

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 947**

51 Int. Cl.:

F01D 5/28 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2013 PCT/EP2013/069112**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14041151**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2013 E 13763231 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2917568**

54 Título: **Pala de aerogenerador con medios de sujeción**

30 Prioridad:

17.09.2012 EP 12184616

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

13.03.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

GARM, JESPER HASSELBALCH

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 658 947 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

Pala de aerogenerador con medios de sujeción

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una pala de aerogenerador para un rotor de un aerogenerador, de forma preferible que tiene un eje de rotor sustancialmente horizontal, comprendiendo dicho rotor un buje, a partir del cual se extiende la pala sustancialmente en una dirección radial cuando se monta en el buje, incluyendo la pala del aerogenerador una estructura de concha de un material compuesto de fibra reforzada que comprende fibras embebidas en una matriz polímera, teniendo la pala una dirección longitudinal con un extremo de punta y un extremo de raíz y una dirección transversal así como teniendo una longitud de pala, comprendiendo además la pala: un contorno perfilado que incluye 10 un lado de presión y de succión, así como un lado de ataque y un lado de fuga con una cuerda que tiene una longitud de cuerda que se extiende entre ellas, el contorno perfilado, cuando está siendo impactado por un flujo de aire incidente, que genera una sustentación, en donde el contorno perfilado comprende: una región de raíz que comprende una cara extrema de raíz, una región de perfil aerodinámico que tiene un perfil generador de sustentación más alejado en contra del buje, y de forma opcional una región de transición entre la región de la raíz y la región de perfil aerodinámico, en donde la región de raíz comprende una sección transversal en forma de anillo con una superficie exterior y una superficie interior, en donde la región de raíz comprende una pluralidad de miembros de sujeción alargados provistos de medios de sujeción y embebidos mutuamente dispuesto separados en el polímero de fibra reforzada de manera que sigue sustancialmente una circunferencia de la región de raíz y permite el acceso desde el exterior a los medios de sujeción utilizados para montar la pala en el buje, comprendiendo los medios de sujeción un primer extremo dispuesto en la cara extrema de raíz, un segundo extremo opuesto al primer extremo de la misma y una periferia exterior.

Antecedentes

25 Las palas de aerogenerador y por lo tanto también la región de raíz de las mismas están hechas a menudo ensamblando dos mitades de pala que corresponden esencialmente al lado de succión y al lado de presión, respectivamente, a lo largo del plano de cuerda. Sin embargo, las palas también pueden estar montadas en su totalidad mediante el denominado moldeo hueco.

30 La región de raíz comprende capaz de fibras que forman una capa exterior y una capa interior entre las cuales se sitúan miembros de sujeción en forma de casquillos. Se pueden colocar insertos formados de forma separada entre cada par de casquillos adyacentes, con lo que los casquillos están separados mutuamente mediante los insertos. Los insertos conocidos están hechos de fibra de vidrio embebida en una resina adecuada.

35 Un problema potencial en conexión con las palas de aerogeneradores es la transferencia de carga desde la estructura compuesta de fibra de la región de raíz al buje del aerogenerador. La conexión y transferencia de cargas desde la pala al buje es proporcionada, entre otros, montando la pala en el buje montando pernos en los casquillos situados en la raíz o por medio de tuercas montadas sobre espárragos montados en los casquillos. En el caso en que el número de pernos y por tanto el número de casquillos se tenga que aumentar para manejar una carga dada, se reduce el área restante del material compuesto de fibra entre los casquillos. Esto puede resultar en que la conexión de la raíz sea soportada de forma insuficiente para soportar las cargas, con lo que la conexión entre la raíz de la pala y el buje puede fallar dado que los casquillos son retenidos de forma insuficiente en el material compuesto y por tanto tirados fuera del material compuesto de la región de raíz. Esto es especialmente un problema cuando se tiene que usar palas largas y por lo tanto pesadas. En principio, es también posible aumentar el área de los casquillos de manera que los casquillos estén ubicados a lo largo de toda la circunferencia de la raíz. Sin embargo, dicha solución añade peso a la región de raíz y además aumenta los costes. Además, es una limitación el que los casquillos por supuesto solo puedan extenderse a lo largo de toda la longitud de la pala.

45 El documento WO 2006/070171 da a conocer un método de fabricación de un miembro de concha del aerogenerador que proporciona un miembro de sujeción incorporado cerca de la raíz. El documento menciona que puede ser ventajoso para conchas de pala delgadas utilizando miembros de sujeción con una sección transversal ovalada y el eje mayor orientado paralelo a la superficie de la concha de la pala. Si los miembros de sujeción ovalados tienen que estar separados de forma próxima, los medios de sujeción pueden ser inclinados ligeramente pero aun así ser sustancialmente paralelos a la superficie de la concha de la pala.

50 El documento DE 10 2008 021498 A1 da a conocer un método para fabricar una conexión de pala de una pala de rotor para un sistema de aerogenerador, en donde se disponen miembros de sujeción separados de forma equidistante sobre un arco. Los miembros de sujeción pueden tener una sección transversal trapezoidal o cuadrada.

El documento EP 2 138 716 A1 da a conocer un inserto de pala conectado en la laminación de una pala de aerogenerador. Los insertos pueden separarse mediante separadores hechos de fibra de vidrio o espuma.

55 El documento WO 2010/018225 proporciona un método de fabricación de una pala de aerogenerador que comprende un cable de acero o una matriz de polímero de fibra reforzada de acero. Sin embargo, el documento no aborda el

problema de cómo se ha de diseñar la región para soportar cargas extremas en la conexión entre la raíz de la pala y el buje.

5 El documento EP 2 697 046 A2 da a conocer una pala de aerogenerador provista de miembros de sujeción en el extremo de raíz de la pala. En el modo de realización mostrado, los miembros de sujeción tienen un perfil en sección transversal sustancialmente rectangular con esquinas ligeramente redondeadas.

Divulgación de la invención

Por lo tanto, es un objeto de la invención obtener una nueva pala de aerogenerador, que supere o mejore al menos una de las desventajas de la técnica anterior o que proporcione una alternativa útil.

10 Por tanto, de acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona una solución en la cual los miembros de sujeción comprenden un perfil de sección transversal alargada con una primera dimensión orientada en una dirección radial de la sección transversal en forma de anillo siendo mayor que una segunda dimensión orientada en una dirección circunferencial de la sección transversal en forma de anillo. En otras palabras, los miembros de sujeción comprenden un perfil en sección transversal sustancialmente ovalado que tiene un eje mayor orientado a lo largo del radio de la región de raíz y un eje menor orientado a lo largo de la dirección circunferencial o tangencial de la región de raíz.

15 Por lo tanto, se logra que la rigidez a flexión de los miembros de sujeción se maximice en la dirección radial, mientras que se minimiza el área de sección transversal de los miembros de sujeción. Por tanto, los miembros de sujeción están diseñados y dispuestos para encargarse de las cargas necesarias, mientras que se puede minimizar el peso y el coste de la región de raíz. En particular para miembros de sujeción en forma de casquillos, la ventaja es que la flexión local del casquillo disminuye. Esto es una ventaja para la conexión con pernos al cojinete espaciado o el buje, ya que la flexión de los pernos en la dirección radial es a menudo un factor limitante para el diseño del perno. Por consiguiente,
20 el radio total de la región de raíz en forma de anillo puede incluso ser minimizado, por tanto proporcionando una solución practicable para el montaje de la pala al buje del aerogenerador.

De acuerdo con un modo de realización ventajoso, la primera dimensión es al menos un 10%, o un 15%, o un 20%, o un 25% mayor que la segunda dimensión.

25 De acuerdo con la invención, los miembros de sujeción tienen un perfil de sección transversal alargada que es sustancialmente ovalado. Los lados de los miembros de sujeción trapezoidales pueden estar dispuestos a lo largo del radio de la sección de raíz circular.

Los miembros de sujeción también pueden ser de forma ventajosa corrugados en la dirección longitudinal. Esto puede aumentar la capacidad de adhesión del material de matriz de fibra reforzada circundante.

30 De acuerdo con un primer modo de realización, los miembros de sujeción están inclinados en la dirección longitudinal de manera que el área de sección transversal en el segundo extremo es menor que en el primer extremo de los miembros de sujeción. Esto proporciona una solución con una transición suave en la rigidez en la dirección longitudinal de la pala.

35 De acuerdo con un modo de realización alternativo, los miembros de sujeción están inclinados en la dirección longitudinal de manera que el área de sección transversal en el segundo extremo es mayor que en el primer extremo de los miembros de sujeción. Esto aumenta la resistencia de tracción de los medios de sujeción.

Puede ser también posible proporcionar medios de sujeción que tengan un perfil doblemente inclinado de manera que se aumente la resistencia de tracción y se proporcione una transición suave en la rigidez en la dirección longitudinal de la pala.

40 De forma ventajosa, los miembros de sujeción están hechos por moldeo por ejemplo de acero fundido.

De acuerdo con un modo de realización preferido, los miembros de sujeción son casquillos. Los casquillos, de forma ventajosa, comprenden un orificio roscado interior, por ejemplo, para recibir un perno de anclaje. Por tanto, está claro que los medios de sujeción en este modo de realización consisten en un orificio roscado.

La segunda dimensión puede por ejemplo ser de al menos un 20% más grande que un diámetro del orificio roscado.

45 En un modo de realización ventajoso, la región de raíz además comprende un número de insertos dispuestos en regiones entre miembros de sujeción adyacentes, haciendo tope el inserto al menos con una parte de la periferia exterior de los miembros de sujeción. Por tanto, los insertos funcionan como medios de retención y aseguran que los miembros de sujeción estén ubicados en posiciones correctas, tales como de forma equidistante a lo largo de la circunferencia de la región de raíz circular. El inserto puede por ejemplo estar formado de un polímero de fibra reforzada. El inserto puede estar formado por ejemplo como cuñas de mariposa, donde los lados corresponden a la superficie exterior de los miembros de sujeción que hacen tope.
50

Los miembros de sujeción pueden comprender una sección inclinada en el segundo extremo de los miembros de sujeción de manera que proporciona la transición suave al laminado de fibra reforzada. Los insertos también pueden

comprender una sección inclinada en la cara extrema en contra de la cara extrema de raíz. La sección inclinada asegura que se obtenga una transición suave en la rigidez en la dirección longitudinal de la concha de pala.

5 Las secciones inclinadas se pueden formar como cuñas separadas dispuestas en extensión longitudinal de los miembros de sujeción e insertos, respectivamente. De forma alternativa, pueden estar formadas de forma integral con los miembros de sujeción y los insertos.

La estructura de concha puede ensamblarse a partir de dos o más partes de concha. Típicamente, las partes de concha son fabricadas como el lado de presión y el lado de succión de la pala, respectivamente. Las dos partes son entonces pegadas o por el contrario adheridas entre sí, a menudo en el borde de ataque y el borde de fuga de la pala.

10 De acuerdo con un segundo aspecto, la invención proporciona un aerogenerador que comprende un número de palas, por ejemplo, dos o tres, de acuerdo con la primera invención, estando conectadas dichas palas al buje del aerogenerador.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará en detalle más abajo con referencia a un modo de realización mostrado en los dibujos, en los cuales

15 La figura 1 muestra un aerogenerador,

La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de una pala de aerogenerador de acuerdo con la invención,

La figura 3 es una vista en sección longitudinal en perspectiva de una porción de una región de raíz de un primer modo de realización de una pala de aerogenerador de acuerdo con la invención,

La figura 4 es una vista en sección longitudinal de una porción del modo de realización mostrado en la figura 3, y

20 Las figuras 5a-e muestran diferentes modos de realización de casquillos.

Descripción detallada de la invención

25 La figura 1 ilustra un aerogenerador contra el viento moderno convencional de acuerdo con el denominado "concepto danés" con una torre 4, una góndola 6 y un rotor con un eje de rotor sustancialmente horizontal. El rotor incluye un buje 8, y tres palas 10 que se extienden radialmente desde el buje 8, cada una teniendo una raíz 16 de pala más cercana al buje y una punta 14 de pala más lejana del buje 8. El rotor tiene un radio referido como R.

30 La figura 2 muestra una vista esquemática de una pala 10 de aerogenerador. La pala 10 de aerogenerador tiene la forma de una pala de aerogenerador convencional y comprende una región 30 de raíz y una cara 29 extrema de raíz más cercana al buje, una región 34 perfilada o perfil aerodinámico más lejana en contra del buje y una región 32 de transición entre la región 30 de raíz y la región 34 de perfil aerodinámico. La pala 10 comprende un borde 18 de ataque que mira hacia la dirección de giro de la pala 10, cuando la pala es montada en el buje, y un borde 20 de fuga que mira en la dirección opuesta del borde 18 de ataque.

35 La región 34 de perfil aerodinámico (también denominada la región perfilada) tiene una forma de pala ideal o casi ideal con respecto a la generación de sustentación, mientras que la región 30 de raíz debido a las consideraciones estructurales tiene una sección transversal sustancialmente circular o elíptica, que por ejemplo la hace más fácil y segura para montar la pala 10 al buje. El diámetro (o la cuerda) de la región 30 de raíz puede ser constante a lo largo del área 30 de raíz completa, pero a menudo la transición entre la región de perfil aerodinámico comienza próxima a la cara 29 extrema de raíz. La región 32 de transición tiene un perfil de transición que cambia de forma gradual de una forma circular a una elíptica de la región 30 de raíz al perfil aerodinámico de la región 34 de perfil aerodinámico. La longitud de cuerda de la región 32 de transición típicamente aumenta cuando aumenta la distancia r desde el buje. La región 34 de perfil aerodinámico tiene un perfil aerodinámico con una cuerda que se extiende entre el borde 18 de ataque y el borde 20 de fuga de la pala 10. La anchura de la cuerda disminuye cuando aumenta la distancia r desde el buje.

45 La pala está hecha a menudo de dos mitades de pala ensambladas siendo pegadas o unidas por pernos entre sí sustancialmente a lo largo del plano 38 de cuerda de la pala. Debería remarcarse que el plano de cuerda no discurre de forma necesaria recto a lo largo de toda su extensión, dado que la pala puede ser retorcida y/o curvada, por lo tanto proporcionando un plano de cuerda con un recorrido por consiguiente retorcido y/o curvado, siendo este el caso más habitual con el fin de compensar la velocidad local de la pala que es dependiente del radio desde el buje. Debido a la sección transversal circular, la región 30 de raíz no contribuye a la producción del aerogenerador y, de hecho, reduce de forma ligera la producción debido al rozamiento.

50 Tal y como se puede apreciar en las figuras 3 y 4, la pala que incluye la región 30 de raíz está formada como una estructura de concha. La estructura de concha de la región 30 de raíz tiene forma de anillo y comprende una superficie 36 exterior formada por una capa 72 exterior de una matriz de polímero de fibra reforzada de forma ventajosa de fibras de vidrio y/o fibras de carbono y una resina, tal como epoxi, poliéster o viniléster, y una superficie 35 interior dispuesta

de forma opuesta formada por una capa 70 interior que está formada del mismo material que la capa 72 exterior. Se sitúan medios 40 de sujeción alargados con medios 48 de sujeción entre las capas 70, 72, opcionalmente con una capa 74 de retención interior y una capa 76 de retención exterior entre las mismas. De forma ventajosa, los miembros 40 de sujeción alargados son casquillos que tienen una sección transversal alargada con un eje mayor dispuesto a lo largo del radio de la sección de raíz circular y el eje menor dispuesto a lo largo de la dirección circunferencial de la sección de raíz, y que comprende un orificio 48 roscado como medios de sujeción. El casquillo 40 comprende un primer extremo 44 y un segundo extremo 46 dispuesto de forma opuesta. El primer extremo 44 del casquillo 40 está ubicado en la cara 29 extrema de raíz de la región de raíz. Los casquillos 40 están dispuestos mutuamente separados de manera que siguen sustancialmente la circunferencia de la región de raíz y permiten el acceso desde el exterior a los medios 48 de sujeción, es decir, las roscas utilizadas para montar la pala al buje, por ejemplo, a través de pernos de refuerzo. Vista con respecto a la región de raíz, la periferia 42 exterior de los miembros 40 de sujeción comprende una superficie exterior, una superficie interior opuesta, una primera cara lateral, y una cara lateral opuesta tal y como se muestra en la figura 4.

Medios 50 de retención intermedios, por ejemplo, hechos de un polímero de fibra reforzada, están dispuestos en cada región entre superficies laterales espaciadas adyacentes del miembro 40 de sujeción, es decir, en el presente ejemplo, entre los casquillos. Además, en el presente modo de realización los medios de retención intermedios están formados de insertos 50 fabricados de forma separada. Los insertos 50 pueden comprender una primera parte de inserto y una segunda parte de inserto. La primera parte de inserto corresponde esencialmente a la región entre las caras laterales de los casquillos 40 adyacentes y está prevista en caras 52, 54 laterales opuestas formadas de forma complementaria a las caras laterales de los casquillos 40 adyacentes, tal y como se muestra en la figura 4. Los insertos 50 se extienden sustancialmente hacia arriba próximos a los casquillos adyacentes cuando se ven en la dirección circunferencial. Además, la primera parte de insertos se extiende desde el primer extremo del casquillo 40 y más allá del segundo extremo del mismo. La segunda parte de inserto es una extensión inclinada en forma de cuña de la primera parte de inserto. La primera parte de inserto puede tener una extensión sustancialmente correspondiente a la del casquillo 40.

Los casquillos 40 comprenden, de acuerdo con la invención, una sección transversal sustancialmente ovalada. Tal y como se muestra en las figuras 4 y 5a, el perfil de sección transversal es sustancialmente ovalado de manera que un eje mayor que tiene una longitud d_1 está orientado a lo largo del radio de la región de raíz circular. En un segundo ejemplo, que no es parte de la invención, el perfil en sección transversal del casquillo es rectangular tal y como se muestra en la figura 5b. De acuerdo con un ejemplo, que no es parte de la invención, tal y como se muestra en la figura 5c, el perfil de sección transversal puede también ser sustancialmente trapezoidal, por ejemplo, con los lados del casquillo estando orientados a lo largo del radio de la porción de raíz circular. De acuerdo con otro ejemplo que no es parte de la invención, los casquillos pueden tener un perfil en sección transversal con una forma poligonal, por ejemplo, siendo hexagonal tal y como se muestra en la figura 5d u octogonal tal y como se muestra en la figura 5e. Es claro que los insertos dispuestos entre los casquillos pueden tener formas que son complementarias a la periferia exterior de los casquillos. En el modo de realización en la figura 5a, los casquillos comprenden un eje mayor orientado a lo largo del radio de la sección de raíz circular y que tiene una primera longitud d_1 , y un eje menor orientado a lo largo de la circunferencia o tangente a la sección de raíz circular y que tiene una segunda longitud d_2 . La primera longitud d_1 es de forma ventajosa al menos un 10%, de forma más ventajosa al menos un 20% más grande que la segunda longitud d_2 . El modo de realización también comprende un orificio roscado que tiene un diámetro D. La segunda longitud d_2 es medida de forma ventajosa a través del centro del orificio roscado. La segunda longitud es de forma ventajosa al menos un 20% más grande que el diámetro D.

La invención sido descrita con referencia a un modo de realización preferido. Sin embargo, el alcance de la invención no está limitado al modo de realización ilustrado y se pueden llevar a cabo alteraciones y modificaciones sin desviarse del alcance de la invención, que es definida mediante las siguientes reivindicaciones.

Lista de referencias numéricas

2	aerogenerador
4	torre
6	góndola
50 8	buje
10	pala
14	punta de pala
16	raíz de pala
18	borde de ataque
55 20	borde de fuga
22	eje de cabeceo
29	cara extrema de raíz
30	región de raíz
32	región de transición
60 34	región de perfil aerodinámico
35	superficie interior de región de raíz
36	superficie exterior de región de raíz

	38	plano de cuerda
	40	miembro de sujeción, casquillo
	42	periferia exterior del miembro de sujeción
	44	primer extremo del miembro de sujeción
5	46	segundo extremo del miembro de sujeción
	48	medios de sujeción, orificio roscado
	50	inserto
	52	primera cara lateral de inserto
	54	segunda cara lateral de inserto
10	60	elemento en forma de cuña
	62	primer extremo del elemento en forma de cuña
	64	segundo extremo del elemento en forma de cuña
	70	capa interior
	72	capa exterior
15	r	radio local, distancia radial desde la raíz de pala
	L	longitud de pala

REIVINDICACIONES

1. Una pala (10) de aerogenerador para un rotor de un aerogenerador (2), comprendiendo dicho rotor un buje (8), desde el cual se extiende la pala (10) sustancialmente en una dirección radial cuando se monta en el buje (8), incluyendo la pala de aerogenerador una estructura de concha de un material compuesto de fibra reforzada que comprende fibras embebidas en una matriz polímera, teniendo la pala una dirección (r) longitudinal con un extremo (16) de punta y un extremo (14) de raíz y una dirección trasversal así como teniendo una longitud (L) de pala, la pala comprendiendo además:
- un contorno perfilado que incluye un lado de presión y un lado de succión, así como un borde (18) de ataque y un borde (20) de fuga con una cuerda que tiene una longitud (c) de cuerda que se extiende entre los mismos, generando el contorno perfilado, cuando está siendo impactado por un flujo de aire incidente, una sustentación, en donde el contorno perfilado comprende:
 - una región (30) de raíz que comprende una cara (29) extrema de raíz,
 - una región (34) de perfil aerodinámico que tiene un perfil generador de sustentación lo más alejado del buje, y
 - de forma opcional, una región (32) de transición entre la región (30) de raíz y la región (34) de perfil aerodinámico, en donde
 - la región de raíz comprende una sección trasversal en forma de anillo con una superficie (36) exterior y una superficie (35) interior, en donde la región (30) de raíz comprende una pluralidad de miembros (40) de sujeción alargados provistos de medios (48) de sujeción y embebidos mutuamente dispuestos separados en el polímero de fibra reforzada de manera que siguen sustancialmente una circunferencia de la región (30) de raíz y permiten el acceso desde el exterior a los medios (40) de fijación utilizados para montar la pala (10) en el buje (8),
 - los miembros (40) de sujeción comprenden un primer extremo (44) dispuesto en la cara extrema de raíz, y un segundo extremo (46) opuesto al primer extremo (44) del mismo y una periferia (42) exterior, caracterizado porque
 - los miembros (40) de sujeción comprenden un perfil de sección trasversal sustancialmente ovalada con una primera dimensión (d₁) orientada en una dirección radial de la sección transversal en forma de anillo que es más grande que una segunda dimensión (d₂) orientada en una dirección circunferencial de la sección transversal en forma de anillo.
2. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera dimensión es al menos un 10%, o un 15%, o un 20%, o un 25% más grande que la segunda dimensión.
3. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los miembros (40) de sujeción están corrugados en la dirección longitudinal.
4. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los miembros (40) de sujeción están inclinados en la dirección longitudinal de manera que el área de sección transversal en el segundo extremo (46) es más pequeña que en el primer extremo (44) de los miembros (40) de sujeción.
5. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los miembros (40) de sujeción están inclinados en la dirección longitudinal de manera que el área en sección transversal en el segundo extremo (46) es más grande que en el primer extremo (44) de los miembros (40) de sujeción.
6. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el miembro (40) de sujeción está hecho por moldeado, por ejemplo, hecho de acero fundido.
7. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los miembros (40) de sujeción son casquillos.
8. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 7, en donde los casquillos comprenden un orificio roscado interior.
9. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la segunda dimensión es al menos un 20% más grande que un diámetro del orificio roscado.
10. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la región de raíz además comprende un número de insertos dispuestos en regiones entre miembros de sujeción adyacentes, haciendo tope el inserto al menos con una parte de la periferia exterior de los miembros de sujeción.
11. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 10, en donde los insertos están formados de un polímero de fibra reforzada.

12. Una pala (10) de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los miembros de sujeción comprenden una sección inclinada en el segundo extremo de los miembros de sujeción.

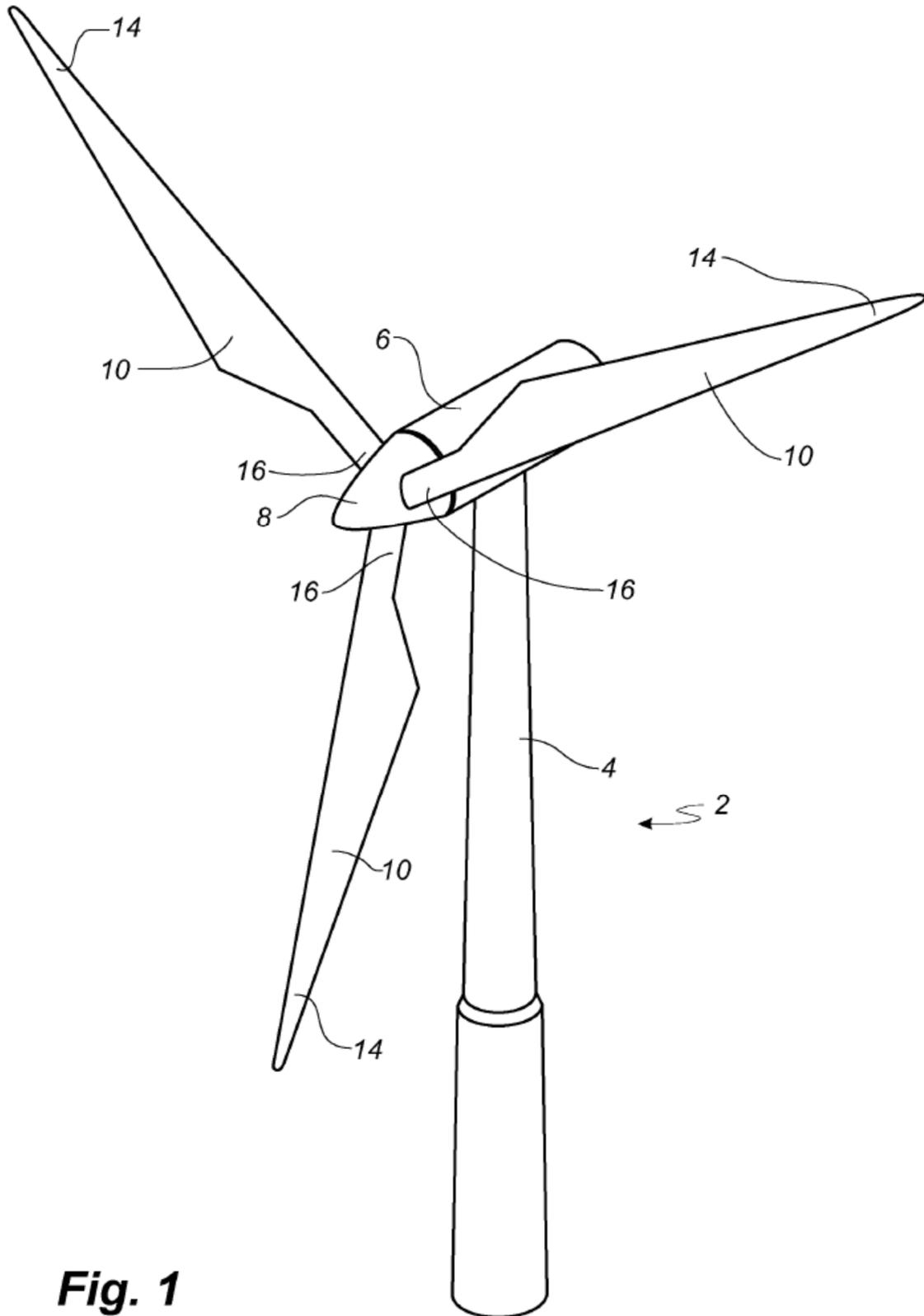


Fig. 1

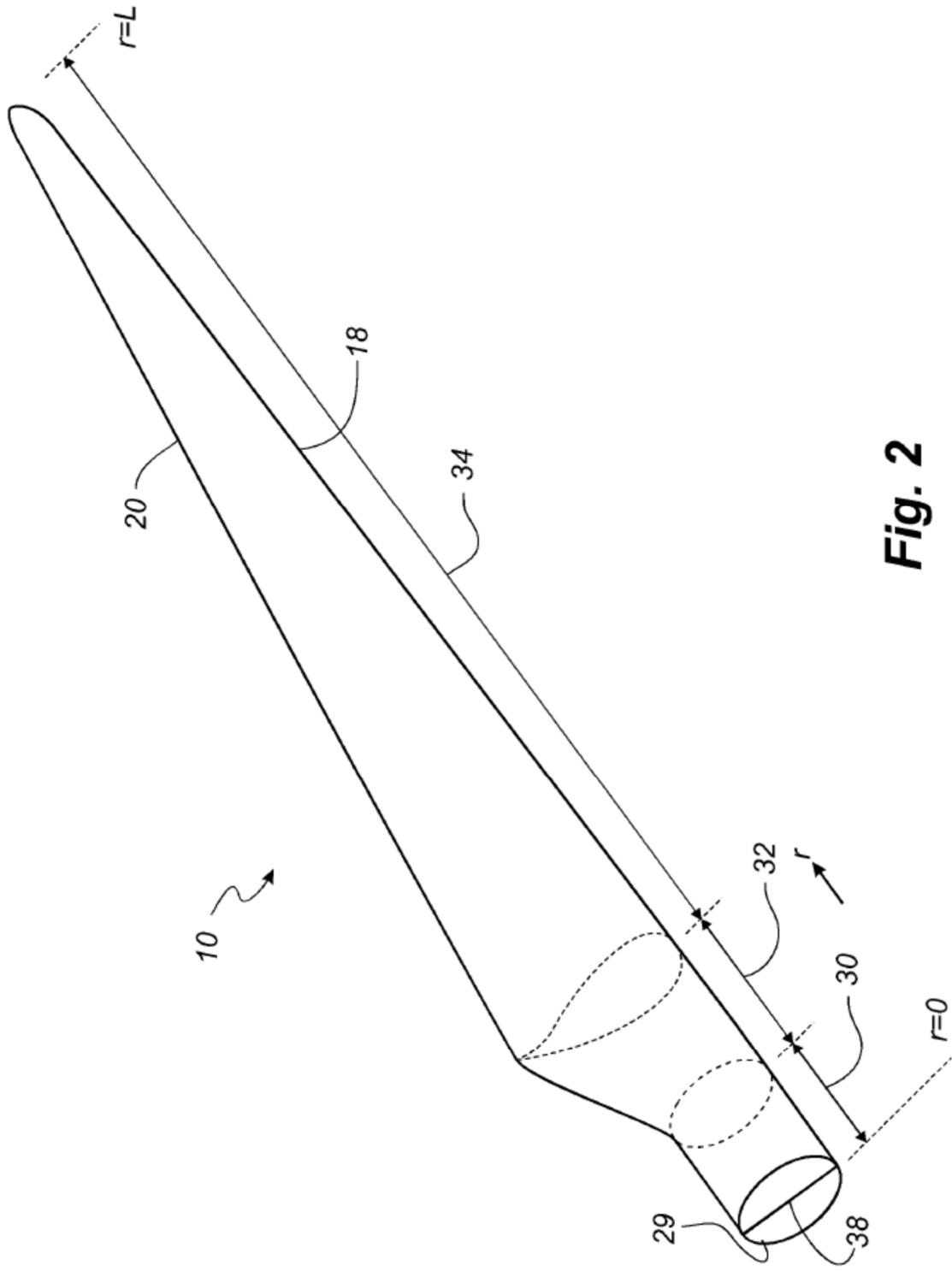


Fig. 2

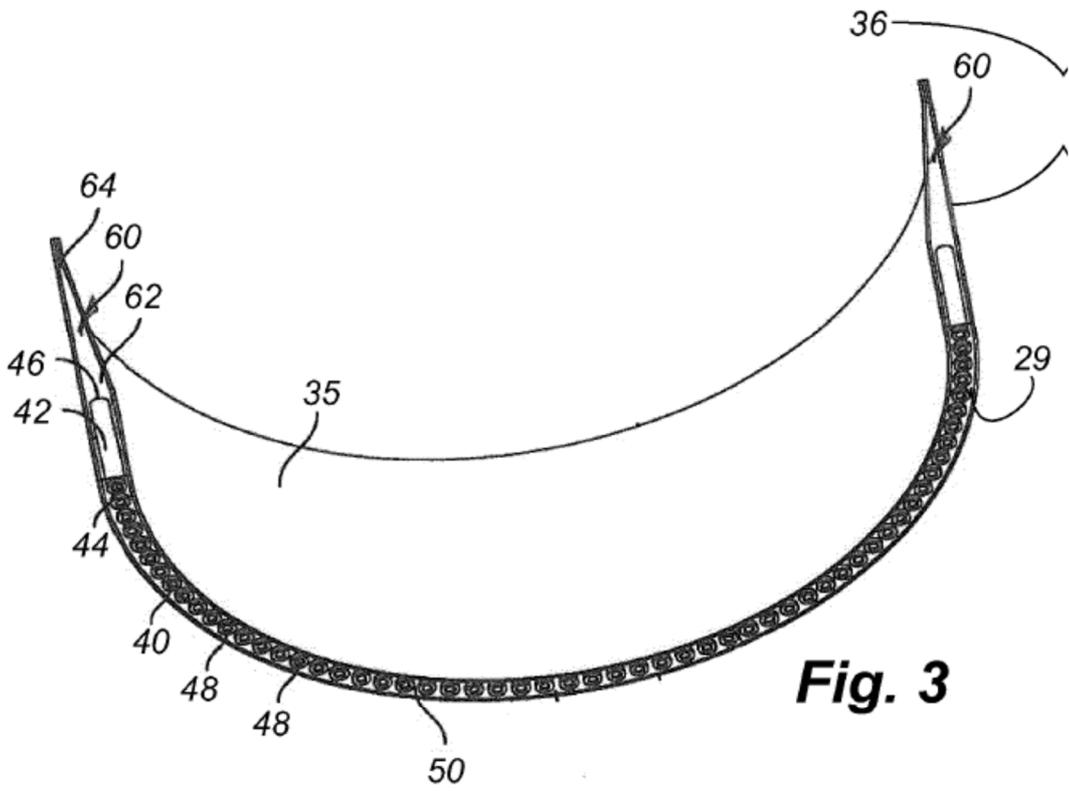


Fig. 3

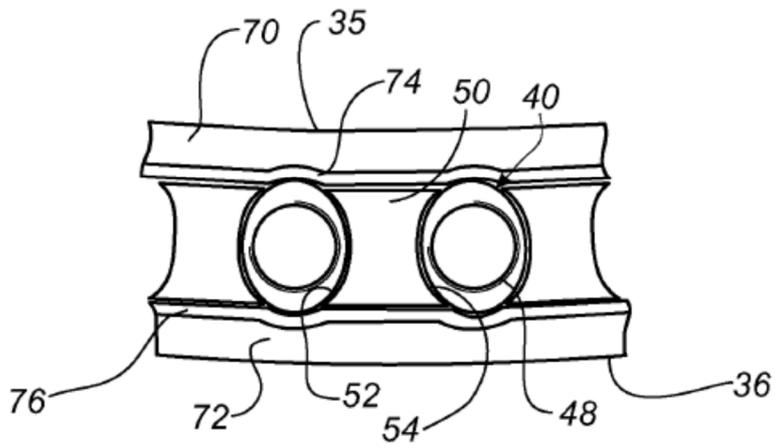


Fig. 4

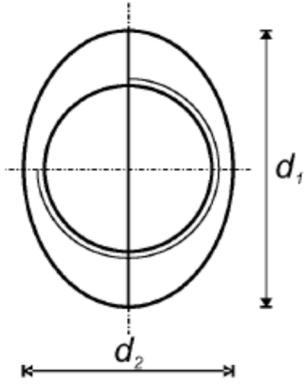


Fig. 5a

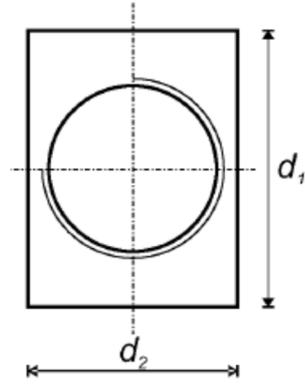


Fig. 5b

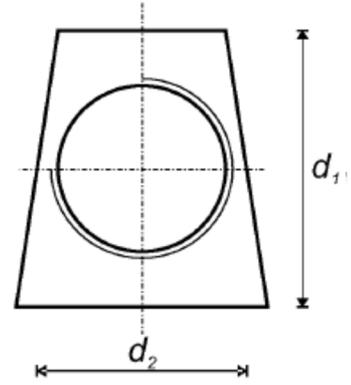


Fig. 5c

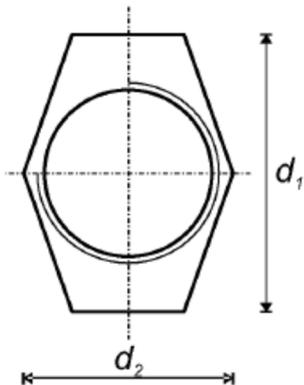


Fig. 5d

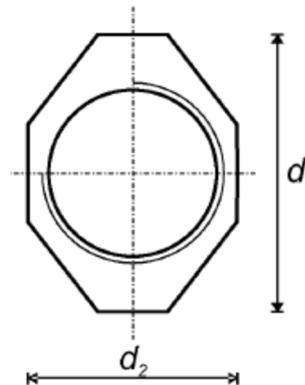


Fig. 5e