colocado dentro de la parte 120 de punta de la pala. La pared 116 de punta incluye una pluralidad de
 ranuras 170 dimensionadas y conformadas para recibir los vástagos 138 de soporte en ella. En la realización
 ejemplar, la pared 116 de punta incluye una ranura 171 delantera y una ranura 172 trasera. La ranura 171 delantera
 se dimensiona y se conforma para recibir la varilla142 de soporte delantera. La ranura 172 trasera se dimensiona y
 20 se conforma para recibir la varilla144 de soporte trasera. La varilla142 de soporte trasera se extiende hacia dentro a
 través de la cavidad 130 delantera y se alinea de manera oblicua desde la línea 128 central de la pala de rotor hacia
 el borde 106 principal. La abertura 156 delantera se coloca entre el mástil 122 delantero y el borde 106 principal, de
 tal manera que un pasador 174 de seguridad se inserta a través de la abertura 156 delantera y se extiende en la
 cavidad 130 delantera. La abertura 164 trasera se define a través de la primera pared 102 lateral y se coloca entre el
 25 mástil 124 trasero y el borde 108 de salida, de tal manera que un pasador 176 de seguridad se inserta a través de la
 abertura 164 trasera y se extiende en la cavidad 134 trasera. La varilla144 de soporte trasera se extiende hacia
 dentro a través de la cavidad 110 y se alinea de manera oblicua desde la línea 128 central de la pala de rotor hacia
 el borde 108 de salida, de tal manera que la varilla 144 de soporte trasero se extiende a través de la cavidad 134
 30 trasera. El pasador 174 de seguridad delantero se inserta a través de la abertura 156 delantera y se extiende al
 menos parcialmente a través de la varilla 142 de soporte delantera. El pasador 176 de seguridad trasero se inserta a
 través de la abertura 164 trasera y se extiende al menos parcialmente a través de la varilla 144 de soporte trasera.
 En la realización ejemplar, los pasadores 174 y 176 de seguridad se conforman de manera cilíndrica. En la
 realización alternativa, los pasadores 174 y 176 de seguridad se conforman sustancialmente en una forma
 35 rectangular. En la realización ejemplar, los pasadores 174 y 176 de seguridad se fabrican a partir de un material no
 conductor, tal como, por ejemplo, fibra de vidrio, sin embargo, los pasadores 174 y 176 de seguridad se pueden
 fabricar a partir de aluminio, acero, o cualquier otro material adecuado que permita al conjunto 100 de extensión de
 pala funcionar como se describe en el presente documento.

La figura 5 es una vista en sección transversal de un conjunto 200 de extensión de pala alternativo adecuado para
 su uso con la pala 22 de rotor. Los componentes mostrados en la figura 3 se marcan con números de referencia
 40 similares en la figura 5. En la realización alternativa, la pala 22 de rotor incluye una superficie 202 lateral de presión
 y una superficie 204 lateral de succión opuesta. La pared 116 de punta se extiende a través de la superficie 202
 lateral de presión y la superficie 204 lateral de succión. El conjunto 200 de extensión de pala incluye un miembro 206
 base que incluye una superficie 208 interior lateral de presión, una superficie 210 interior lateral de succión, y una
 45 pared 218 interior. El miembro 206 base incluye adicionalmente una primera superficie 214 exterior y una segunda
 superficie 216 exterior. La superficie 208 interior lateral de presión y la superficie 210 interior lateral de succión se
 extienden hacia fuera desde la pared 218 interior de tal manera que la cavidad 220 interior se define en el la misma.
 La pared 218 interior se acopla a la superficie 208 interior lateral de presión y a la superficie 210 interior lateral de
 succión. La superficie 208 interior lateral de presión se acopla a la superficie 210 interior lateral de succión. La
 50 cavidad 220 interior se dimensiona y se conforma para recibir la parte 120 de punta de la pala, de tal manera que la
 pared 116 de punta se coloca en o cerca de la pared 218 interior, la superficie 202 lateral de presión se coloca en o
 cerca de la superficie 208 lateral de presión, y la superficie 204 lateral de succión se coloca en o cerca de la
 superficie 210 interior lateral de succión. En una realización alternativa, la pared 116 de punta, la superficie 202
 lateral de presión, y la superficie 204 lateral de succión están en contacto hermético con la pared 218 interior, la
 55 superficie 208 interior lateral de presión, y la superficie 210 interior lateral de succión correspondientes,
 respectivamente.

En una realización alternativa, el miembro 206 base incluye una pluralidad de aberturas 222 y una pala 22 de rotor
 incluye una pluralidad de aberturas 224. Los vástagos 226 de soporte se extienden hacia fuera desde el miembro
 206 base hasta la parte 120 de punta de la pala, de tal manera que los vástagos 226 de soporte se extienden entre
 las aberturas 222 del miembro base y las aberturas 224 de la pala de rotor. Los vástagos 226 incluyen una abertura
 60 228 base y una abertura 230 de punta. Los vástagos 226 de soporte se colocan de tal manera que la abertura 228
 de base se alinea de manera concéntrica con las aberturas 222 del miembro base, y la abertura 230 de punta se
 alinea de manera concéntrica con las aberturas 224 de pala de rotor. Un pasador 232 de seguridad de la pala se
 inserta a través de las aberturas 224 de la pala de rotor y a través de la abertura 230 de punta, que se extiende al

menos parcialmente a través de una primera pared 102 lateral y los vástagos 226 de soporte, de tal manera que la pala 22 de rotor se acopla a los vástagos 226 de soporte. Un pasador 234 de seguridad del miembro base se inserta a través de la abertura 222 del miembro base y a través de la abertura 228 de la base del varilla de soporte extendiéndose al menos parcialmente a través de una primera superficie 214 exterior y los vástagos 226 de soporte de tal manera que se acopla la pala 22 de rotor a un miembro 206 base. La pared 116 de punta incluye una pluralidad de ranuras 236. La pared 218 interior incluye una pluralidad correspondiente de ranuras 238. Las ranuras 236 y 238 se dimensionan y se conforman para recibir los vástagos 226 de soporte. En la realización alternativa, los vástagos 226 de soporte tienen forma rectangular, sin embargo, los vástagos 226 de soporte pueden tener cualquier forma para permitir a la pala 22 de rotor funcionar como se describe en el presente documento. En una realización adicional, el conjunto 200 de extensión de pala incluye una aleta 240 acoplada al miembro 206 base. La aleta 240 se coloca cerca de un extremo 242 de punta del miembro 206 base y se extiende hacia fuera desde la primera superficie 214 exterior y se alinea sustancialmente perpendicular a la primera superficie 214 exterior. En una realización adicional, la aleta 240 se alinea sustancialmente de manera oblicua desde la primera superficie 214 exterior. En otra realización, la aleta 240 se extiende hacia fuera desde la segunda superficie 216 exterior. En una realización adicional, la aleta 240 se coloca en cualquier lugar a lo largo del miembro 206 base, de tal manera que el aerogenerador 10 funciona como se describe en el presente documento.

El miembro 206 base se acopla a la parte 120 de punta de la pala de tal manera que la superficie 202 lateral de presión y la primera superficie 214 exterior están en una relación de apareamiento y de tal manera que al menos una parte del miembro 206 base se mezcla con al menos una parte de la parte 120 de punta de la pala, de tal manera que la superficie 202 lateral de presión y la primera superficie 214 exterior están sustancialmente al ras con el fin de facilitar las perturbaciones reducidas de flujo de aire sobre la pala 22 de rotor y sobre el borde 108 de salida. La superficie 204 lateral de succión y la segunda superficie 216 exterior están en una relación de apareamiento similar de tal manera que la superficie 204 lateral de succión y la segunda superficie 216 exterior están sustancialmente al ras.

Durante la rotación de la pala 22 de rotor, el conjunto 200 de extensión de pala facilita la reducción de perturbaciones de flujo de aire sobre la pala 22 de rotor y facilita la reducción de la separación del flujo de aire desde la superficie 202 lateral de presión y la superficie 204 lateral de succión. Más particularmente, el conjunto 200 de extensión de pala facilita la reducción de la turbulencia que genera ruido en la punta 26 de la pala. Por otra parte, en una realización, el conjunto 200 de extensión de pala modifica los remolinos que se arrastran desde la parte 120 de punta de la pala, facilitando así los niveles reducidos de energía cinética de turbulencia (TKE) de los vórtices y se reduce la separación prematura del flujo del aire desde la parte 120 de punta de la pala. Reducir la TKE facilita la reducción de las fluctuaciones de presión que general ruido. Reducir el lavado de los vórtices facilita la reducción de los mecanismos de fuente de ruidos de gran eficacia, y eliminar las esquinas facilita la reducción de ruido generado cuando el aire se restriega sobre los bordes pronunciados y facilita la difusión y la dispersión de ondas acústicas para prevenir radiación de ruido coherente producido por las superficies planas.

La figura 6 es una vista en sección transversal de un ejemplo de un conjunto 300 de extensión de pala alternativo adecuado para su uso con una pala 22 de rotor, que es útil para entender la invención. Los componentes mostrados en la figura 3 se marcan con números de referencia similares en la figura 6. En el ejemplo útil para entender la invención, el conjunto 300 de extensión de pala incluye un miembro 302 base que incluye una primera superficie 304 exterior, una segunda superficie 306 exterior, y una pared 308 exterior. La pared 308 exterior se extiende entre una primera superficie 304 exterior y la segunda superficie 306 exterior y se acopla a la primera superficie 304 exterior y a la segunda superficie 306 exterior. El miembro 302 base se acopla a la parte 120 de punta de la pala de rotor, de tal manera que la pared 308 exterior está próxima a la pared 116 de punta. La primera superficie 304 exterior y la superficie 202 lateral de presión están en una relación de apareamiento, en la que la primera superficie 304 se extiende sustancialmente de manera tangencial desde la superficie 202 lateral de presión, de tal manera que la superficie 202 lateral de presión y la primera superficie 304 exterior están sustancialmente al ras. La segunda superficie 306 exterior y la superficie 204 lateral exterior están en una relación de apareamiento similar, en la que la segunda superficie 306 exterior se extiende sustancialmente de manera tangencial desde la superficie 204 lateral de succión.

La superficie 202 lateral de presión y la primera superficie 304 exterior incluyen cada una pluralidad de aberturas 310. Una pluralidad de grampas 312 de soporte se extiende desde un miembro 302 base hacia la parte 120 de punta de la pala. Las grampas 312 de soporte incluyen aberturas 314 colocadas cerca de las partes 316 exteriores de las grampas 312 de soporte. Las grampas 312 de soporte se colocan de tal manera que las aberturas 314 de las grampas de soporte corresponden a las aberturas 310. Las aberturas 310 y 314 se dimensionan y se conforman para recibir una pluralidad de pasadores 318 de seguridad. Los pasadores 318 de seguridad se insertan a través de las aberturas 314 de las grampas de soporte y a través de las aberturas 310, de tal manera que los pasadores 318 de seguridad se extienden al menos parcialmente a través de las grampas 312 de soporte, la superficie 202 lateral de presión, y la primera superficie 304 exterior. Los pasadores 318 de seguridad se insertan a través de la superficie 202 lateral de presión y la grampa 312 de soporte, de tal manera que la pala 22 de rotor se acopla a las grampas 312 de soporte. Los pasadores 318 de seguridad se insertan a través del miembro 302 base y las grampas 312 de soporte de tal manera que la pala 22 de rotor se acopla al conjunto 300 de extensión de pala. En otros ejemplos útiles para entender la invención, las grampas 312 de soporte se acoplan a la superficie 204 lateral de succión y la segunda superficie 306 exterior. En otro ejemplo útil para entender la invención, las grampas 312 de soporte se

acoplan a la superficie 202 lateral de presión, la primera superficie 304 exterior, la superficie 204 lateral de succión, y la segunda superficie 306 exterior.

La figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento 400 ejemplar para montar el conjunto 100 de extensión de pala. En la realización ejemplar, el procedimiento 400 incluye el montaje in situ de la extensión 100 de pala en la ubicación del aerogenerador 10. El procedimiento 400 incluye la retirada 402 del extremo 118 de punta desde la parte 120 de punta de la pala de la pala 22 de rotor y el acoplamiento 404 de la pared 116 de punta a la parte 120 de punta de la pala, de tal manera que la pared 116 de punta se extiende entre la primera pared 102 lateral y la segunda pared 104 lateral. El conjunto 100 de extensión de pala se acopla 406 a la parte 120 de punta de la pala. En una realización, el conjunto 100 de extensión de pala se acopla 406 a la parte 120 de punta de la pala insertando los vástagos 138 de soporte en la cavidad 110. En otra realización, los vástagos 138 de soporte se acoplan a la parte 120 de punta de la pala con una pluralidad de pasadores 166 de seguridad al menos parcialmente insertados a través de la parte 120 de punta de la pala, y los vástagos 138 de soporte. En la realización ejemplar, el conjunto 100 de extensión de pala se acopla a la parte 120 de punta de la pala en la parte superior de la torre con la pala 22 de rotor acoplada al buje 20. Durante el montaje, la pala 22 de rotor está accesible usando un elevador, una rúa, una escalera, o cualquier medio adecuado para acceder a la pala 22 de rotor con la pala 22 de rotor acoplada al aerogenerador 10. En una realización alternativa, el conjunto 100 de extensión de pala se acopla a la pala 22 de rotor sin la pala 22 de rotor acoplada al aerogenerador 10. La aleta 240 se acopla 408 opcionalmente al miembro 136 base, en el que la aleta 240 se extiende sustancialmente de manera perpendicular hacia fuera del miembro 136 base.

Los sistemas y procedimientos anteriormente descritos facilitan un aumento en la producción de energía de un aerogenerador existente, y facilita una reducción en la generación acústica de ruido durante la operación del aerogenerador existente. Más específicamente, el conjunto de extensión de pala acoplado a una pala de rotor existente facilita un aumento en la longitud de la pala de rotor y el área superficial, facilitando así un aumento en la producción de energía del aerogenerador. Además, la extensión de pala facilita la modificación de remolinos que se arrastran desde la pala de rotor, facilitando así la reducción de las fluctuaciones de presión a través de una superficie de la pala de rotor que genera ruido. La capacidad para acondicionar las palas de rotor existentes para facilitar un aumento en la producción de energía de un aerogenerador elimina la necesidad de reemplazar la pala de rotor en un esfuerzo por aumentar la producción de energía. Como tal, el coste de la actualización del aerogenerador para aumentar la generación de energía se reduce de manera significativa. La reducción de los costes extiende la expectativa de vida operacional de las palas de rotor del aerogenerador.

Las realizaciones ejemplares de los sistemas y procedimientos para montar una extensión de pala de rotor para su uso en un aerogenerador se describen anteriormente en detalle. Los sistemas y procedimientos no se limitan a las realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino por el contrario, los componentes de sistemas y/o las etapas de los procedimientos se pueden utilizar independiente y separadamente de otros componentes y/o etapas descritas en el presente documento. Por ejemplo, los procedimientos pueden también usarse en combinación con otros sistemas y procedimientos mejorados de pala de rotor, y no se limita la práctica solo de los sistemas de aerogenerador como se describen en el presente documento. Por el contrario, la realización ejemplar se puede implementar y utilizar en conexión con muchas otras aplicaciones de pala de rotor.

Aunque se pueden mostrar características específicas de diversas realizaciones de la invención en algunos dibujos y no en otros, esto es solo por comodidad. De acuerdo con los principios de la realización de la invención, cualquier característica de un dibujo puede referenciarse y/o reivindicarse en combinación con cualquier característica de cualquier otro dibujo.

Esta descripción escrita usa ejemplos para desvelar la invención, que incluye un modo preferente, y también para permitir a cualquier persona experta en la materia practicar la invención, incluyendo la realización y el uso de cualquier dispositivo o sistema y llevar a cabo los procedimientos incorporados. El ámbito patentable de la invención se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se ocurran a aquellos expertos en la materia. Tales otros ejemplos se dirigen a estar dentro del ámbito de la invención de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una pala de rotor para su uso en un aerogenerador, que incluye un conjunto (40, 100) de extensión de pala; teniendo la pala de rotor una parte (120) de punta que comprende una superficie exterior de pala y teniendo una pared (116) de punta en el extremo (118) de punta de la parte (120) de punta de la pala, y el conjunto de extensión de pala que comprende:
- 10 un miembro (136, 206) base adaptado para acoplarse a la parte (120) de punta de la pala; y, una pluralidad de varillas (138) de soporte acopladas a y que se extienden desde dicho miembro (136, 206) base hacia la parte (120) de punta de la pala, insertándose dicha pluralidad de varillas de soporte en la parte de punta, incluyendo la pared (116) de punta una pluralidad de aberturas (140) dimensionadas y conformadas para recibir las varillas (138) de soporte;
- 15 comprendiendo cada una de dicha pluralidad de varillas (138) de soporte una abertura (154, 162) que se extiende a través de un extremo (152, 160) de las mismas, comprendiendo dicha pala (22) de rotor una pluralidad de aberturas (156, 164) que se extienden a través de una primera pared (102) lateral, y una pluralidad de pasadores (166, 318) de seguridad insertados al menos parcialmente a través de dichas primeras aberturas de pared lateral y dichas aberturas de las varillas de soporte.
2. Una pala de rotor de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:
- 20 una varilla (142) de soporte delantera insertada a través de una ranura (171) delantera al menos parcialmente definida por dicha pared (116) de punta, estando dicha varilla de soporte delantera colocada en una cavidad (130) delantera de dicha pala (22) de rotor; y, una varilla (144) de soporte trasera insertada a través de una ranura (171) trasera al menos parcialmente definida por dicha pared (116) de punta, estando dicha varilla de soporte trasera colocada en una cavidad (134) trasera de dicha pala (22) de rotor.
3. Una pala de rotor de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende además una pluralidad de aberturas (140, 222) que se extienden a través de dicho miembro (136, 206) base, acoplándose dichas varillas (138) de soporte a dicho miembro base con una pluralidad de pasadores (166, 318) de seguridad insertados a través de dichas aberturas.
4. Una pala de rotor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho miembro (136) base comprende una pared (218) interior acoplada a una superficie interior, de tal manera que se define una cavidad (220) entremedias, estando dicha cavidad dimensionada para recibir dicha parte (120) de punta, de tal manera que dicha superficie interior está en contacto hermético con dicha superficie (214) exterior de la pala de rotor.
5. Una pala de rotor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una aleta (240) acoplada a dicho miembro (136, 206) base, extendiéndose dicha aleta sustancialmente de manera perpendicular hacia fuera de un extremo (118 152 160) de dicho miembro base.
6. Un aerogenerador (10), que comprende:
- 35 una torre (12);
una góndola (16) acoplada a dicha torre;
un buje (20) acoplado de manera rotativa a dicha góndola; y
al menos una pala (22) de rotor acoplada dicho buje, estando dicha pala de rotor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 40

FIG. 1

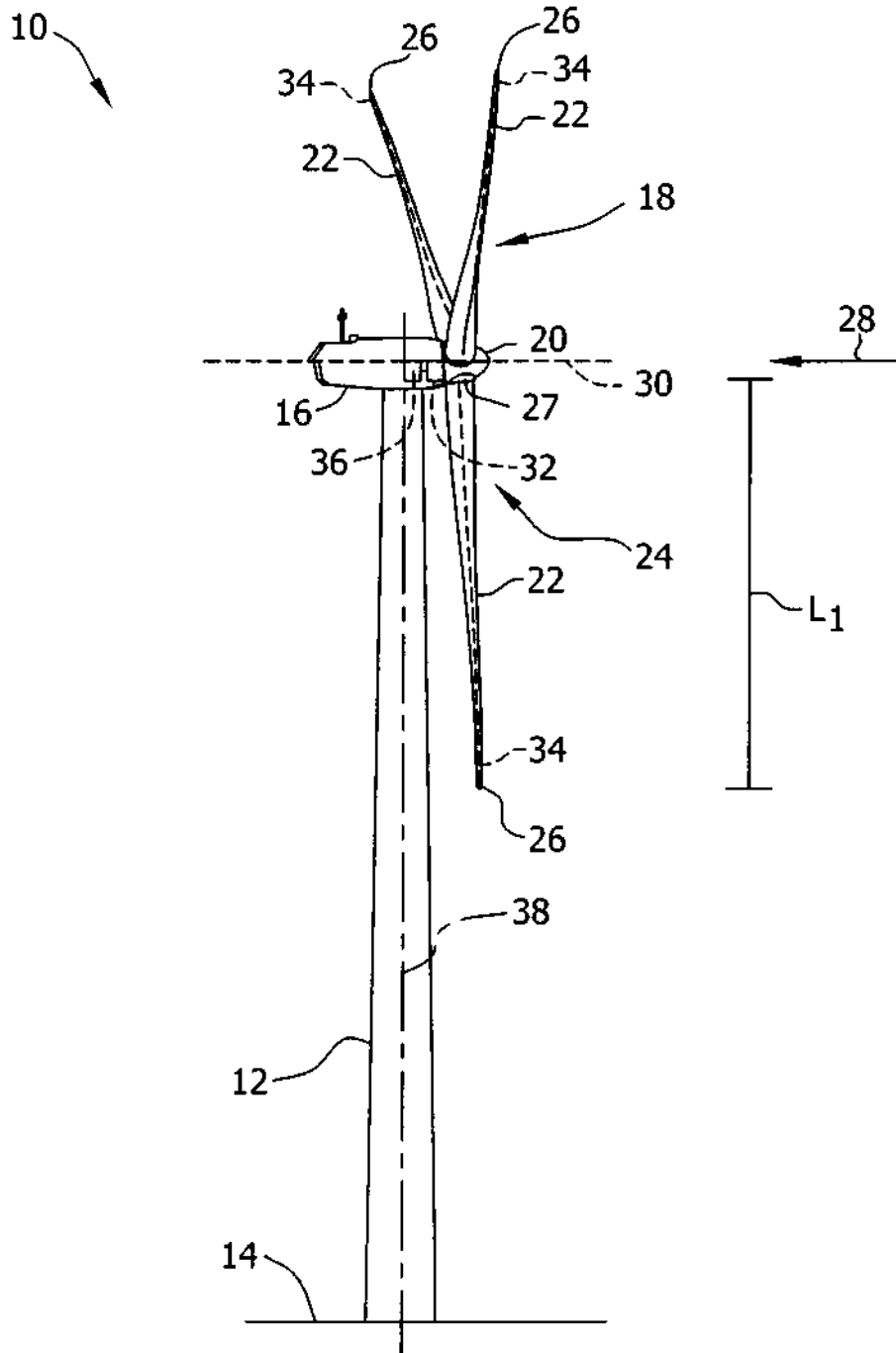


FIG. 2

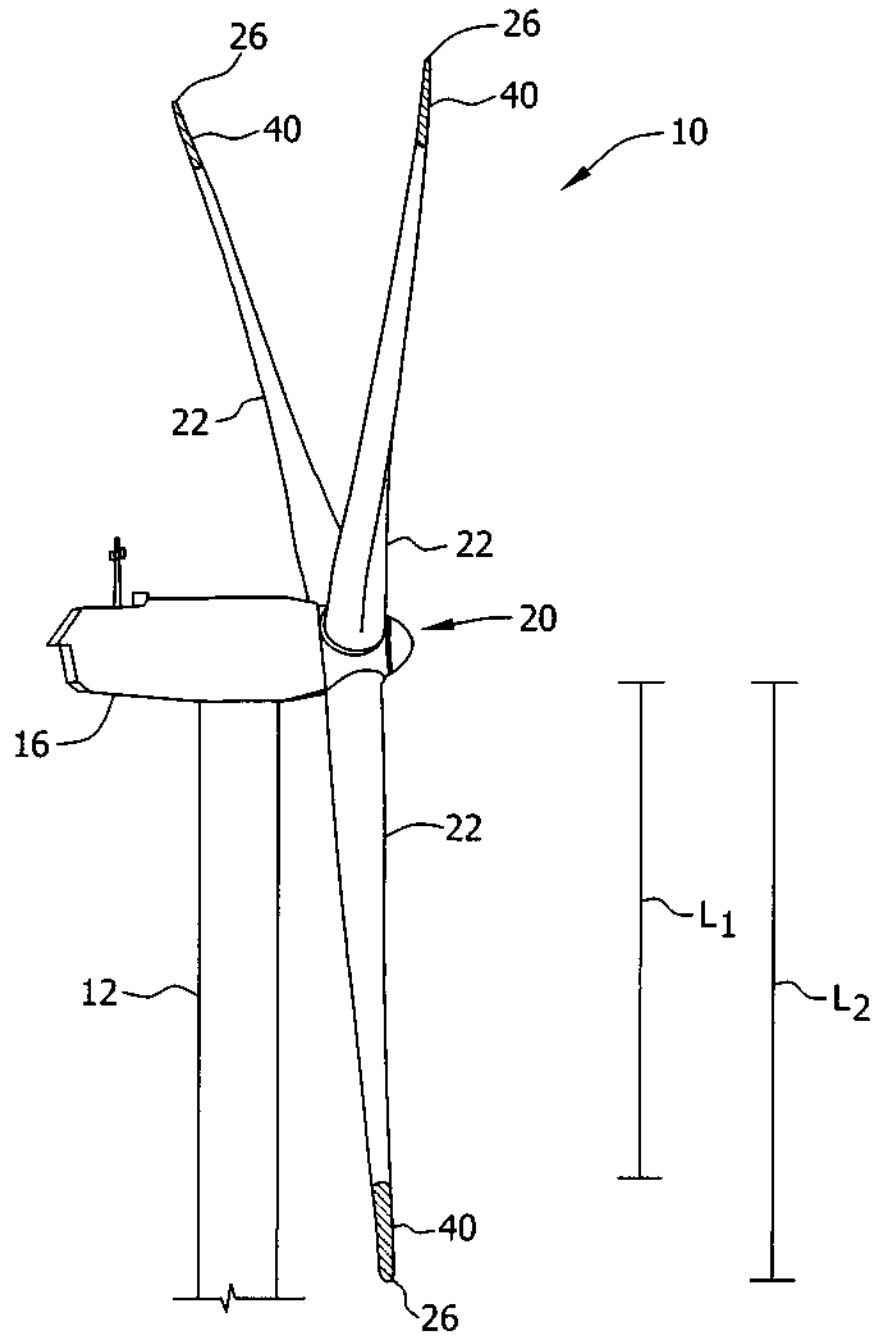
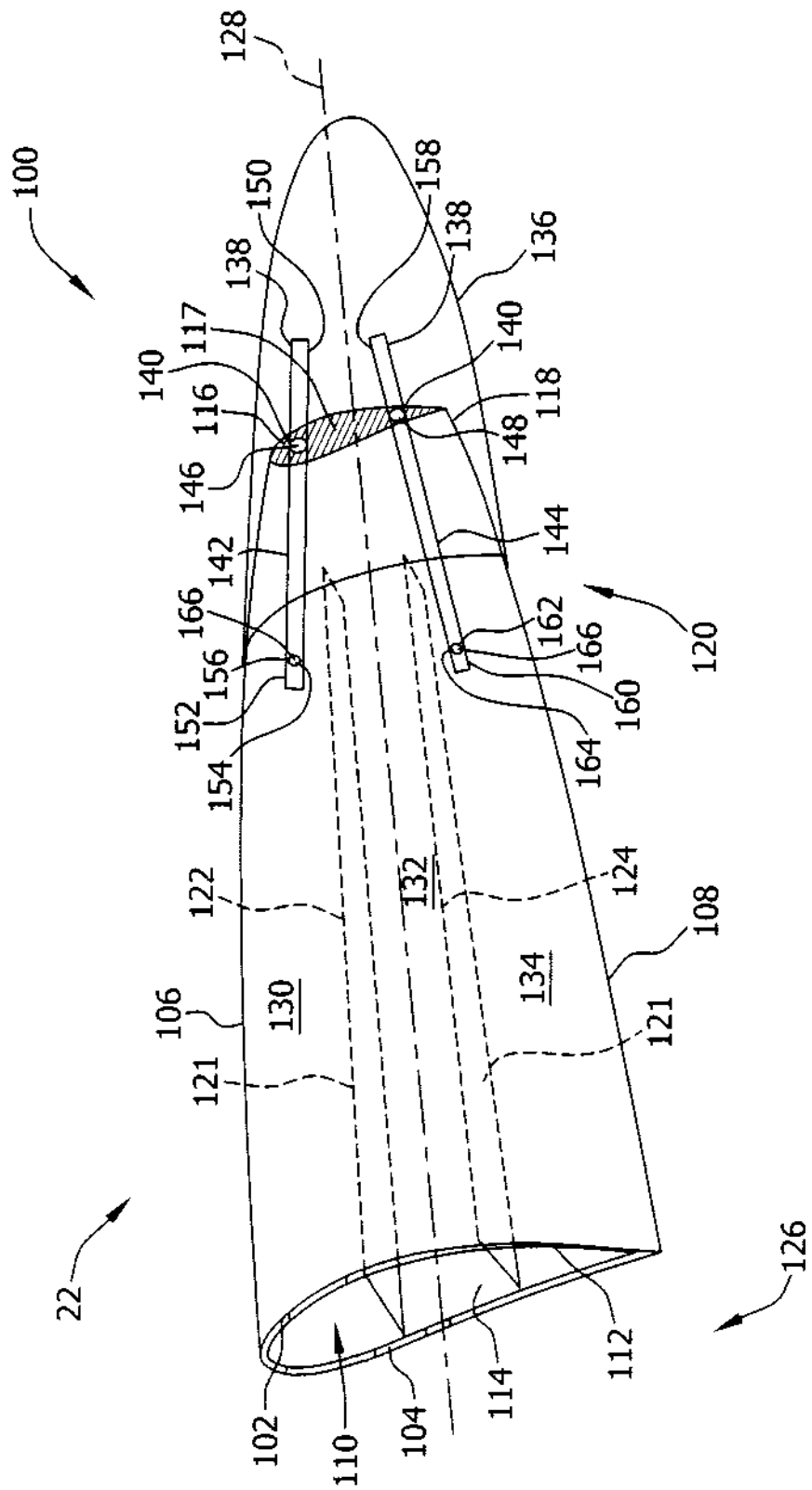


FIG. 3



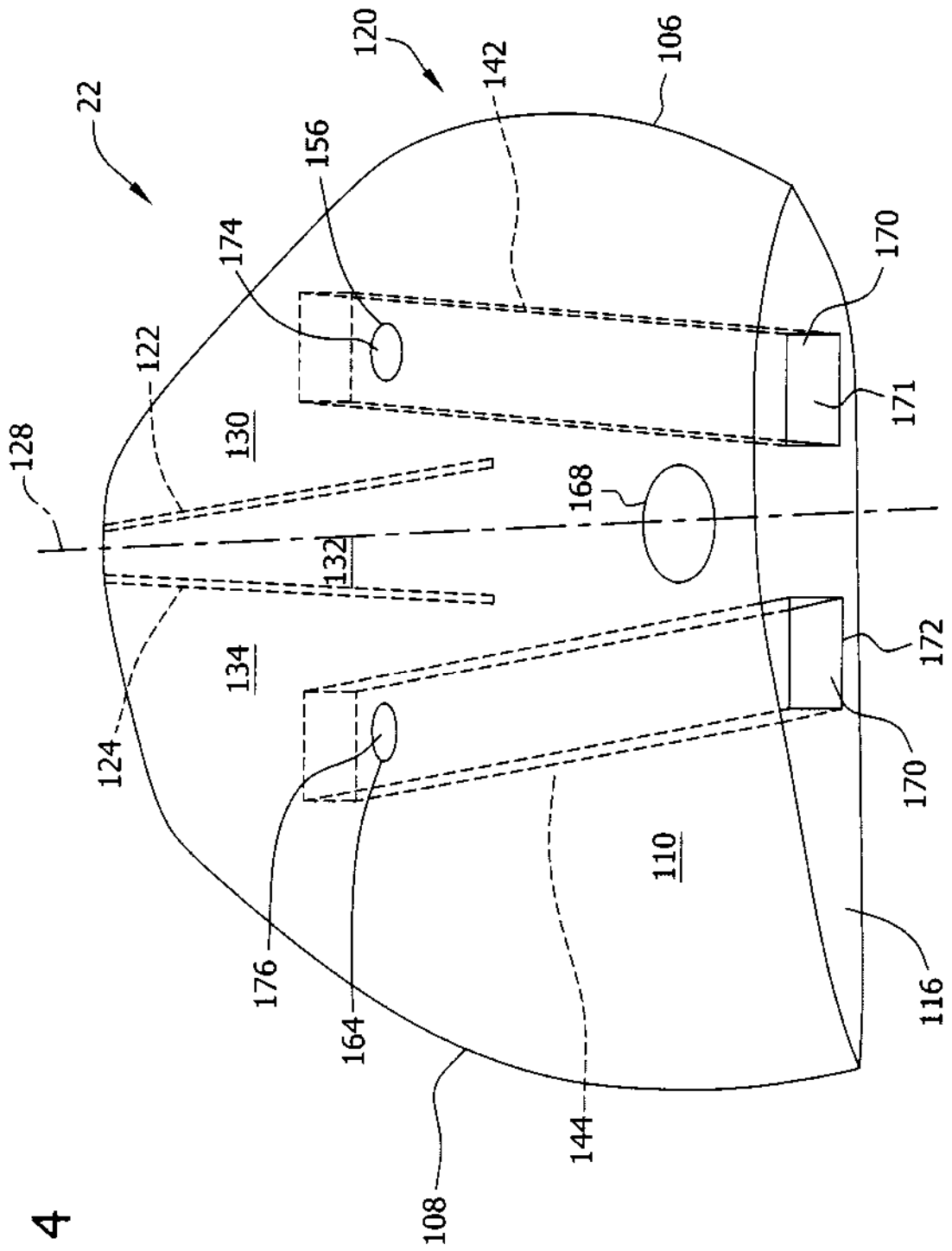


FIG. 4

FIG. 5

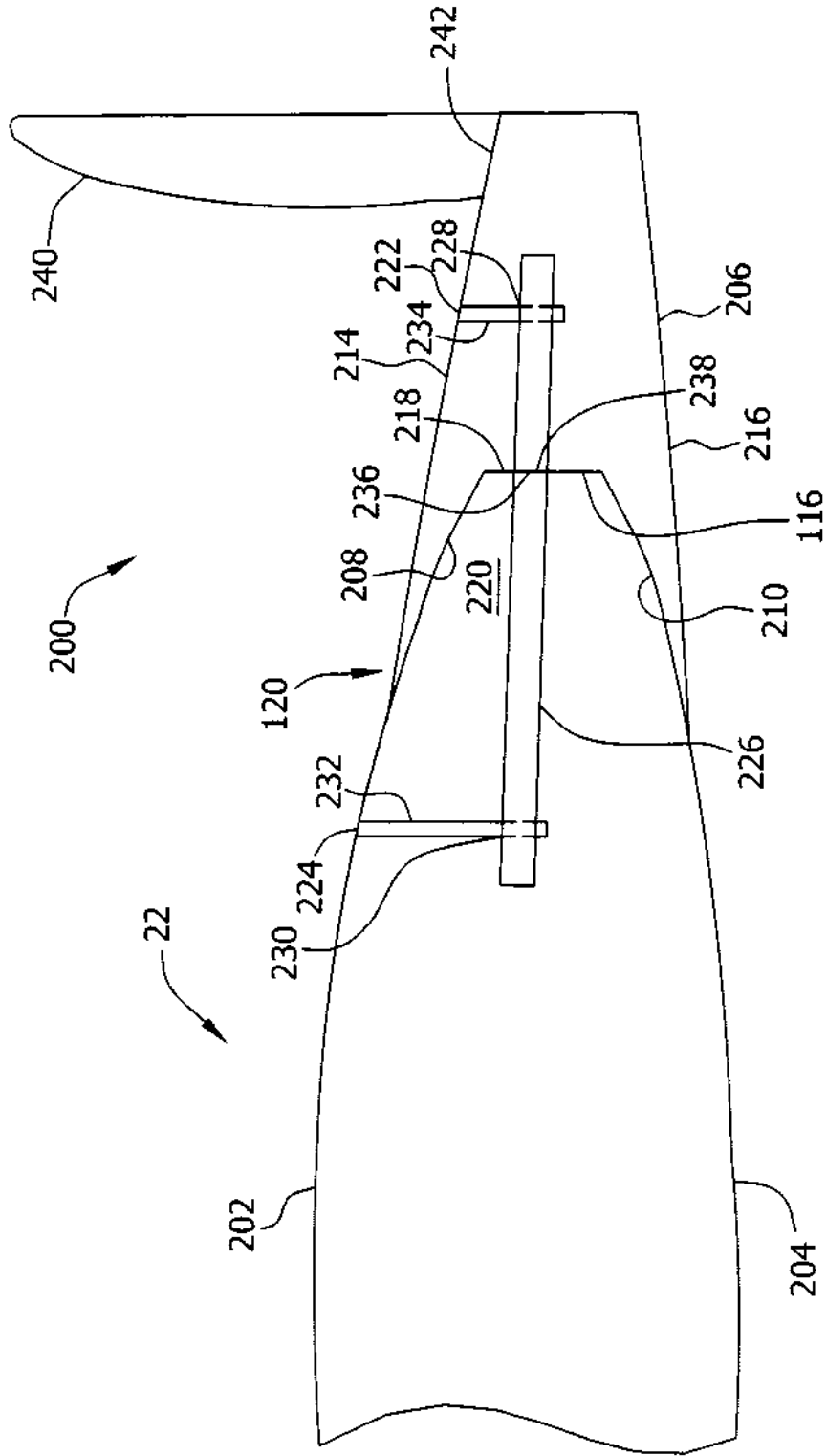


FIG. 6

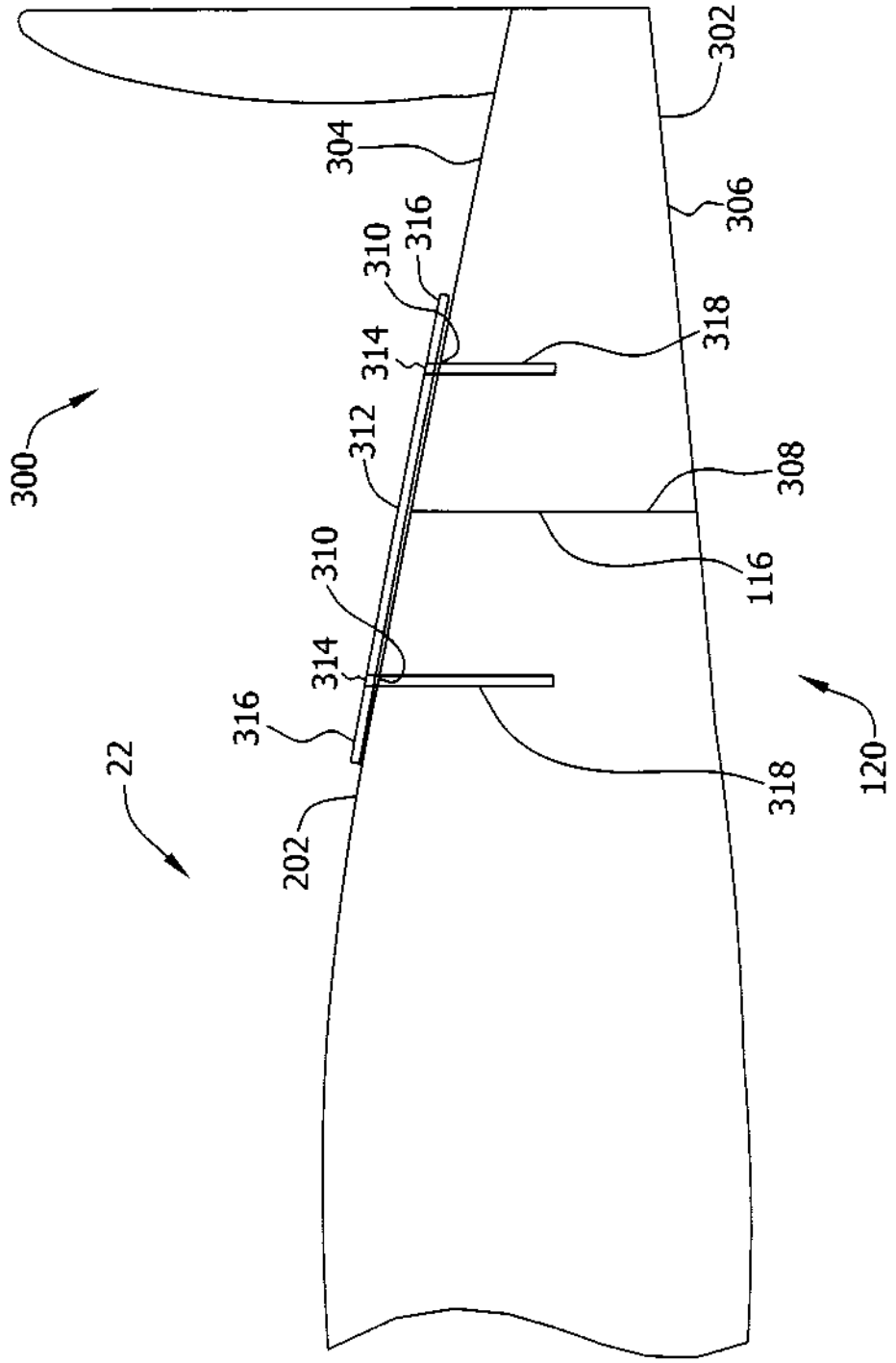


FIG. 7

