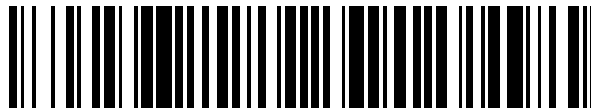


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 301**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2011** **E 11157298 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019** **EP 2497941**

54 Título: **Pala de turbina eólica que comprende un conector de extremo de raíz**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BERG, KORE BJARKE

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 750 301 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 turbina eólica que comprende un conector de extremo de raíz

5 La presente invención se refiere a una pala de turbina eólica para un rotor de una turbina eólica que tiene un árbol de rotor sustancialmente horizontal, comprendiendo dicho rotor un cubo, desde el que la pala se extiende sustancialmente en una dirección radial cuando está montada en el cubo, teniendo la pala una dirección longitudinal con un extremo de punta y un extremo de raíz y una dirección transversal, comprendiendo la pala de turbina eólica una cubierta de pala que define un contorno perfilado de la pala y que tiene una pared de cubierta interior, estando la pala provista de un conector montado en la pared de cubierta interior en el extremo de raíz de la pala a través de una parte de unión, comprendiendo el conector un primer lado y un segundo lado. La invención también se refiere a 10 un método para fabricar un conector para una combinación de pala de turbina eólica y parte de unión.

15 Una turbina eólica moderna comprende un rotor que tiene un cubo y una pluralidad de palas de turbina eólica, que se extienden sustancialmente de manera radial desde el cubo. El rotor está montado en una carcasa de máquina o una góndola, que a su vez está dispuesta en la parte superior de una torre. La carcasa de máquina puede realizar una guiñada, de manera que puede pivotar alrededor de un árbol vertical en relación con la torre, pudiendo de este modo ajustar el rotor a la dirección del viento. El viento puede hacer rotar el rotor, accionando así uno o más generadores.

20 Las palas de turbina eólica están provistas a menudo de un conector dispuesto en un extremo de raíz de la pala, habitualmente localizado dentro del 20 % interior de la pala. El conector tiene dos funciones. En primer lugar, funciona como una plataforma de trabajo para los trabajadores cuando tienen que realizar tareas de mantenimiento o reparación dentro de la pala. En segundo lugar, evita que los residuos internos caigan en la carcasa de máquina de la pala. Además, cuando se monta adecuadamente, el conector es estanco al agua.

25 Habitualmente, el conector se pega directamente sobre una pared interior de la pala de turbina eólica. Sin embargo, una pala de turbina eólica se ve sometida a grandes cargas durante la operación, lo que hace que la parte interior de la pala se ovale. Esto, a su vez, implica cargas sobre la unión de pegamento y, en el peor de los casos, el conector puede soltarse de la pared de pala interior. También se sabe bien cómo montar el conector en una brida con forma de cubeta fabricada de acero o de un material compuesto reforzado con fibra, lo que permite pequeños movimientos de la pared de pala en relación con el conector. Tal solución se conoce, por ejemplo, a partir del documento WO09/085041. Sin embargo, esta solución también se ve dificultada por grandes cargas sobre la brida y sobre la unión de pegamento entre la brida y la pared de pala interior. Además, la brida relativamente rígida hace que sea 30 difícil y tedioso montar el conector y la brida dentro de la pala de turbina eólica.

Un objeto de la invención es obtener una pala de turbina eólica, que supere o mejore al menos una de las desventajas de la técnica anterior o que proporcione una alternativa útil.

35 De acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona una pala de turbina eólica provista de un conector, donde la parte de unión del conector está formada integralmente con el conector o conectada a una circunferencia de la parte de conector, comprendiendo la parte de unión un material elastomérico.

40 Por lo tanto, el conector junto con la parte de unión pueden montarse en la pala de turbina eólica como un elemento unitario. La parte de unión elastomérica proporciona un manejo sencillo cuando se monta el conector en la pala, ya que el material es flexible hasta el punto de que la parte de unión puede plegarse en la abertura de la raíz de la pala y adherirse a la pared interior. Al mismo tiempo, la parte de unión todavía proporciona una resistencia excelente para soportar el conector. Además, el material elastomérico proporciona suficiente flexibilidad para contrarrestar la ovalización de la raíz de pala sin que la parte de unión se suelte de la pared de pala.

45 De acuerdo con una realización ventajosa, la parte de unión y el conector juntos sellan el extremo de raíz de la pala. Por lo tanto, el conector junto con la parte de unión pueden montarse en la turbina eólica como un elemento unitario, sellando de este modo el extremo de raíz de la pala y, en consecuencia, evitando que entren residuos en la carcasa de máquina. Además, esta solución es especialmente simple para hacer que la combinación de conector y parte de unión sea estanca al agua.

50 De acuerdo con una primera realización, el diámetro exterior de la parte de unión es igual o mayor que el diámetro interior de la pared de cubierta interior. Por lo tanto, se garantiza que la parte de unión elastomérica no se someta a un pretensado lejos de la pared de pala interior. Al mismo tiempo, el material elastomérico garantiza que la parte de unión y el conector puedan montarse fácilmente dentro de la pala, ya que la parte de unión flexible puede plegarse en la pala y adherirse o anclarse de otro modo a la pared de pala interior de la pala. El diámetro exterior de la parte de unión puede ser, por ejemplo, al menos 1 cm, o al menos 2 cm, mayor que el diámetro interior. De acuerdo con una realización alternativa, el diámetro exterior de la parte de unión es más pequeño que el diámetro interior de la pared de cubierta interior, por ejemplo, al menos 1 cm, o 2 cm, o 3 cm, o 4 cm, o 5 cm más pequeño. De este modo,

ES 2 750 301 T3

el conector y la parte de unión pueden insertarse más fácilmente en la pala y la parte elastomérica de la parte de unión garantiza que la parte de unión pueda flexionarse y unirse a la pared de pala.

5 De acuerdo con una realización ventajosa, la parte de unión comprende una parte de anclaje de pared de pala y una parte de anclaje de conector unidas a la circunferencia del conector. Ventajosamente, la parte de unión está unida circunferencialmente al conector, de manera que las dos partes juntas sellan la raíz de la pala de turbina eólica.

En otra realización ventajosa, la parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector están separadas por una parte intermedia, tal como un brazo intermedio. La parte intermedia permite un mayor movimiento del conector con respecto a la pared de pala interior o viceversa.

10 En una primera realización, la parte de anclaje de pared de pala, la parte de anclaje de conector y el conector están dispuestos sustancialmente en el mismo plano. Por lo tanto, si la parte de unión comprende un brazo de conexión, este brazo se extiende de manera sustancialmente normal a la pared de cubierta interior.

15 De acuerdo con otra realización, la parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector se desplazan a lo largo de la dirección longitudinal de la pala. De este modo, la parte de unión puede proporcionar resistencia en la dirección longitudinal y, por lo tanto, soportar varios cientos de kilogramos, lo cual es necesario con el fin de poder soportar el propio conector, así como una plataforma o un trabajador de pie sobre el conector.

La parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector pueden, por ejemplo, desplazarse al menos 5 cm a lo largo de la dirección longitudinal de la pala, o al menos 7,5 cm, o al menos 10 cm.

20 De acuerdo con otra realización, el conector se desplaza al menos 2 cm desde la pared de pala interior, o al menos 2,5 cm, o al menos 3 cm, o al menos 4 cm, o al menos 6 cm, cuando la pala está en un estado no ovalizado. Por lo tanto, cuando se monta dentro de la pala, la parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector se desplazan de manera equivalente en una dirección transversal de la pala.

25 Al permitir que la parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector se desplacen tanto en la dirección longitudinal de la pala como desde la pared de pala interior, es decir, en una dirección radial de la sección transversal circular de la raíz, la parte elastomérica de la parte de unión puede absorber las fuerzas de la ovalización de la raíz, así como proporcionar la resistencia longitudinal o axial necesaria para soportar el conector y un trabajador de pie sobre el conector.

De acuerdo con una realización ventajosa, el brazo de conexión forma un ángulo con la pared de pala interior, encontrándose el ángulo comprendido en un intervalo de 10 a 80 grados, de manera ventajosa entre 10 y 60 grados, y más ventajosamente entre 10 y 45 grados, por ejemplo, alrededor de 30 grados.

30 En otra realización ventajosa, el brazo de conexión se orienta sustancialmente en paralelo a la dirección longitudinal de la pala.

35 Ventajosamente, la parte de unión comprende una parte de anclaje de conector que comprende una parte sustancialmente en forma de C o en forma de U que tiene una primera parte unida al primer lado del conector y una segunda parte unida al segundo lado del conector. La parte de anclaje de conector puede comprender además una tercera parte unida a la circunferencia del conector. Como alternativa, la parte de anclaje de conector puede anclarse al conector con un espacio de aire entre la tercera parte de la parte de anclaje de conector y la circunferencia del conector.

La parte de unión puede anclarse al conector y la pared de pala de diversas maneras, por ejemplo, por adherencia, moldeándose integralmente o sobre el conector, o a través de medios de fijación.

40 En otra realización ventajosa, el conector comprende una ranura circunferencial y la parte de unión se une a la ranura, por ejemplo, a través de una lengüeta.

45 En otra realización ventajosa más, el conector se forma como una construcción interlaminar, que comprende ventajosamente un primer revestimiento reforzado con fibra en el primer lado del conector, un segundo revestimiento reforzado con fibra en el segundo lado del conector, y un material de núcleo entre el primer revestimiento y el segundo revestimiento. Por lo tanto, el conector puede comprender una primera capa de material reforzado con fibra en el primer lado del conector y una segunda capa de material reforzado con fibra en el segundo lado del conector. Las fibras pueden ser, por ejemplo, fibras de vidrio o de carbono. El material de núcleo puede fabricarse, por ejemplo, de un material polimérico, tal como un polímero espumado.

50 En una realización ventajosa, el material elastomérico de la parte de unión y el material polimérico del conector son compatibles, preferentemente, químicamente compatibles. De este modo, la parte de unión puede moldearse, por

ejemplo, sobre la circunferencia del conector y unirse químicamente y adherirse al material de núcleo de la estructura interlaminar del conector.

5 En una realización, el material elastomérico y el polímero espumado son un material a base de poliuretano. La resina del conector moldeado también puede ser un material a base de poliuretano. El poliuretano es un material muy versátil, donde la dureza (o flexibilidad) puede variarse fácilmente con el fin de proporcionar, por ejemplo, partes de anclaje rígidas y el núcleo de la estructura interlaminar, así como una parte intermedia elastomérica flexible de la parte de unión.

10 En otra realización, la parte de unión comprende una parte hueca circunferencial entre la pared de pala interior y el conector. La parte hueca puede proporcionar el movimiento necesario del conector en realizaciones donde, por ejemplo, las dos partes de anclaje están dispuestas en el mismo plano.

15 En otra realización más, la parte de unión comprende una parte de núcleo circunferencial. La parte de núcleo circunferencial puede fabricarse, por ejemplo, de un material que está adaptado para pulverizarse o desintegrarse de otro modo cuando se somete a cargas. De este modo, el núcleo se desintegrará durante la operación de la turbina eólica y, por lo tanto, formará una parte hueca circunferencial. Por lo tanto, la parte de núcleo solo se utiliza para obtener una forma estable durante la fabricación (y el montaje posterior) de la parte de unión y el conector.

De acuerdo con una realización ventajosa, la parte de unión comprende una parte elastomérica y una parte no elastomérica, fabricadas ambas ventajosamente de poliuretano. La parte elastomérica de la pala puede unirse, por ejemplo, a la pared de pala interior, y la parte no elastomérica unirse al conector.

20 En otra realización ventajosa, la parte de unión comprende una transición gradual de un material elastomérico a un material no elastomérico. La transición gradual puede localizarse, por ejemplo, en el brazo de conexión mencionado anteriormente.

25 En otra realización ventajosa más, la parte de unión comprende un anillo sustancialmente uniforme que tiene un espesor de al menos 5 cm, o al menos 7 cm, o al menos 10 cm. El espesor se define como la distancia entre el diámetro exterior y el diámetro interior del anillo uniforme. El material elastomérico del anillo uniforme puede tener, por ejemplo, un valor de durómetro que se encuentra en un intervalo de 10-50 en la escala Shore A, y/o tener una densidad que se encuentra en un intervalo de 100-700 kg/m³.

30 De acuerdo con otra realización ventajosa, el material elastomérico tiene un valor de durómetro que se encuentra en un intervalo de 50-100, o 50-90, o 55-85 en la escala Shore A. Estos valores de durómetro son especialmente adecuados para la realización que comprende una parte intermedia entre la parte de anclaje de pala y la parte de anclaje de conector. En otra realización ventajosa, el material elastomérico tiene un valor de durómetro que se encuentra en un intervalo de 10-50, o 12-40, o 15-30 en la escala Shore D.

35 De acuerdo con un segundo aspecto, la invención también proporciona una combinación de conector y parte de unión para una pala de turbina eólica tal como se describe en cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente. Por lo tanto, la invención proporciona un conector para montar en la pared de cubierta interior en el extremo de raíz de una pala de turbina eólica que comprende una parte de unión que está formada integralmente con el conector o conectada a la circunferencia del conector, comprendiendo la parte de unión un material elastomérico.

40 De acuerdo con un tercer aspecto, la invención proporciona un método para fabricar un conector para una pala de turbina eólica y una parte de unión, comprendiendo el método las etapas de: a) fabricar un conector, b) fabricar una parte de unión, y c) anclar la parte de unión a una circunferencia del conector.

En una primera realización ventajosa, el conector y la parte de unión están formados integralmente. En consecuencia, las etapas a), b) y c) pueden realizarse simultáneamente.

45 En otra realización ventajosa, la parte de unión está moldeada en la circunferencia del conector. Por lo tanto, la etapa a) puede realizarse en primer lugar y las etapas b) y c) simultáneamente a continuación. Como alternativa, la parte de unión puede anclarse a la circunferencia del conector por adherencia o similar.

50 En una realización, el conector se fabrica en primer lugar, por ejemplo, como una placa, a continuación se conforma y, finalmente, se dispone en un molde con el fin de moldear la parte de unión en la circunferencia del conector. El conector puede fabricarse, por ejemplo, como una construcción interlaminar que comprende un material de núcleo fabricado de un material polimérico. El conector puede fabricarse como una placa grande y, posteriormente, cortarse en la forma prevista con el fin de que pueda encajar en la raíz de la pala.

En otra realización, el material elastomérico de la parte de unión y el material de núcleo del conector son

compatibles, por ejemplo, químicamente compatibles.

El conector puede estar provisto de una compuerta, de manera que un trabajador pueda acceder a la pala cuando el conector y la parte de unión están montados en la pala.

5 La invención se explica en detalle a continuación con referencia a las realizaciones mostradas en los dibujos, en los que

la figura 1 muestra una turbina eólica,

la figura 2 muestra una vista esquemática de una pala de turbina eólica de acuerdo con la invención, y

las figuras 3-17 muestran diversas realizaciones de combinaciones de conector y parte de unión de acuerdo con la invención.

10 La figura 1 ilustra una turbina eólica a barlovento moderna convencional de acuerdo con el denominado "concepto danés" con una torre 4, una góndola 6 y un rotor con un árbol de rotor sustancialmente horizontal. El rotor incluye un cubo 8 y tres palas 10 que se extienden radialmente desde el cubo 8, teniendo cada una de las mismas una raíz de pala 16 más cercana al cubo y una punta de pala 14 más alejada del cubo 8. El rotor tiene un radio indicado como R.

15 La figura 2 muestra una vista esquemática de una primera realización de una pala de turbina eólica 10 de acuerdo con la invención. La pala de turbina eólica 10 tiene la forma de una pala de turbina eólica convencional y comprende una zona de raíz 30 más cercana al cubo, una zona perfilada o aerodinámica 34 más alejada del núcleo y una zona de transición 32 entre la zona de raíz 30 y la zona aerodinámica 34. La pala 10 comprende un borde delantero 18 orientado hacia la dirección de rotación de la pala 10, cuando la pala está montada en el cubo, y un borde trasero 20 orientado en la dirección opuesta del borde delantero 18.

20 La zona aerodinámica 34 (también denominada zona perfilada) tiene una forma de pala ideal o casi ideal con respecto a la generación de capacidad de carga, mientras que la zona de raíz 30 debido a consideraciones estructurales tiene una sección transversal sustancialmente circular o elíptica que, por ejemplo, hace que sea más fácil y seguro montar la pala 10 en el cubo. El diámetro (o la cuerda) de la zona de raíz 30 puede ser constante a lo largo de toda el área de raíz 30. La zona de transición 32 tiene un perfil de transición que cambia gradualmente de la forma circular o elíptica de la zona de raíz 30 al perfil aerodinámico de la zona aerodinámica 34. La longitud de cuerda de la zona de transición 32 habitualmente aumenta al aumentar la distancia r desde el cubo. La zona aerodinámica 34 tiene un perfil aerodinámico con una cuerda que se extiende entre el borde delantero 18 y el borde trasero 20 de la pala 10. La anchura de la cuerda disminuye al aumentar la distancia r desde el cubo.

25 Un saliente 36 de la pala 10 se define como la posición donde la pala 10 tiene su mayor longitud de cuerda. El saliente 36 se proporciona habitualmente en el límite entre la zona de transición 32 y la zona aerodinámica 34.

Cabe señalar que las cuerdas de las diferentes secciones de la pala normalmente no se encuentran en un plano común, ya que la pala puede retorcerse y/o curvarse (es decir, pre-doblarse), proporcionando de este modo el plano de cuerda con un curso correspondientemente torcido y/o curvado, siendo este el caso más frecuente con el fin de compensar la velocidad local de la pala que depende del radio del cubo.

35 Puede verse que la pala 10 también está provista de una combinación de conector y parte de unión 40 colocada en la zona de raíz 30 de la pala 10 y unida a una pared de cubierta interior 25 de la pala 10. La combinación de conector y parte de unión 40 tiene dos funciones. En primer lugar, evita que los residuos internos caigan en la carcasa de máquina de la pala. En segundo lugar, funciona como una plataforma de trabajo para los trabajadores cuando tienen que realizar tareas de mantenimiento o reparación dentro de la pala. Por lo tanto, el conector también está provisto de una compuerta o boca de inspección (no mostrada), que puede abrirse para que un trabajador pueda acceder al interior de la pala 10.

40 La figura 3 muestra una sección transversal parcial de una primera realización de una combinación de conector y parte de unión 40 de acuerdo con la invención y que comprende un conector 50 y una parte de unión 60. El conector 50 se forma como una placa con una construcción interlaminar y comprende un material de núcleo 52 dispuesto entre un primer revestimiento de refuerzo 51 dispuesto en un primer lado 54 del conector 50 y un segundo revestimiento de refuerzo 52 dispuesto en un segundo lado 55 del conector 50. El conector 50 se une a la pared de cubierta interior 25 de la pala de turbina eólica a través de la parte de unión 60. La parte de unión 60 comprende una parte de anclaje de pared de pala 61 y una parte de anclaje de conector 63, que están conectadas por una parte intermedia 62 o brazo. La parte de anclaje de conector 63 tiene forma de C o U, de manera que comprende una primera parte 64 unida al primer lado 54 del conector 50, una segunda parte 65 unida al segundo lado 55 del conector, y una tercera parte 66 unida a una circunferencia 56 o borde del conector 50.

5 El material de núcleo 52 del conector 50 y la parte de unión 60 están fabricados ventajosamente de un material de poliuretano espumado (PUR). El PUR espumado puede tener celdas abiertas o celdas cerradas, y el material de núcleo 52 del conector 50 puede tener celdas abiertas, y la parte de unión 60 celdas cerradas, o viceversa. El PUR es un material especialmente ventajoso para usar, ya que es versátil y puede proporcionarse en diversas formas. De este modo, la dureza y la flexibilidad del material pueden variar. Sin embargo, la parte de unión también puede fabricarse de caucho u otro material polimérico que presente propiedades similares. Por lo tanto, la parte de unión 60 puede formarse fácilmente tanto con una parte elastomérica como con una parte no elastomérica o una parte que tenga menos elasticidad.

10 En una realización ventajosa, al menos una parte de la parte intermedia 62 de la parte de unión 60 está fabricada de un material elastomérico, por ejemplo, que tiene una dureza de 70 en la escala Shore A, mientras que la parte de anclaje de pala 61 y la parte de anclaje de conector 63 pueden ser más duras y menos elásticas. Sin embargo, en la realización mostrada en la figura 3, toda la parte de unión puede fabricarse con la misma dureza, ya que la geometría de la parte de unión hace que las dos partes de anclaje sean más rígidas. La parte elastomérica de la parte de unión 60 garantiza un fácil manejo de la combinación de conector y parte de unión 40, cuando está montada en la pala de turbina eólica. Por lo tanto, la parte de unión flexible 60 puede plegarse en la abertura de la raíz de pala y adherirse a la pared de cubierta interior 25 de la pala. Al mismo tiempo, la parte de unión 60 todavía proporciona una resistencia excelente para soportar el conector 50 y un trabajador de pie en el conector 50. Además, la parte elastomérica de la parte de unión 60 puede absorber las fuerzas de la ovalización de la raíz. La parte intermedia 62 también puede tener una dureza que varía gradualmente o un cambio gradual de dureza de manera que una parte interior del brazo intermedio 62 (es decir, la parte más cercana a la pared de cubierta interior 25) tenga una dureza menor que la de una parte exterior del brazo intermedio 62.

25 En la realización mostrada en la figura 3, la parte intermedia 62 de la parte de unión 60 se forma como un brazo recto que se extiende entre la parte de anclaje de pala 61 y la parte de anclaje de conector 63. La parte intermedia forma un ángulo θ con la pared de pala interior 25, que ventajosamente es de entre 10 y 80 grados, y más ventajosamente alrededor de 30-40 grados. De este modo, la realización proporciona una manera especialmente simple de obtener tanto un desplazamiento longitudinal entre la parte de anclaje de pala 61 y la parte de anclaje de conector 63, como un desplazamiento lejos de la pared de cubierta interior 25. Por lo tanto, la parte de unión 60 puede absorber las fuerzas de la ovalización de la raíz, así como proporcionar la resistencia longitudinal o axial necesaria para soportar el conector 50 y un trabajador de pie en el conector 50.

30 Sin embargo, el brazo intermedio puede formar, en principio, cualquier ángulo con la pared de cubierta interior. Por lo tanto, la parte intermedia puede, por ejemplo, extenderse sustancialmente paralela a la pared de cubierta interior con un espacio entre la parte intermedia y la pared de cubierta como se muestra en la figura 4. La parte de unión puede formarse incluso, como se muestra en la figura 5, de manera que una parte de la parte intermedia cerca de la parte de anclaje de pala esté más cerca de la pared de pala que otra parte de la parte intermedia cerca de la parte de anclaje de pared de pala. La parte intermedia también puede curvarse, como se muestra en la figura 6, o estar provista de un doblez como se muestra en la figura 7.

40 En otra realización de acuerdo con la invención mostrada en la figura 8, la parte de anclaje de pared de pala, la parte de anclaje de conector y el conector están dispuestos sustancialmente en el mismo plano. La parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector pueden conectarse por un brazo intermedio curvado como se muestra en la figura 8, o el brazo intermedio puede extenderse de manera sustancialmente normal a la pared de cubierta interior.

Todas las realizaciones mostradas en las figuras 3-8 están formadas con una parte de anclaje de pala, una parte intermedia y una parte de anclaje de conector. Sin embargo, la parte de unión no necesita comprender una parte intermedia como se muestra en las siguientes realizaciones.

45 Como se muestra en la figura 9, la parte de unión puede formarse como un anillo sustancialmente uniforme que comprende un material elastomérico, por ejemplo, fabricado de un material de PUR espumado de celdas cerradas. Por lo tanto, el anillo está fabricado de un material elastomérico que puede absorber las fuerzas de la ovalización de la raíz y soportar el conector. La parte de unión puede formarse con o sin unas patas superiores e inferiores 81, 82 como se representa en la figura 9. La parte de unión también puede diseñarse con diversas formas, por ejemplo, con una sección transversal sustancialmente triangular como se muestra en la figura 10. Para permitir un mayor movimiento del conector con respecto a la pared de pala, la parte de unión solo necesita adherirse a la pared de pala en una parte superior 91 y una parte inferior 92 de la parte de unión. La parte de unión puede estar provista de una cubierta exterior relativamente delgada que tenga una dureza más alta que el material PUR espumado.

55 La parte de unión también puede formarse con una cubierta y una parte de núcleo 83 como se muestra en la figura 11. La parte de núcleo 83 puede fabricarse en una primera realización de un material PUR de celdas abiertas, que puede plegarse, permitiendo de este modo un mayor movimiento del conector con respecto a la pared de cubierta interior de la pala. En otra realización, la parte de núcleo está fabricada de un material que está adaptado para pulverizarse o desintegrarse de otro modo cuando se somete a cargas, formando de este modo una parte hueca en

la parte de unión. Por lo tanto, la parte de núcleo se utiliza como tal solo para obtener una forma estable durante la fabricación (y posiblemente durante el montaje) de la combinación de conector y parte de unión. En consecuencia, la invención también proporciona una realización que tiene una parte de unión que comprende una cubierta con una parte hueca como se muestra en la figura 12.

5 En todas las realizaciones mostradas en las figuras 3-12, la parte de anclaje de conector comprende una tercera parte que está unida a la circunferencia del conector. Sin embargo, la parte de anclaje de conector puede, como se muestra en la figura 13, estar unida en cambio al primer lado y al segundo lado del conector solo para que se forme un espacio de aire entre la parte de unión y el conector, lo que permite un movimiento aún mayor del conector con respecto a la pared de cubierta de la pala. Esto puede aplicarse a todas las realizaciones mostradas en las figuras 3-12. En otra realización más, la parte de anclaje de pala comprende una lengüeta 85, que está unida a una ranura en el conector como se muestra en la figura 14.

15 El conector y la parte de unión pueden formarse integralmente. El conector puede moldearse, por ejemplo, en una tapa de PUR y con una parte de unión circunferencial como se muestra en la figura 15. En la práctica, esto puede realizarse fabricando en primer lugar el conector, por ejemplo, como una placa circular, y, a continuación, disponiéndolo en un molde separado y moldeando la tapa de PUR y la parte de unión en el conector. En otra realización ventajosa, el material de refuerzo, tal como fibras de vidrio o fibras de carbono, se moldea en una matriz de PUR. En otra realización más mostrada en la figura 16, el conector y la parte de unión están fabricados de un material polimérico, de manera que solo el conector está fabricado de un material polimérico no elastomérico, y la parte de unión de un material elastomérico. Sin embargo, en la práctica esto hace que el conector y la parte de unión sean pesados, y, en consecuencia, el conector habitualmente está provisto de la construcción interlaminar o el refuerzo de fibra mencionados anteriormente, de manera que se usa menos material y el conector puede fabricarse más ligero.

25 Las realizaciones mostradas en las figuras 3-16 se forman ventajosamente de manera que la parte de unión se extienda circunferencialmente alrededor del conector para que las dos partes juntas sellen la raíz de la pala. Sin embargo, en otra realización ventajosa, la parte de unión consiste en una serie de partes separadas 60', por ejemplo, como se muestra en la figura 17. Por lo tanto, las partes de unión modulares solo soportan el conector 50' y son capaces de absorber individualmente o en combinación las fuerzas de la ovalización de la raíz. La raíz de pala puede sellarse a través de un sello separado 90, tal como una tela o una placa separada.

30 De acuerdo con un enfoque ventajoso, la combinación de conector y parte de unión se fabrica a través de las siguientes etapas. En primer lugar, una placa de conector se moldea como una construcción interlaminar disponiendo en primer lugar un molde interior entre una primera capa de fibras de vidrio que forma el primer revestimiento y una segunda capa de fibras de vidrio que forma el segundo revestimiento. Se cierra un molde exterior alrededor de las fibras de vidrio y el molde interior, después de lo cual se inyecta espuma en el molde interior, y, finalmente, se cura o se fragua la construcción interlaminar. Si es necesario, se procesa la forma del conector, por ejemplo, cortando, de manera que el conector encaje en la raíz de pala deseada. Además, se corta un agujero en la placa con el fin de que encaje en una compuerta de entrada, de modo que pueda accederse al interior de la pala, una vez que el conector está montado en la raíz de pala. A continuación, la parte de unión se ancla al conector. Esto puede realizarse disponiendo el conector procesado en un molde adicional y, a continuación, moldeando la parte de unión en el conector. Como alternativa, la parte de unión puede moldearse por separado y posteriormente unirse al conector. Finalmente, se monta una compuerta en el agujero del conector. Esto puede realizarse insertando en primer lugar las tuercas en el conector, por ejemplo, presionándolas en la placa y, a continuación, sobrelaminándolas con el fin de garantizar que se fijan en la placa de conector. A continuación, la compuerta puede montarse en el conector a través de las tuercas. La compuerta debe estar provista de un sellado con el fin de garantizar que el conector sea estanco al agua.

45 **Lista de números de referencia**

- 2 turbina eólica
- 4 torre
- 6 góndola
- 8 cubo
- 50 10 pala
- 14 punta de pala
- 16 raíz de pala
- 18 borde delantero
- 20 borde trasero
- 55 25 pared de cubierta interior/pared de pala interior
- 30 zona de raíz
- 32 zona de transición
- 34 zona aerodinámica
- 36 saliente

ES 2 750 301 T3

	40	combinación de conector y parte de unión
	50	conector
	51	primer revestimiento exterior
	52	capa de núcleo
5	53	segundo revestimiento exterior
	54	primer lado del conector
	55	segundo lado del conector
	56	circunferencia del conector
	60	parte de unión
10	61	parte de anclaje de pared de pala
	62	parte intermedia
	63	parte de anclaje de conector
	64	primera parte de la parte de anclaje de conector
	65	segunda parte de la parte de anclaje de conector
15	66	tercera parte de la parte de anclaje de conector
	81	pata superior
	82	pata inferior
	83	parte de núcleo
	84	parte hueca
20	85	lengüeta
	90	sello
	91	parte superior de la parte de unión
	92	parte inferior de la parte de unión

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una pala de turbina eólica (10) para un rotor de una turbina eólica (2) que tiene un árbol de rotor sustancialmente horizontal, comprendiendo dicho rotor un cubo (8), desde el que la pala (10) se extiende sustancialmente en una dirección radial cuando está montada en el cubo (8), teniendo la pala una dirección longitudinal (r) con un extremo de punta (16) y un extremo de raíz (14) y una dirección transversal, comprendiendo la pala de turbina eólica una cubierta de pala que define un contorno perfilado de la pala y que tiene una pared de cubierta interior (25), en la que
- 10 - la pala (10) está provista de un conector (50) montado en la pared de cubierta interior en el extremo de raíz de la pala a través de una parte de unión (60), comprendiendo el conector (50) un primer lado (54) y un segundo lado (55), **caracterizada por que**
- 10 - la parte de unión (60) está formada integralmente con el conector (50) o conectada a una circunferencia del conector (50), y **por que** la parte de unión (60) comprende un material elastomérico.
2. Una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la parte de unión y el conector sellan juntos el extremo de raíz de la pala.
- 15 3. Una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que el diámetro exterior de la parte de unión es igual o mayor que el diámetro interior de la pared de cubierta interior, por ejemplo, cuando el diámetro exterior de la parte de unión es al menos 1 cm, o al menos 2 cm, más grande que el diámetro interior de la pared de cubierta interior.
- 20 4. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la parte de unión comprende una parte de anclaje de pared de pala y una parte de anclaje de conector unida a la circunferencia del conector, estando opcionalmente la parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector separadas por una parte intermedia, tal como un brazo intermedio.
- 25 5. Una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 4, en la que la parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector se desplazan a lo largo de la dirección longitudinal de la pala, por ejemplo, desplazándose la parte de anclaje de pared de pala y la parte de anclaje de conector al menos 5 cm a lo largo de la dirección longitudinal de la pala, o al menos 7,5 cm, o al menos 10 cm.
6. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conector se desplaza al menos 2 cm de la pared de pala interior, o al menos 4 cm, o al menos 6 cm, cuando la pala está en un estado no ovalizado.
- 30 7. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en la que el brazo intermedio forma un ángulo con la pared de pala interior, encontrándose el ángulo en un intervalo de 10 a 80 grados, ventajosamente entre 10 y 60 grados, y más ventajosamente entre 10 y 45 grados, por ejemplo, alrededor de 30 grados.
- 35 8. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la parte de unión comprende una parte de anclaje de conector que comprende una parte sustancialmente en forma de C o de U que tiene una primera parte unida al primer lado del conector y una segunda parte unida al segundo lado del conector, teniendo opcionalmente una tercera parte unida a la circunferencia del conector.
- 40 9. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conector se forma como una construcción interlaminar, que comprende ventajosamente un primer revestimiento reforzado con fibra en el primer lado del conector, un segundo revestimiento en el segundo revestimiento reforzado con fibra en el segundo lado del conector y un material de núcleo entre el primer revestimiento y el segundo revestimiento, ventajosamente con un material de núcleo fabricado de un material polimérico, tal como un polímero espumado.
10. Una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 9, en la que el material elastomérico de la parte de unión y el material polimérico del conector son compatibles, siendo el material elastomérico y el polímero espumado ventajosamente un material basado en poliuretano.
- 45 11. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la parte de unión comprende una parte de núcleo circunferencial o una parte hueca entre la pared de pala interior y el conector.
12. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la parte de unión comprende un anillo sustancialmente uniforme que tiene un espesor de al menos 5 cm, o al menos 7 cm, o al menos 10 cm.
- 50 13. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el material

elastomérico tiene un valor de durómetro que se encuentra en un intervalo de 10-100 en la escala Shore A.

14. Una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la parte de unión (60) consiste en una serie de partes diferentes (60').

5 15. Una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 14, en la que el extremo de raíz de la pala se sella a través de un sello separado (90).

16. Un método para fabricar un conector (50) para una pala de turbina eólica y una parte de unión (60), comprendiendo el método las etapas de:

- 10
- a) fabricar un conector (50) para una turbina eólica,
 - b) fabricar una parte de unión (60) que comprende un material elastomérico, y
 - c) anclar la parte de unión a una circunferencia del conector (50).

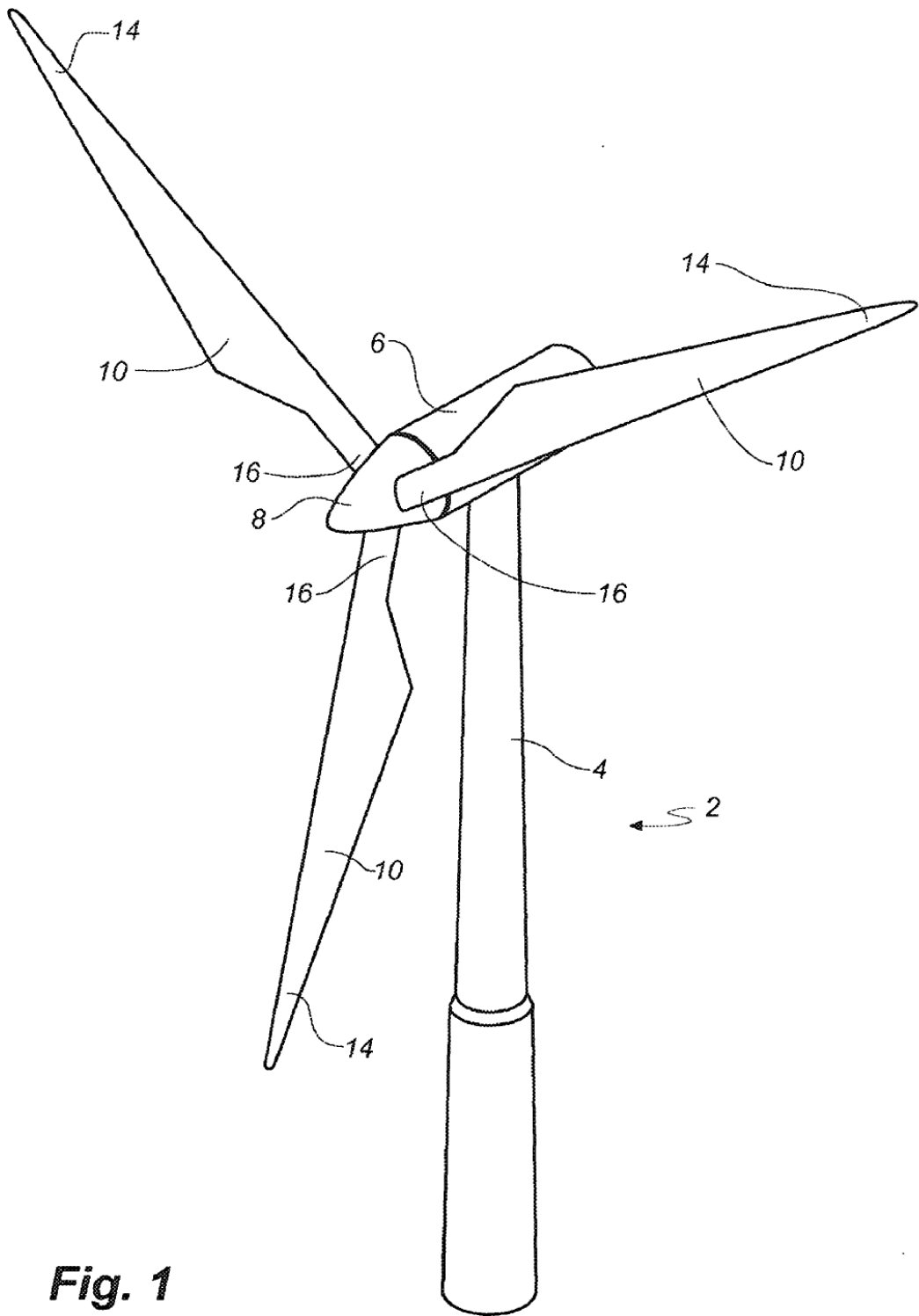


Fig. 1

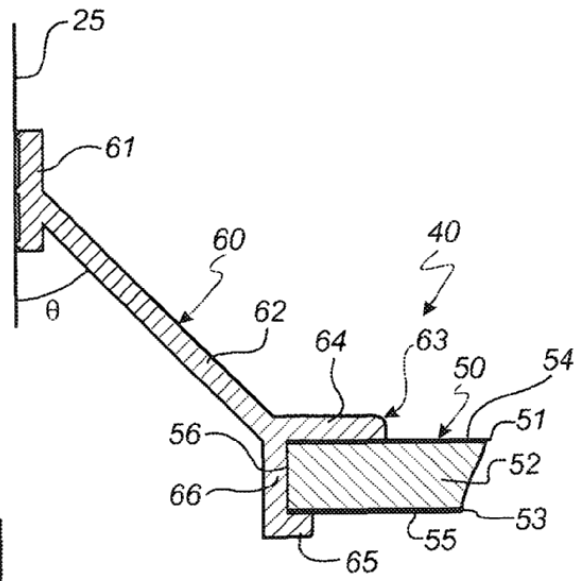


Fig. 3

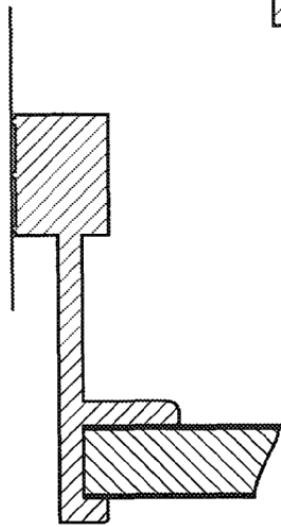


Fig. 4

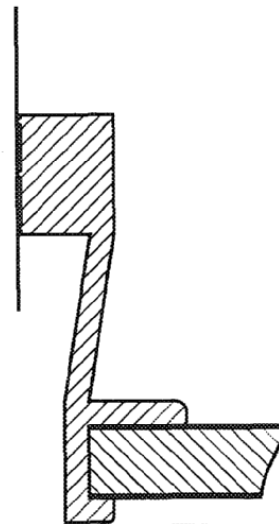


Fig. 5

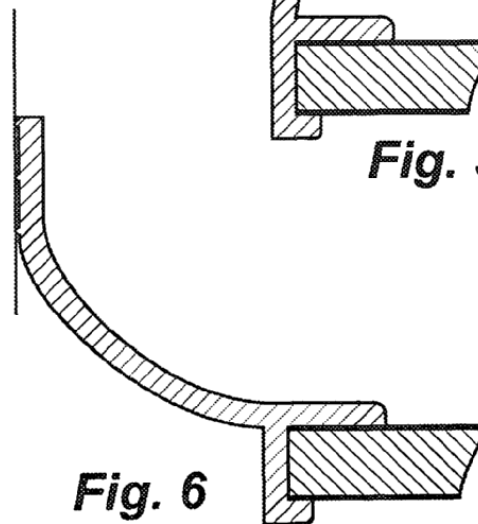


Fig. 6

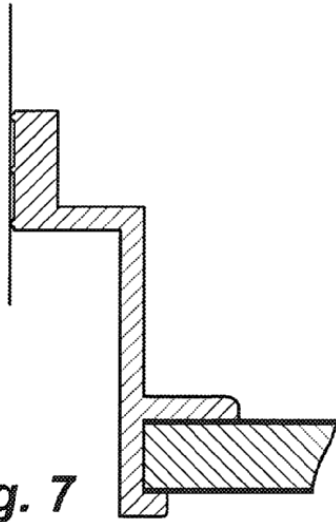


Fig. 7

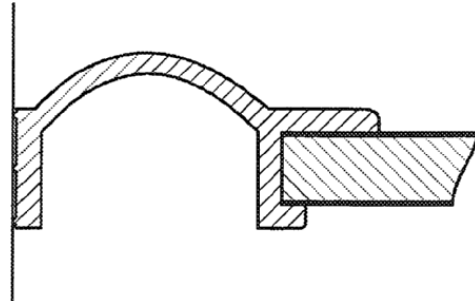


Fig. 8

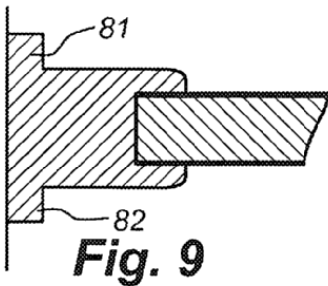


Fig. 9

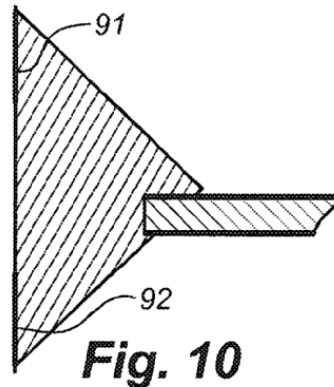


Fig. 10

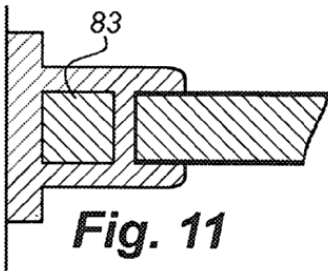


Fig. 11

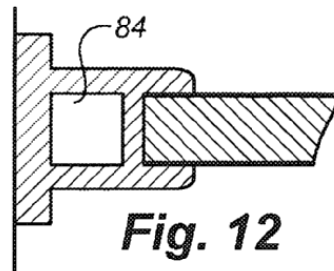


Fig. 12

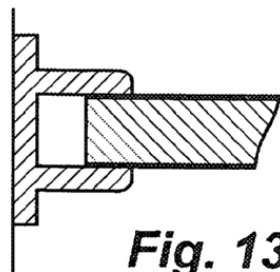


Fig. 13

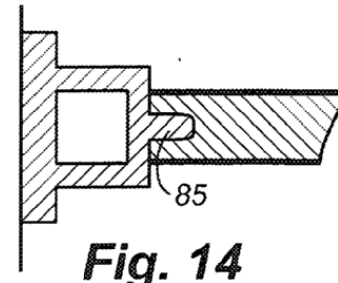


Fig. 14

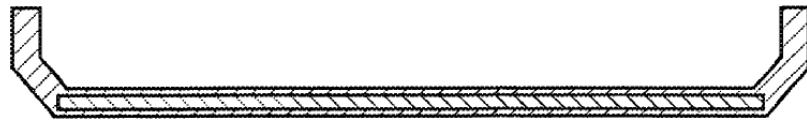


Fig. 15



Fig. 16

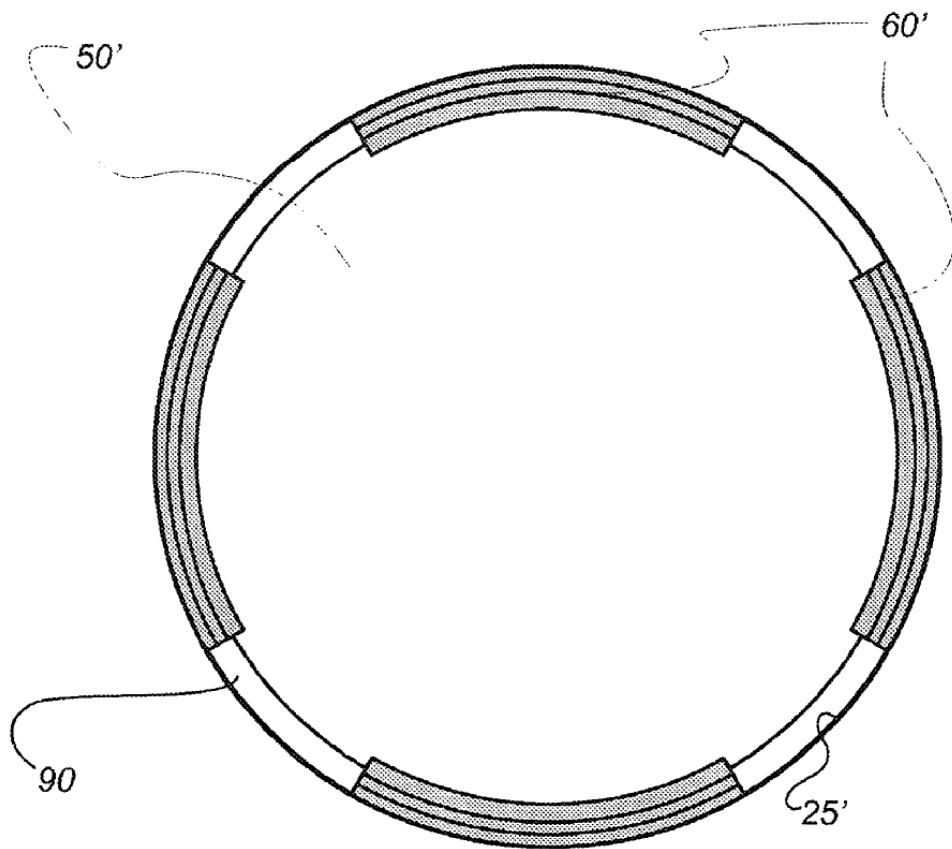


Fig. 17