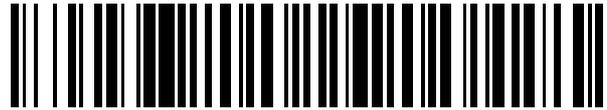


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 012**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2014** **E 14166104 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015** **EP 2801720**

54 Título: **Conjunto de modificación de flujo de aire para una pala de rotor de una turbina eólica**

30 Prioridad:

**07.05.2013 US 201313888661**

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

**12.01.2016**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)**

**1 River Road**

**Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**RIDDELL, SCOTT GABELL y**

**BOOTH, MICHAEL CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 556 012 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**

Conjunto de modificación de flujo de aire para una pala de rotor de una turbina eólica

La presente invención se refiere en general al campo de las turbinas eólicas y, más particularmente, a un conjunto de modificación de flujo de aire para una pala de rotor de una turbina eólica.

5 La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más respetuosas con el medio ambiente más limpias disponibles en la actualidad, y las turbinas eólicas han ganado una mayor atención a este respecto. Una turbina eólica moderna incluye típicamente una torre, un generador, una caja de engranajes, una góndola, y un rotor. El rotor incluye típicamente un buje giratorio que tiene una o más palas de rotor unidas al mismo. Las palas del rotor capturan la energía cinética del viento utilizando principios aerodinámicos conocidos. Por ejemplo, las palas del rotor  
10 tienen típicamente el perfil en sección transversal de un perfil aerodinámico tal que, durante la operación, el aire fluye sobre la pala produciendo una diferencia de presión entre los lados. En consecuencia, una fuerza de elevación, que se dirige desde un lado de presión hacia un lado de succión, actúa sobre la pala. La fuerza de elevación genera una torsión sobre el árbol del rotor principal, que está engranada a un generador para producir electricidad.

15 La fuerza de elevación se genera cuando el flujo desde un borde delantero a un borde trasero crea una diferencia de presión entre las superficies superior e inferior de la pala. Idealmente, el flujo está fijado a la superficie superior desde el borde delantero al borde trasero. Sin embargo, cuando el ángulo de ataque del flujo excede de un cierto ángulo crítico, el flujo no alcanza el borde trasero, sino que abandona la superficie en una línea de separación de flujo, que disminuye la producción de energía potencial.

20 La separación del flujo depende de un número de factores, tales como las características de flujo de aire de entrada (por ejemplo, el número de Reynolds, la velocidad del viento, la turbulencia atmosférica del flujo de entrada) y las características de la pala (por ejemplo, secciones de perfil aerodinámico, cuerda y espesor de la pala, distribución de giro, ángulo de paso, etc.). La región de separación de flujo también conduce a un aumento en la fuerza de arrastre, principalmente debido a una diferencia de presión entre la región de unión de flujo aguas arriba y la región de separación de flujo aguas abajo. La separación de flujo tiende a ser más frecuente cerca de la raíz de la pala debido  
25 al relativamente gran ángulo de ataque de las superficies de flujo de la pala en esta región, en comparación con la punta de la pala.

Por lo tanto, para aumentar la eficiencia de conversión de energía durante la operación normal de la turbina eólica, se desea aumentar la fuerza de elevación de las palas mientras que disminuye la fuerza de arrastre. Para este fin, es ventajoso aumentar la región de unión de flujo y reducir la región de separación de flujo moviendo la separación de flujo más cerca del borde trasero de la pala. Es conocido en la técnica cambiar las características aerodinámicas de palas de la turbina eólica mediante la adición de hoyuelos, salientes, u otras estructuras en la superficie de la pala. Estas estructuras se denominan a menudo como "generadores de vórtice" y sirven para crear regiones locales de flujo de aire turbulento sobre la superficie de la pala como un medio para prolongar la separación del flujo y, por lo tanto, optimizar el flujo de aire aerodinámico alrededor del contorno de la pala. Tales generadores de vórtice,  
30 hoyuelos, salientes, y otras características similares en la superficie de la pala pueden indicarse en general en el presente documento como "elementos de modificación del flujo de aire".

Los generadores de vórtice convencionales consisten típicamente en una base que tiene una o más superficies elevadas y están unidos al lado de succión de la pala usando cinta adhesiva. Es importante alinear correctamente estos elementos de modificación del flujo de aire para obtener las características de flujo de aire deseadas, por lo tanto, la instalación representa la mayor parte del tiempo y del coste asociado con estas características. Por ejemplo, diversos sistemas podrán utilizar plantillas engorrosas dispuestas sobre la superficie de la pala del rotor, que puede tardar horas para instalarse. Tales sistemas pueden limitar la producción de aproximadamente dos palas por día.

El documento US 2011/0142637 muestra un sistema típico de la técnica anterior.

45 En consecuencia, la industria se beneficiaría de un procedimiento mejorado y de un conjunto para alinear elementos de modificación de flujo de aire en la superficie de una pala de rotor. Más específicamente, un procedimiento y un conjunto que disminuyera el tiempo de instalación y el coste serían ventajosos.

Varios aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden ser clara a partir de la descripción, o puede aprenderse mediante la práctica de la invención.

50 De acuerdo con aspectos de la invención, se divulga una pala de rotor para una turbina eólica que tiene un conjunto de modificación de flujo de aire. La pala de rotor tiene una superficie del lado de succión, una superficie del lado de presión, una raíz de la pala, y una punta de la pala. El conjunto de modificación del flujo de aire puede montarse sobre al menos una de la superficie del lado de succión o la superficie del lado de presión. Además, el conjunto de modificación del flujo de aire incluye una estructura de alineación que tiene una cara que se extiende según la cuerda que se puede fijar con respecto a la pala del rotor en una posición predeterminada. Más específicamente, la estructura de alineación puede fijarse sustancialmente adyacente a la raíz de la pala. En realizaciones adicionales, la estructura de alineación puede ser una de una brida de raíz, un cojinete de paso, una banda de raíz, o similares.

Además, el conjunto de modificación del flujo de aire incluye una primera base que tiene un extremo de raíz, un extremo de cola que tiene un perfil de interconexión, y una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire configurados en el mismo. El extremo de raíz puede estar alineado con la cara que se extiende según la cuerda de la estructura de alineación, tal que la primera base se extiende a modo de separación a lo largo de la pala del rotor desde el extremo de raíz hasta el extremo de cola. En otra realización, la primera base puede topar contra la cara que se extiende a lo largo de la cuerda. Además, el conjunto de modificación del flujo de aire puede incluir al menos una base que tiene un segundo extremo del conector que tiene un perfil de interconexión complementario y una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire configurados al respecto. Como tal, el extremo del conector de la segunda base puede acoplarse al extremo de cola de la primera base, de manera que los elementos de modificación del flujo de aire de cada base están alineados correctamente. Más específicamente, el extremo de cola y el extremo del conector pueden incluir una configuración de cola de milano coincidente.

En otra realización, el conjunto de modificación del flujo de aire puede incluir una pluralidad de segundas bases. Cada segunda base puede tener al menos un extremo del conector y la pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire configurados al respecto. Como tal, cada extremo del conector puede estar acoplado a un extremo del conector correspondiente de una segunda base diferente, de tal manera que la pluralidad de segundas bases están conectadas en serie. En otra realización, cada extremo del conector y cada extremo del conector correspondiente pueden incluir una configuración de cola de milano coincidente. En todavía otra realización, cada configuración de cola de milano puede ser única, de tal manera que la pluralidad de segundas bases se pueden acoplar juntas en un orden predeterminado.

En aún otra realización, la primera base y la pluralidad de segundas bases pueden tener una forma para corresponder sustancialmente con al menos una de la superficie del lado de succión o la superficie del lado de presión. Además, la primera base y la pluralidad de segundas bases se pueden adherir a al menos una de la superficie del lado de succión o la superficie del lado de presión con un adhesivo.

La presente invención también abarca cualquier manera de una turbina eólica que tiene una torre; una góndola montada encima de la torre; y un rotor que incluye un buje giratorio y al menos una pala de rotor que tiene una superficie del lado de succión, una superficie del lado de presión, una raíz de la pala, y una punta de la pala. Un conjunto de modificación del flujo de aire de acuerdo con aspectos de la invención se proporciona montado sobre al menos una de la superficie del lado de succión o la superficie de lado de presión de la pala del rotor.

En otra realización, la presente invención abarca un procedimiento para alinear elementos de modificación del flujo de aire sobre una pala de rotor. El procedimiento puede incluir la localización de una estructura de alineación en la pala del rotor; alinear un extremo de la raíz de una primera base que tiene una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire con una cara que se extiende a lo largo de la cuerda de la estructura de alineación tal que la primera base se extiende a lo largo de la envergadura sustancialmente a lo largo de la pala del rotor desde el extremo de la raíz a un extremo de la cola que tiene una interconexión de perfil; y, conectar un perfil de interconexión complementario de un extremo del conector de una segunda base que tiene una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire en el perfil de interconexión del extremo de la cola.

El procedimiento puede incluir, además, topar el extremo de la raíz de la primera base contra la cara que se extiende a lo largo de la cuerda de la estructura de alineación. En todavía otra realización, el procedimiento puede incluir conectar una pluralidad de segundas bases a la primera base, de manera que cada base está conectada en serie. Como tal, la primera base y la pluralidad de segundas bases pueden conectarse para alinearse sustancialmente paralelas a un eje a lo largo de la envergadura. En realizaciones adicionales, la primera base y la pluralidad de segundas bases pueden conectarse para mantener una distancia a lo largo de la cuerda desde un borde trasero de la pala del rotor. Por otra parte, el perfil de la interconexión y el perfil de interconexión complementario pueden incluir una primera configuración de cola de milano coincidente.

Varias características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y a 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 turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;
- La figura 2 ilustra una vista en perspectiva de una pala de rotor que incluye un conjunto de modificación del flujo de aire de acuerdo con la presente divulgación;
- La figura 3 ilustra una vista en perspectiva de una turbina eólica que incluye un conjunto de modificación del flujo de aire de acuerdo con la presente divulgación;
- La figura 4 ilustra una vista detallada del conjunto de modificación del flujo de aire de la figura 3;
- La figura 5 ilustra una vista detallada de una primera base de un conjunto de modificación del flujo de aire de acuerdo con la presente divulgación;

La figura 6 ilustra una vista detallada de una segunda base de un conjunto de modificación del flujo de aire de acuerdo con la presente divulgación;

La figura 7 ilustra otra vista detallada del conjunto de modificación del flujo de aire de la figura 3; y

5 La figura 8 ilustra una sección transversal de la pala de rotor que incluye un conjunto de modificación del flujo de aire de acuerdo con la presente divulgación.

Se hará ahora referencia en detalle a las realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no como limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la técnica que diversas modificaciones y variaciones se pueden hacer en la presente invención sin apartarse del alcance o espíritu de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización se pueden utilizar con otra realización para producir una realización adicional. Por lo tanto, se pretende que la presente invención incluya tales modificaciones y variaciones que entran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

10 La presente invención se describe en el presente documento, ya que puede estar relacionada con una pala de turbina eólica. Se debe apreciar, sin embargo, que el conjunto de modificación de flujo de aire único y el procedimiento de conformidad con los principios de la invención no se limita al uso en palas de turbina eólica, sino que es aplicable a cualquier tipo de superficie de sustentación o superficie de flujo que se beneficie de la invención. Ejemplos de tales superficies incluyen alas de los aviones, cascos de barcos, velas, y así sucesivamente.

Haciendo referencia a los dibujos, la figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una realización de una turbina eólica 10. Como se muestra, la turbina eólica 10 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 al menos una pala 22 de rotor acoplada a y que se extiende hacia fuera desde el buje 20. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el rotor 18 incluye tres palas 22 de rotor. Sin embargo, en una realización alternativa, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas 22 de rotor. Cada pala 22 de rotor puede estar separada alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 para permitir que la energía cinética sea transferida desde el viento en energía mecánica útil, y posteriormente, en energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 puede estar acoplado de forma giratoria a la góndola 16, que encierra un generador eléctrico (no mostrado) para permitir que se produzca la energía eléctrica.

Con referencia ahora a la figura 2, otra realización de la pala 22 de rotor para su uso con la turbina eólica 10 se ilustra de acuerdo con aspectos de la presente materia. En particular, la figura 2 ilustra una vista en perspectiva de la pala 22 de rotor que incluye una realización de un conjunto 30 de modificación de flujo de aire montado sobre el mismo. Como se muestra, la pala 22 de rotor incluye generalmente una raíz 25 de pala configurada para montarse o fijarse de otra manera al buje 20 (figura 1) de la turbina eólica 10 y una punta 27 de pala dispuesta frente a la raíz 25 de la pala. Una carrocería 17 de la pala 22 de rotor generalmente se extiende entre la raíz 25 de la pala y la punta 27 de la pala. La carrocería 17 generalmente puede servir como la carcasa/cubierta exterior de la pala 22 de rotor y puede definir un perfil sustancialmente aerodinámico, como, por ejemplo, mediante la definición de una sección transversal en forma de perfil aerodinámico simétrico o combado.

La carrocería 17 también puede definir una superficie 68 del lado de presión y una superficie lateral 70 de succión que se extiende entre un borde delantero 19 y un borde trasero 21 de la pala 22 de rotor (figura 8). Además, la pala 22 de rotor también puede tener una envergadura 15 que define la longitud total entre la raíz 25 de la pala y la punta 27 de la pala y una cuerda 13 que define la longitud total entre el borde delantero 19 y el borde trasero 21. Como se entiende generalmente, la cuerda 13 puede variar generalmente en longitud con respecto a la envergadura 15 cuando la pala 22 de rotor se extiende desde la raíz 25 de la pala a la punta 27 de la pala. Además, "a lo largo de la envergadura" generalmente se entiende que significa sustancialmente paralelo a la envergadura 15 de la pala 22 de rotor, mientras que "a lo largo de la cuerda" generalmente se entiende que significa sustancialmente paralela a la cuerda 13 de la pala 22 de rotor.

Con referencia ahora a la figura 3, se ilustra otra realización de la pala 22 de rotor que incluye el conjunto 30 de modificación del flujo de aire fijado a una turbina eólica 10. Las figuras 4 a 7 representan vistas más detalladas de la realización de la figura 3 como se indica mediante las líneas de trazos. Como se ilustra, el conjunto 30 de modificación del flujo de aire puede incluir una estructura de alineación 38, una primera base 32, y al menos una segunda base 34. La primera base 32 tiene un extremo 39 de la raíz, una cola 46 de extremo que tiene un perfil de interconexión 42, y una pluralidad de elementos 40 de modificación del flujo de aire configurados en el mismo. La segunda base 34 incluye un extremo conector 48 que tiene un perfil 44 de interconexión complementario y una pluralidad de elementos 40 de modificación del flujo de aire. Como tal, cuando las bases 32, 34 están alineadas e interconectadas en la superficie de una pala 22 de rotor, los elementos 40 de modificación del flujo de aire de cada base 32, 34 se alinean en consecuencia.

Más específicamente, el conjunto 30 de modificación del flujo de aire se puede alinear rápida y fácilmente en la pala 22 de rotor alineando el extremo 39 de la raíz y el extremo 46 de cola de la primera base 32; y luego conectando una o más segundas bases 34 al extremo 46 de cola de la primera base 32 en serie. Por ejemplo, en una realización, la

presente invención incluye un procedimiento para alinear una pluralidad de elementos 40 de modificación del flujo de aire utilizando una estructura 38 de alineación fija que tiene una cara 44 que se extiende a lo largo de la cuerda. Como tal, el procedimiento incluye localizar la estructura 38 de alineación en la pala 22 de rotor; alinear el extremo 39 de la raíz de la primera base 32 con la cara 44 que se extiende a lo largo de la cuerda, tal que la primera base 32 se extiende sustancialmente a lo largo de la envergadura de la pala 22 de rotor desde el extremo 39 de la raíz hasta el extremo 46 de cola; y conectar al menos una (o una pluralidad de) segunda(s) base(s) 34 al extremo 46 de cola. Como tal, en una realización, la primera base 32 y la pluralidad de segundas bases 34 pueden estar conectadas para alinearse sustancialmente paralelas a un eje a largo de la envergadura. El procedimiento puede incluir, además, topar el extremo 39 de la raíz de la primera base 32 contra la cara 44 que se extiende a lo largo de la cuerda de la estructura de alineación 38.

El extremo 46 de la cola de la primera base 32 puede estar alineada una distancia D predeterminada a lo largo de la cuerda desde un borde trasero 26 (como se indica mediante la línea de trazos en la figura 3). Como tal, la primera base 32 y la pluralidad de segundas bases 34 pueden estar conectadas para mantener la distancia D predeterminada a lo largo de la cuerda desde el borde trasero 26 de la pala 22 de rotor. Además, la distancia D predeterminada a lo largo de la cuerda también puede medirse a partir de un borde de la pala del rotor, una conexión de perno de la pala, un indicador de 0 grados, o cualquier otro punto de referencia adecuado para alinear el extremo 46 de la cola. En una realización, el indicador de 0 grados puede ser una línea de paso situada en la raíz de la pala.

La primera base 32 puede entonces fijarse a la pala 22 de rotor usando un adhesivo, tal como cinta adhesiva, o similar. La alineación de la primera base 32 de la manera divulgada en el presente documento establece el posicionamiento para la(s) segunda(s) base(s) 34. Como tal, la(s) segunda(s) base(s) 34 puede(n) estar correctamente alineada(s) simplemente por estar acoplada(s) a la primera base 32. En consecuencia, los elementos 40 de modificación de flujo de aire correspondientes configurados en las bases 32, 34 están alineados adecuadamente. Como tal, el conjunto 30 y el procedimiento divulgados en el presente documento pueden proporcionar una disminución significativa en el tiempo de instalación y el coste.

Como se ha mencionado, el conjunto 30 de modificación del flujo de aire y el procedimiento descrito en este documento pueden incluir una segunda base 34 o pueden incluir una pluralidad de segundas bases 34. Como tal, cada segunda base 34 puede tener al menos un extremo 48 del conector y la pluralidad de elementos 40 de modificación del flujo de aire, en el que cada extremo 48 del conector puede estar acoplado con un extremo 48 del conector correspondiente de una segunda base 34 diferente. Más específicamente, cada extremo 48 del conector correspondiente puede incluir un perfil 44 de interconexión.

En otra realización, los perfiles 42, 44 de interconexión de la primera base 32 y la(s) segunda(s) base(s) 34 pueden incluir una configuración 52, 54 de cola de milano única. Las configuraciones 52, 54 de cola de milano pueden ser de cualquier forma apropiada adecuada en la técnica. Por ejemplo, en las realizaciones ilustradas, la configuración 52 de cola de milano tiene una configuración cuadrada, mientras que la configuración 54 de cola de milano tiene una configuración redondeada. En realizaciones adicionales, cada configuración de cola de milano puede ser única entre sí para evitar una instalación inadecuada (es decir, el montaje del lado equivocado de una segunda base 34 o el montaje de una segunda base 34 en el orden equivocado). Por consiguiente, cada extremo 48 del conector puede estar conectado en un orden predeterminado. En realizaciones adicionales, las segundas bases 34 pueden tener cada una unos extremos 48 de conector similares y se pueden distinguir usando otros medios apropiados, tales como la codificación de color o similar para evitar una instalación inadecuada. Adicionalmente, como se muestra en la figura 7, la segunda base 34 puede incluir un extremo 56 no conector que tiene una superficie sustancialmente lisa. El extremo 56 no conector puede proporcionar mejores características aerodinámicas sobre los perfiles 42, 44 de interconexión. Debe entenderse además que el extremo 56 no conector puede tener cualquier configuración adecuada o forma distinta de los perfiles 42, 44 de interconexión de las segundas bases 34.

En realizaciones adicionales, cada base 32, 34 puede incluir cualquier número de elementos 40 de modificación del flujo de aire. Por ejemplo, en las realizaciones ilustradas, cada base 32, 34 incluye cuatro elementos 40 de modificación del flujo de aire. Sin embargo, en una realización alternativa, cada base 32, 34 puede incluir más o menos de cuatro elementos 40 de modificación del flujo de aire. Además, cada base 32, 34 puede contener un número diferente de elementos 40 de modificación del flujo de aire que cualquier otra base 32, 34. Por ejemplo, en una realización, la primera base 32 puede contener dos elementos 40 de modificación del flujo de aire, mientras que la(s) segunda(s) base(s) 34 puede(n) contener cada uno tres elementos 40 de modificación del flujo de aire. Por otra parte, los elementos 40 de modificación del flujo de aire se pueden disponer en cualquier configuración adecuada en las bases 32, 34 para proporcionar las características aerodinámicas deseadas. Además, los elementos 40 de modificación de flujo de aire descritos en este documento que tienen cualquier configuración de forma adecuada están dentro del alcance y del espíritu de la invención. Por ejemplo, los elementos 40 de modificación del flujo de aire pueden tener una aleta, de tipo de cuña, o cualquier otra forma adecuada conocida en la técnica. También debe entenderse que la presente invención abarca cualquier configuración de turbina eólica 10 (figura 1) que incluye el conjunto 30 de modificación del flujo de aire único como se describe en el presente documento.

En realizaciones todavía adicionales, la estructura de alineación 29 según la invención puede incluir cualquier estructura fija, ya sea una parte integral de la pala 22 de rotor o una estructura separada instalada en la pala 22 de

rotor. Por ejemplo, la pala 22 de rotor puede fabricarse para incluir una estructura 38 de alineación elevada o ranurada. Además, la estructura 29 de alineación puede estar situada en cualquier ubicación en la pala del rotor. Por ejemplo, la estructura 29 de alineación puede estar situada cerca de la raíz 25 de la pala o puede estar situada cerca de la punta 27 de la pala. Más específicamente, la estructura 29 de alineación puede incluir una brida 28 de la raíz (figura 4), una banda 38 de la raíz (figura 3), o un cojinete de paso 24 (figura 3).

La banda 38 de la raíz según la invención puede ser cualquier banda o característica adecuada instalada y fijada en la pala 22 de rotor para ayudar con la alineación de la primera base 32. Además, la banda 38 de la raíz puede ser una banda rígida o flexible, tener cualquier forma adecuada, y puede estar hecha de cualquier material adecuado. Por ejemplo, la banda 38 de la raíz puede ser de cualquier anchura adecuada, tal como de aproximadamente 100 milímetros hasta aproximadamente 150 milímetros. Además, la banda 38 de la raíz puede ser una banda de fibra de vidrio laminada instalada circunferencialmente alrededor de la cuerda 13 de la pala 22 de rotor, cerca de la raíz 25 de la pala. En otra realización, la banda 38 de la raíz se pueden instalar circunferencialmente alrededor de la cuerda 13 de la pala 22 de rotor, cerca de la punta 27 de la pala. Como tal, la primera base 32 puede topar perpendicularmente contra la banda 38 de la raíz, de tal manera que la primera base 32 se extienda en una dirección a lo largo de la envergadura desde el extremo 39 de la raíz hasta el extremo 46 de la cola.

Con referencia ahora a la figura 8, se ilustra una sección transversal aerodinámica de la pala 22 del rotor. Como se ha mencionado, el conjunto 30 de modificación del flujo de aire puede estar situado en cualquier ubicación de una o ambas de las superficies 68, 70 de flujo de la pala del rotor, en la que se desea modificar las características aerodinámicas de la superficie. Por ejemplo, como se ilustra, el conjunto 30 está instalado en la superficie 68 del lado de succión de la pala 22 del rotor. En otra realización, el conjunto 30 también puede proporcionarse en la superficie lateral 70 de presión. Además, como se ilustra, el conjunto 30 puede estar conformado para corresponder sustancialmente a una superficie de la pala 22 del rotor. Como tal, la primera base 32 puede adherirse fácilmente a la superficie de la pala 22 del rotor con un adhesivo 58. El adhesivo 58 puede ser cualquier cinta adhesiva, pegamento, o cualquier otro adhesivo adecuado conocido en la técnica.

Se debe entender que el conjunto 30 puede estar dispuesto más cerca de la raíz 25 de la pala en comparación con la punta 27 de la pala (figura 3). Esta configuración proporciona una mayor elevación con poco arrastre adicional (particularmente deseable en condiciones de baja velocidad del viento). En otras realizaciones, el conjunto 30 puede instalarse más cerca de la punta 27 de la pala en comparación con la raíz 25 de la pala. Por ejemplo, elementos de modificación del flujo de aire de tipo de aleta o cuña convencional se pueden proporcionar en las regiones de mayor velocidad de la pala más cerca de la punta 27 de la pala.

Aunque la presente materia se ha descrito en detalle con respecto a realizaciones y procedimientos ejemplares específicos de la misma, se apreciará que los expertos en la técnica, al alcanzar una comprensión de lo anterior, pueden producir fácilmente alteraciones, variaciones, y equivalentes a tales realizaciones. Como se ha mencionado, también debe apreciarse que la invención es aplicable a cualquier tipo de superficie de flujo, y no se limita a una pala de turbina eólica. De acuerdo con ello, el alcance de la presente divulgación es a modo de ejemplo en lugar de a modo de limitación, y la presente divulgación no se opone a la inclusión de tales modificaciones, variaciones y/o adiciones a la presente materia, como sería fácilmente evidente para una persona con una experiencia ordinaria en la técnica.

Diversos aspectos y realizaciones de la presente invención se definen mediante las siguientes cláusulas numeradas:

1. Una pala de rotor para una turbina eólica, comprendiendo dicha pala de rotor:

una superficie del lado de succión y una superficie del lado de presión;

una raíz de la pala y una punta de la pala; y

un conjunto de modificación del flujo de aire montado sobre al menos una de dicha superficie lateral de succión o de dicha superficie del lado de presión, comprendiendo dicho conjunto:

una estructura de alineación que comprende una cara que se extiende a lo largo de la cuerda, en el que dicha estructura de alineación es fija con respecto a la pala de rotor en una posición predeterminada;

una primera base que comprende un extremo de raíz, un extremo de cola que tiene un perfil de interconexión, y una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire, en el que dicho extremo de raíz está alineado con dicha cara que se extiende a lo largo de la cuerda, de manera que dicha primera base se extiende a lo largo de la envergadura de la pala de rotor desde dicho extremo de raíz a dicho extremo de cola; y

al menos una segunda base que comprende un extremo de conector que tiene un perfil de interconexión complementario y una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire, en el que dicho extremo de conector está acoplado a dicho extremo de cola.

2. La pala de rotor como en la cláusula 1, en la que dicha estructura de alineación está fijada sustancialmente adyacente a dicha raíz de pala.

3. La pala de rotor como en cualquier cláusula anterior, en la que dicha primera base topa contra dicha cara que se extiende a lo largo de la cuerda.
4. La pala de rotor como en cualquier cláusula anterior, en la que dicho extremo de cola y dicho extremo de conector comprenden una primera configuración de cola de milano coincidente.
- 5 5. La pala de rotor como en cualquier cláusula anterior, que comprende además una pluralidad de segundas bases, teniendo cada segunda base al menos un extremo de conector y una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire, en el que cada extremo de conector se acopla con un extremo de conector correspondiente de una segunda base diferente.
- 10 6. La pala de rotor como en cualquier cláusula anterior, en la que cada extremo de conector y cada extremo de conector correspondiente comprenden una segunda configuración de cola de milano coincidente.
7. La pala de rotor como en cualquier cláusula anterior, en la que cada configuración de cola de milano es única, de tal manera que dicha pluralidad de segundas bases están acopladas entre sí en un orden predeterminado.
8. La pala de rotor como en cualquier cláusula anterior, en la que dicha estructura de alineación es una de una brida de raíz, un cojinete de paso, o una banda de raíz.
- 15 9. La pala de rotor como en cualquier cláusula anterior, en la que dicha primera base y dicha pluralidad de segundas bases están conformadas para corresponder sustancialmente a por lo menos una de dicha superficie del lado de succión o superficie del lado de presión, y en la que dicha primera base y dicha pluralidad de segundas bases están adheridas a al menos una de la superficie del lado de succión o la superficie del lado de presión con un adhesivo.
- 20 10. Una turbina eólica, que comprende:
- una torre;
- una góndola montada encima de dicha torre;
- un rotor que tiene un buje giratorio y al menos una pala de rotor, teniendo dicha pala de rotor una superficie del lado de succión y una superficie del lado de presión; y una raíz de la pala y una punta de la pala; y
- 25 un conjunto de modificación del flujo de aire montado sobre al menos una de dicha superficie del lado de succión o de dicha superficie del lado de presión, comprendiendo dicho conjunto:
- una estructura de alineación que comprende una cara que se extiende a lo largo de la cuerda, en el que dicha estructura de alineación está fijada sustancialmente adyacente a dicha raíz de la pala en una posición predeterminada;
- 30 una primera base que comprende un extremo de raíz, un extremo de cola que tiene un perfil de interconexión, y una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire, en el que dicho extremo de raíz está alineado con dicha cara que se extiende a lo largo de la cuerda, de manera que dicha primera base se extiende a lo largo de la envergadura de la pala de rotor desde dicho extremo de raíz a dicho extremo de cola; y
- 35 al menos una segunda base que comprende un extremo de conector que tiene un perfil de interconexión complementario y una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire, en el que dicho extremo de conector está acoplado a dicho extremo de cola.
11. La turbina eólica como en cualquier cláusula anterior, en la que dicha primera base topa contra dicha cara que se extiende a lo largo de la cuerda.
12. La turbina eólica como en cualquier cláusula anterior, en la que dicho extremo de cola y dicho extremo de conector comprenden una configuración de cola de milano coincidente.
- 40 13. La turbina eólica como en cualquier cláusula anterior, que comprende además una pluralidad de segundas bases, teniendo cada segunda base al menos un extremo de conector, en el que cada extremo de conector se acopla con un extremo de conector correspondiente de una segunda base diferente, y en la que cada extremo de conector y cada extremo de conector correspondiente comprenden una configuración de cola de milano coincidente.
- 45 14. La turbina eólica como en cualquier cláusula anterior, en la que cada configuración de cola de milano es única, de tal manera que dicha pluralidad de segundas bases están acopladas entre sí en un orden predeterminado.
15. Un procedimiento para alinear elementos de modificación del flujo de aire sobre una pala de rotor, comprendiendo dicho procedimiento:
- localizar una estructura de alineación sobre la pala de rotor;
- alinear un extremo de raíz de una primera base que tiene una pluralidad de elementos de modificación del flujo

de aire con una cara que se extiende a lo largo de la cuerda de la estructura de alineación, tal que la primera base se extiende a lo largo de la envergadura sustancialmente a lo largo de la pala de rotor desde el extremo de raíz a un extremo de cola que tiene un perfil de interconexión; y

5 conectar un perfil de interconexión complementario de una segunda base que tiene una pluralidad de elementos de modificación del flujo de aire en el perfil de interconexión del extremo de cola.

16. El procedimiento como en cualquier cláusula anterior, en el que el perfil de interconexión y el perfil de interconexión complementario comprenden una primera configuración de cola de milano coincidente.

17. El procedimiento como en cualquier cláusula anterior, que comprende además topar el extremo de raíz de la primera base contra la cara que se extiende a lo largo de la cuerda de la estructura de alineación.

10 18. El procedimiento como en cualquier cláusula anterior, que comprende además la conexión de una pluralidad de segundas bases a la primera base.

19. El procedimiento como en cualquier cláusula anterior, en el que la primera base y la pluralidad de segundas bases están conectadas para alinearse sustancialmente paralelas a un eje a lo largo de la envergadura.

15 20. El procedimiento como en cualquier cláusula anterior, en el que la primera base y la pluralidad de segundas bases están conectadas para mantener una distancia a lo largo de la cuerda desde un borde delantero de la pala del rotor.

**REIVINDICACIONES**

1. Una pala de rotor (22) para una turbina eólica (10), comprendiendo dicha pala de rotor (22):
  - una superficie del lado de succión y una superficie del lado de presión;
  - una raíz (27) de la pala y una punta (29) de la pala; y
- 5 un conjunto (30) de modificación del flujo de aire montado sobre al menos una de dicha superficie del lado de succión o dicha superficie del lado de presión, estando dicho conjunto (30) **caracterizado por**:
  - una estructura de alineación (38) que comprende una cara (44) que se extiende a lo largo de la cuerda, en el que dicha estructura de alineación (38) es fija con respecto a la pala (22) de rotor en una posición predeterminada;
  - 10 una primera base (32) que comprende un extremo (39) de raíz, un extremo (46) de cola que tiene un perfil de interconexión (42), y una pluralidad de elementos (40) de modificación del flujo de aire, en el que dicho extremo (39) de raíz está alineado con dicha cara (44) que se extiende a lo largo de la cuerda, de manera que dicha primera base (32) se extiende a lo largo de la envergadura a lo largo de la pala de rotor (22) desde dicho extremo (39) de raíz a dicho extremo (46) de cola; y
  - 15 al menos una segunda base (34) que comprende un extremo (48) de conector que tiene un perfil (42) de interconexión complementario y una pluralidad de elementos (40) de modificación del flujo de aire, en el que dicho extremo (48) de conector está acoplado con dicho extremo (46) de cola.
2. La pala de rotor (22) según la reivindicación 1, en la que dicha estructura (38) de alineación está fijada sustancialmente adyacente a dicha raíz (25) de la pala.
- 20 3. La pala de rotor (22) según cualquier reivindicación anterior, en la que dicha primera base (32) se apoya contra dicha cara (44) que se extiende a lo largo de la cuerda.
4. La pala de rotor (22) según cualquier reivindicación anterior, en la que dicho extremo (46) de cola y dicho extremo (48) de conector comprenden una primera configuración (52) de cola de milano coincidente.
- 25 5. La pala de rotor (22) según cualquier reivindicación anterior, que comprende además una pluralidad de segundas bases (34), teniendo cada segunda base (34) al menos un extremo (48) de conector y una pluralidad de elementos (40) de modificación del flujo de aire, en la que cada extremo (48) de conector está acoplado con un extremo de conector correspondiente de una segunda base (34) diferente.
6. La pala de rotor (22) según la reivindicación 5, en la que cada extremo (48) de conector y cada extremo (48) de conector correspondiente comprenden una segunda configuración (54) de cola de milano coincidente.
- 30 7. La pala de rotor (22) según cualquier reivindicación anterior, en la que cada configuración (52, 54) de cola de milano es única, de tal manera que dicha pluralidad de segundas bases (32) están acopladas entre sí en un orden predeterminado.
8. La pala de rotor (22) según cualquier reivindicación anterior, en la que dicha estructura de alineación (38) es una de entre una brida (28) de raíz, un cojinete (24) de paso, o una banda de raíz.
- 35 9. La pala de rotor (22) según cualquier reivindicación anterior, en la que dicha primera base (32) y dicha pluralidad de segundas bases (34) están conformadas para corresponder sustancialmente a al menos una de entre dicha superficie del lado de succión o de superficie del lado de presión, y en la que dicha primera base y dicha pluralidad de segundas bases (34) se adhieren a al menos una de entre la superficie del lado de succión o la superficie del lado de presión con un adhesivo (58).
- 40 10. Un procedimiento para alinear los elementos (40) de modificación del flujo de aire sobre una pala (22) de rotor, comprendiendo dicho procedimiento:
  - fijar una estructura (38) de alineación de la pala (22) de rotor en una posición predeterminada;
  - 45 alinear un extremo (39) de raíz de una primera base (32) que tiene una pluralidad de elementos (40) de modificación del flujo de aire con una cara (44) que se extiende a lo largo de la cuerda de la estructura (38) de alineación, tal que la primera base (32) se extiende sustancialmente a lo largo de la envergadura a lo largo de la pala (22) de rotor desde el extremo (39) de raíz a un extremo (46) de cola que tiene un perfil (42) de interconexión; y
  - conectar un perfil (42) de interconexión complementario de una segunda base (34) que tiene una pluralidad de elementos (40) de modificación del flujo de aire para el perfil (42) de interconexión del extremo (46) de cola.
- 50 11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que el perfil (42) de interconexión y el perfil de interconexión

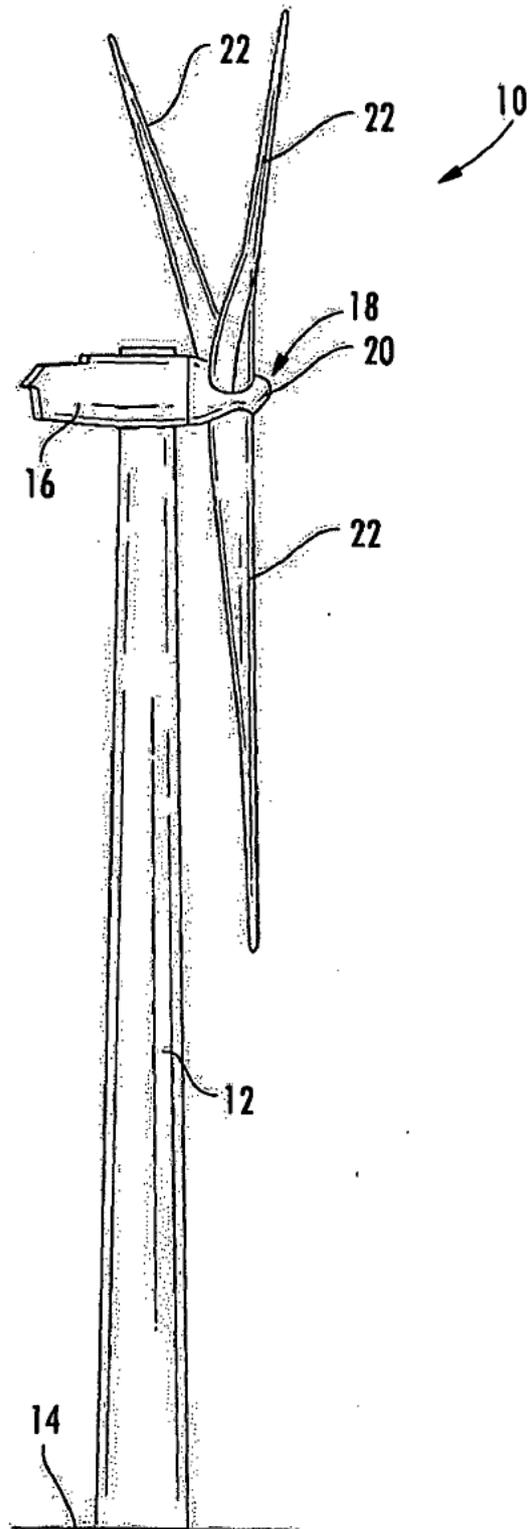
complementario comprenden una primera configuración (52) de cola de milano coincidente.

12. El procedimiento según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, que comprende además apoyar el extremo (39) de raíz de la primera base (32) contra la cara que se extiende a lo largo de la cuerda de la estructura (38) de alineación.

5 13. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende además conectar una pluralidad de segundas bases (34) a la primera base (32).

14. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que la primera base (32) y la pluralidad de segundas bases (34) están conectadas para alinearse sustancialmente paralelas a un eje a lo largo de la envergadura.

10 15. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que la primera base (32) y la pluralidad de segundas bases (34) están conectadas para mantener una distancia a lo largo de la cuerda desde un borde trasero de la pala (22) de rotor.



**FIG. 1**

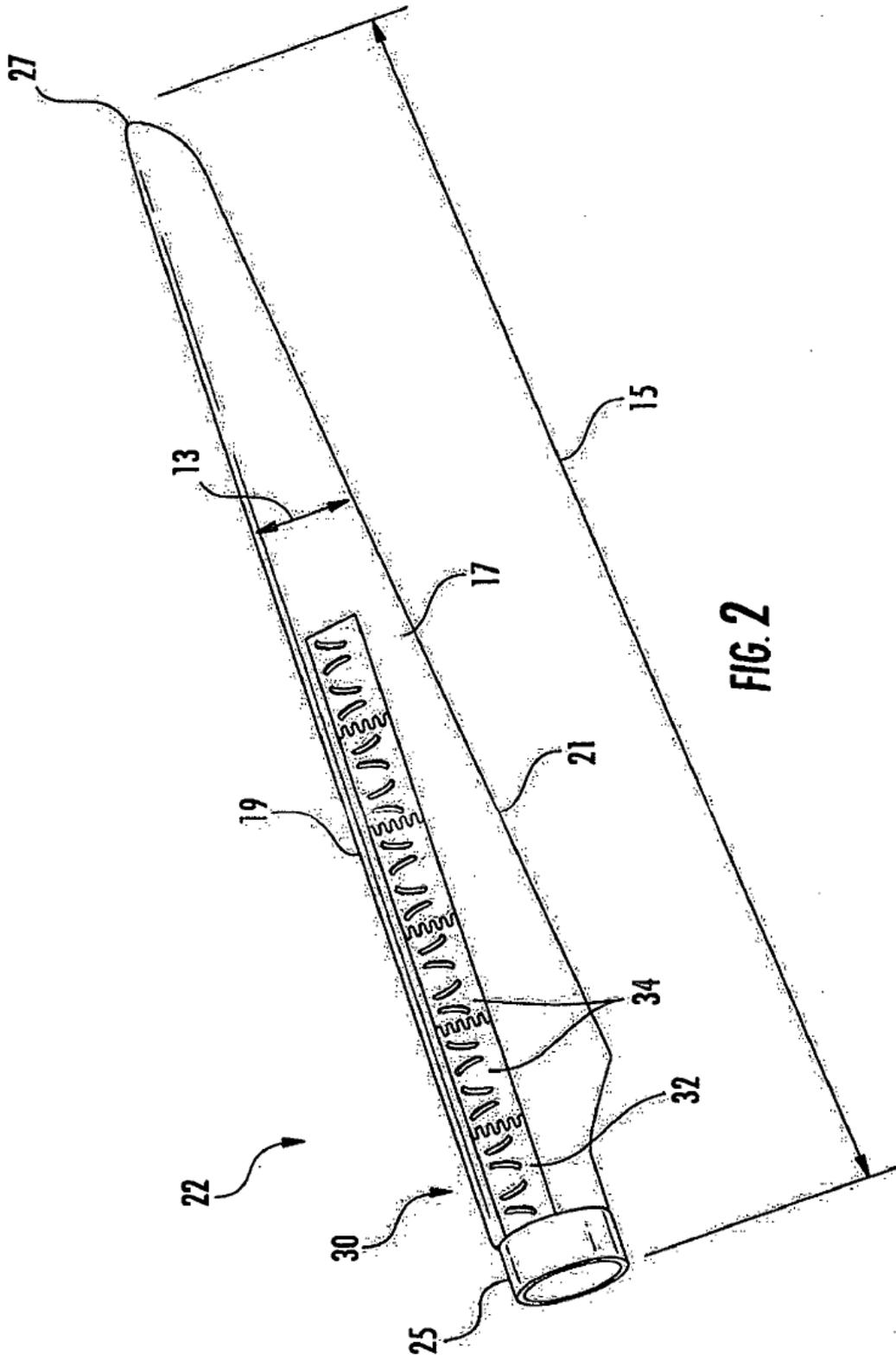
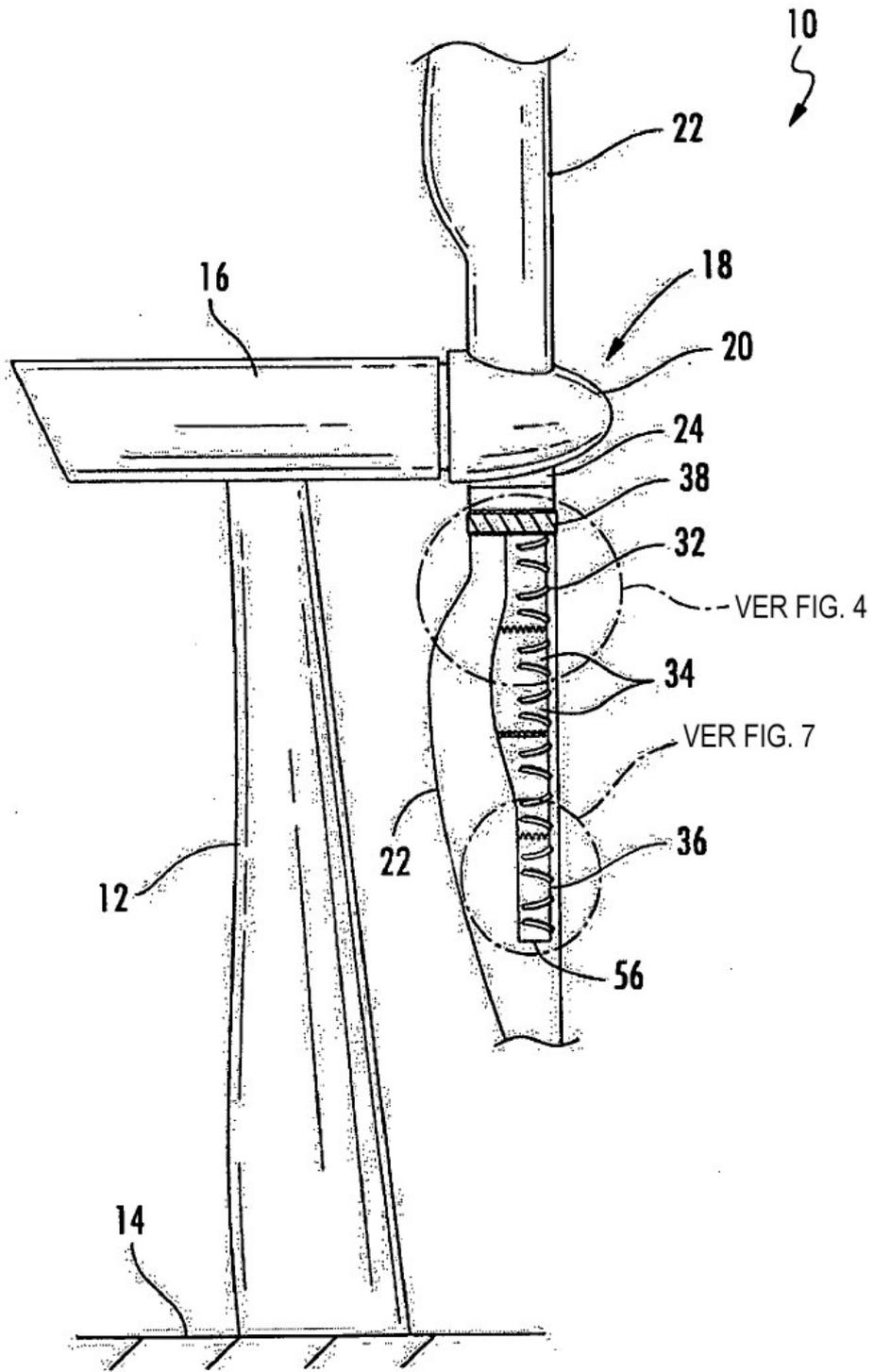


FIG. 2



**FIG. 3**

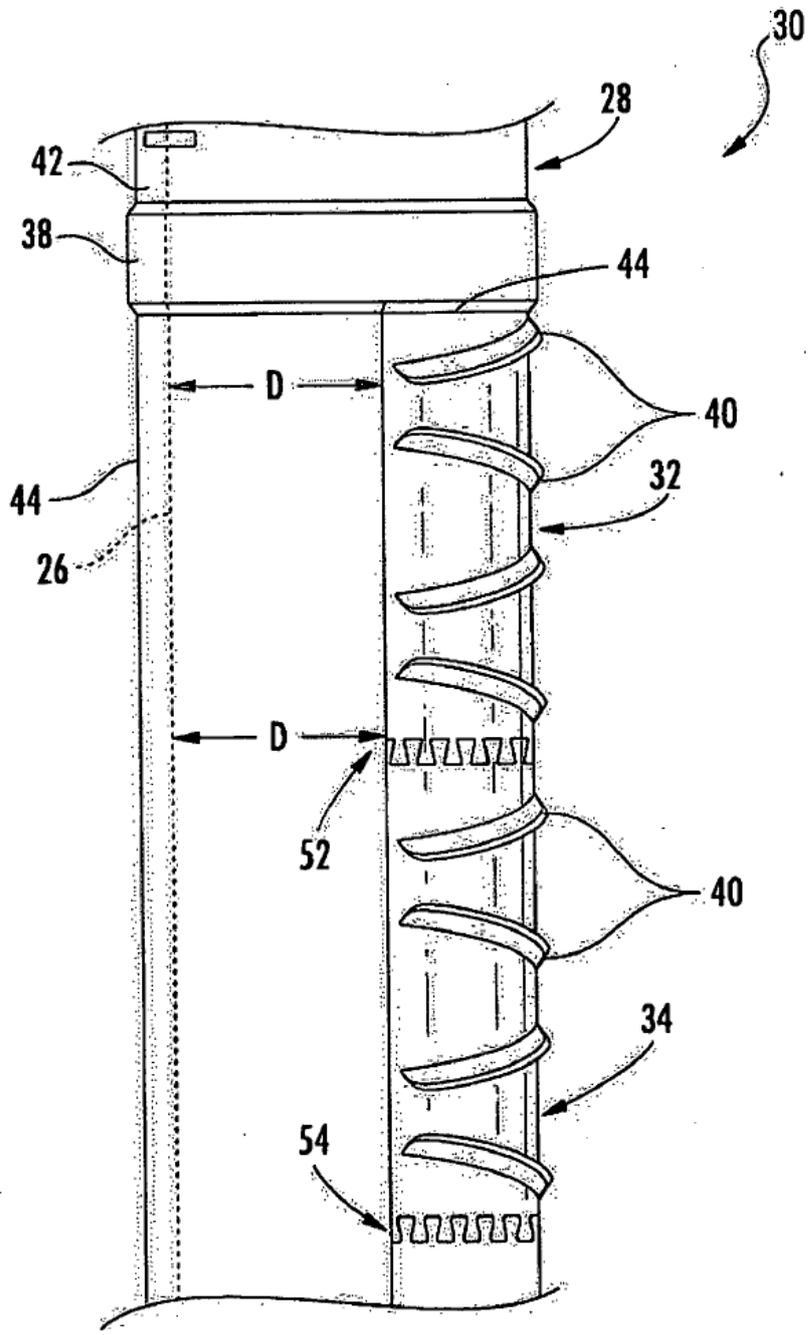


FIG. 4

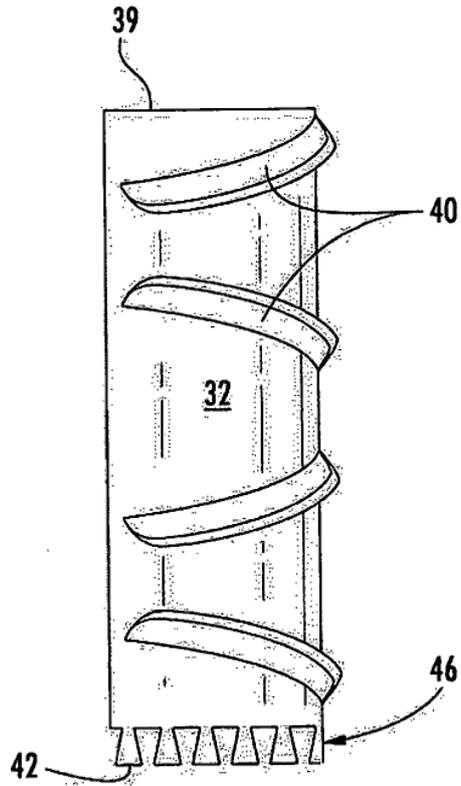


FIG. 5

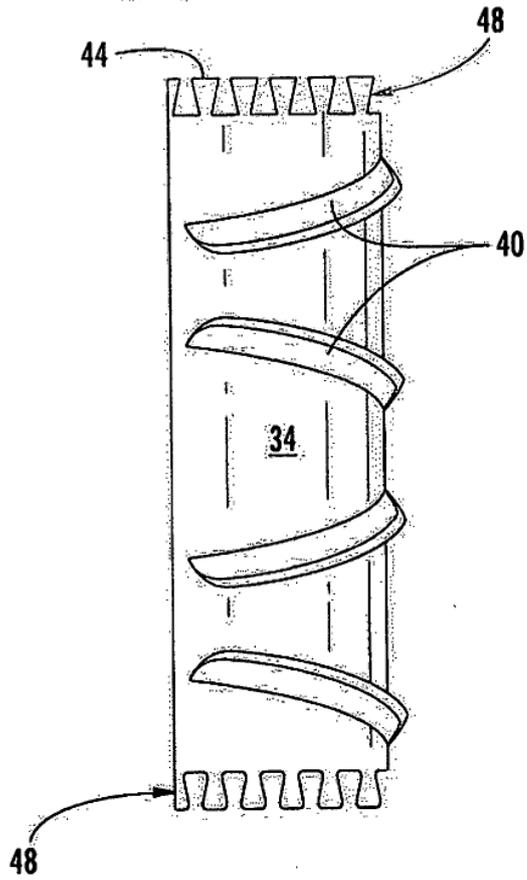
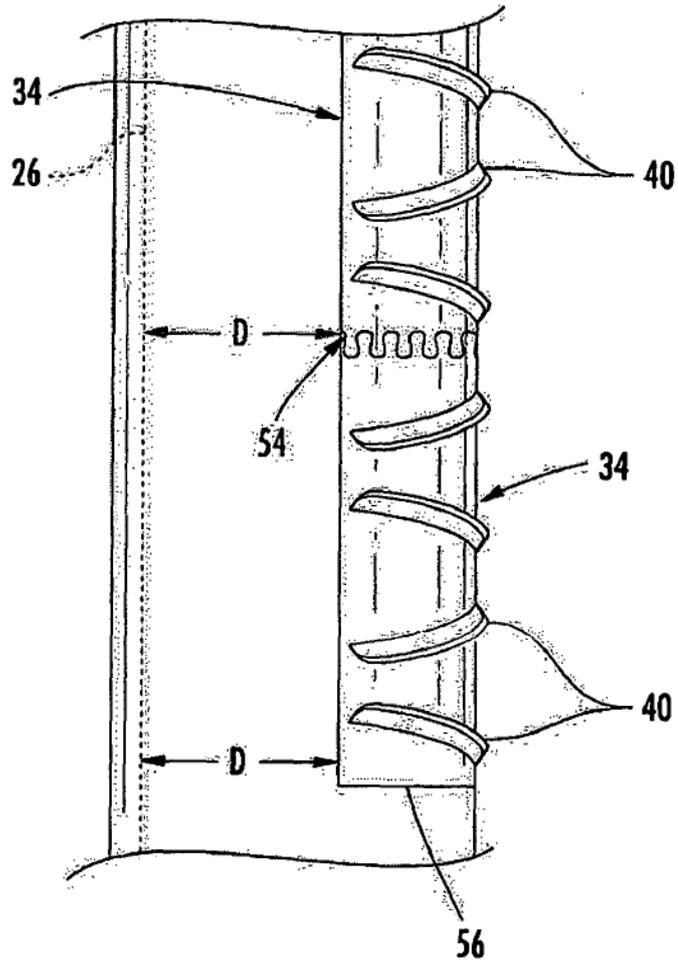
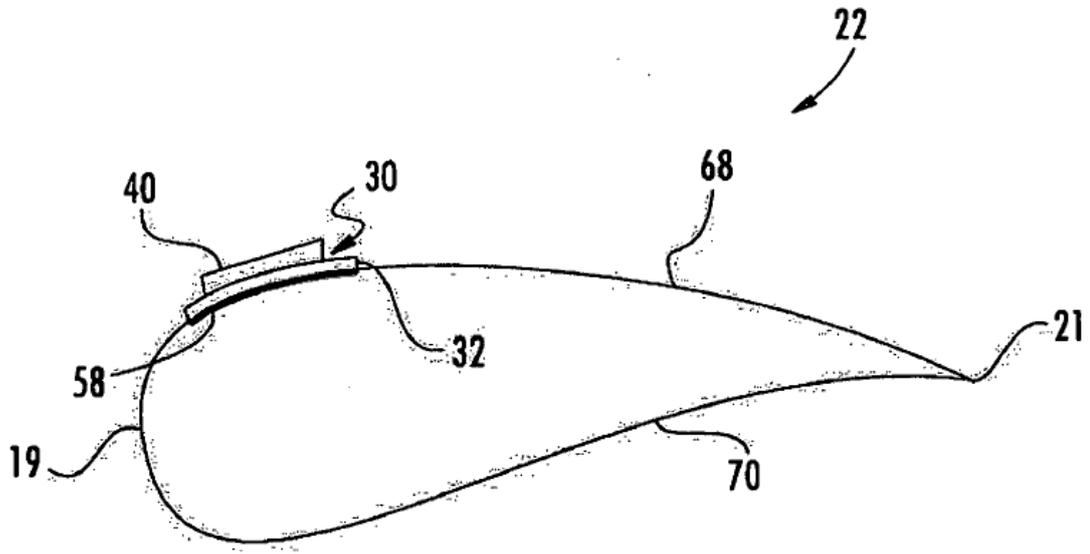


FIG. 6



**FIG. 7**



**FIG. 8**