

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 803 211**

(51) Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 17/00 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2016 E 16198328 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 3321503**

(54) Título: **Procedimiento para la proyección de una marca dentro de una pala de rotor de una turbina eólica**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.01.2021

(73) Titular/es:

**NORDEX ENERGY SE & CO. KG (100.0%)
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg, DE**

(72) Inventor/es:

**HELLWIG, LUTZ y
LIPKA, THOMAS**

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 803 211 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

Procedimiento para la proyección de una marca dentro de una pala de rotor de una turbina eólica

5 La invención se refiere a un procedimiento para la proyección de una marca dentro de una pala de rotor de una turbina eólica.

10 Las palas de rotor de las turbinas eólicas modernas contienen una técnica de sistemas cada vez más costosa. Tal técnica de sistemas comprende, por ejemplo, sistemas para la protección contra rayos, sistemas de reducción del ruido, sistemas para la protección contra la congelación así como sistemas de supervisión para la supervisión de la integridad estructural de la pala de rotor. En particular se instalan cada vez más los llamados sistemas de Control de Paso Individual (IPC) en las palas de rotor, que permiten un ajuste individual del ángulo de paso de la pala de rotor respectivamente. Tales sistemas IPC son adecuados sobre todo para reducir cargas estructurales que actúan sobre la pala de rotor. A tal fin, los sistemas-IPC comprenden normalmente bandas extensométricas que se instalan en las paredes interiores de la pala de rotor. Por medio de las bandas extensométricas se pueden detectar momentos de flexión de la pala de rotor, que pueden ser asociados entonces a casos de carga característicos para posibilitar un comportamiento de paso optimizado estructuralmente para cada pala de rotor individual.

20 Para un modo de funcionamiento fiable de dicha técnica de sistemas puede ser importante disponer los componentes correspondientes del sistema en todas las palas de rotor de la turbina eólica, respectivamente, en las posiciones exactamente iguales. Esto se refiere especialmente a sensores para la detección de momentos de flexión de la pala, como por ejemplo dichas bandas extensométricas. De esta manera, en el caso de los sistemas-IPC, ya una desviación insignificante de los lugares de montaje de los sensores puede tener como consecuencia un comportamiento de paso desfavorable y una carga irregular de las palas de rotor. Para un tipo de pala de rotor determinado, se calculan los lugares de montaje ideales para tales bandas extensométricas, en general, a través de la configuración de la pala rotor, a través de cálculos estructurales así como a través de series de ensayos de larga duración. También en el caso de palas de rotor del mismo tipo, se pueden distinguir los lugares de montaje óptimos de los sensores de dilatación para una función fiable del sistema-IPC. Esto puede estar motivado, por ejemplo, por oscilaciones en el espesor de la pared de la estructura del laminado de la pala de rotor, por diferentes cantidades de adhesivo así como por la desviación de las posiciones adhesivas de grupos de la infraestructura de la pala de rotor.

35 Una procedimiento para la instalación repetida exacta de sensores en palas de rotor se conoce a partir del documento EP 2 855 930 B1. En este caso, a través de un láser lineal conectado con una pestaña de la pala se lanzan dos haces de luz, que están perpendiculares entre sí, en el espacio interior de una pala de rotor. De esta manera, se representa una posición periférica en el espacio interior de la pala de rotor. Los haces de luz emitidos desde el láser lineal deben pasar en este caso a partir de la pestaña de la pala por una placa de fondo con un orificio central. De este modo se limita considerablemente el ángulo de apertura de los haces de luz, lo que conduce a que los haces de luz incidan sólo a una distancia relativamente grande desde la pestaña de la pala sobre la pared interior de la pala de rotor. Por consiguiente, sólo se pueden marcar lugares de montaje, que se encuentran relativamente alejados de la pestaña de la pala. Precisamente en el caso de los sensores de dilatación para sistemas-IPC es deseable, sin embargo, a menudo una disposición en la proximidad de la pestaña de la pala.

40 Por lo tanto, la invención tiene el cometido de proporcionar un procedimiento para marcar la posición exacta repetida dentro de una pala de rotor, que se puede emplear de una manera más flexible.

45 La invención soluciona el cometido a través del procedimiento con las características de la reivindicación 1. Las configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

50 El procedimiento sirve para la proyección de una marca dentro de una pala de rotor de una turbina eólica, en donde la pala de rotor presenta un eje longitudinal de la pala de rotor, una superficie interior de la pala de rotor, una conexión de la pala para la conexión con un cubo de rotor y una placa de fondo, que está dispuesta esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la pala de rotor y comprende las siguientes etapas:

55 - identificación de un punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo,
 - montaje de una instalación de proyección en la placa de fondo y alineación de la instalación de proyección con relación al eje longitudinal de la pala de rotor,
 - proyección de una marca en la superficie interior de la pala de rotor con la instalación de proyección.

60 De acuerdo con ello, según la invención se identifica un punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo de la pala de rotor. Esta identificación se puede realizar especialmente sobre la placa de fondo, por ejemplo en el punto de intersección sobre la placa de fondo se puede aplicar una marca puntual. El eje longitudinal de la pala de rotor debe entenderse como un eje que se extiende en el centro sobre toda la longitud de la pala de rotor. Se puede definir como eje de simetría de la conexión de la pala. Si está revisto un sistema de paso, entonces el eje longitudinal de la pala de rotor representa también el eje de paso, alrededor del cual se puede girar

- la pala de rotor. La placa de fondo de la pala de rotor está dispuesta en este caso esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la pala de rotor, es decir, a lo largo de la sección transversal de la pala de rotor. La placa de fondo puede estar dispuesta en particular en la proximidad de la conexión de la pala, donde la pala de rotor presenta una sección transversal aproximadamente de forma circular. Ésta pasa hacia la punta de la pala a un perfil aerodinámico de la pala de rotor. La conexión de la pala puede servir como punto de partida para una identificación del punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo. A partir de la conexión de la pala se puede calcular entonces el punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo. A continuación se puede identificar el punto, en el que el eje longitudinal de la pala de rotor corta la placa de fondo.
- 5 10 De acuerdo con la invención, se monta una instalación de proyección en la placa de fondo y se alinea con relación al eje longitudinal de la pala de rotor. La instalación de proyección se puede encolar o atornillar, por ejemplo, con la placa de fondo. También se puede fijar la instalación de proyección de otra manera discrecional en la placa de fondo, por ejemplo con una fijación de sujeción. La instalación de proyección se puede disponer en particular en el punto de intersección identificado del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo. Además, la instalación de proyección montada se puede alinear con relación al eje longitudinal de la pala de rotor. Cuando la instalación de proyección está conectada en el punto de intersección identificado con la placa de fondo, se puede alinear un eje óptico de la instalación de proyección en particular a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor.
- 15 20 Además, de acuerdo con la invención, con la instalación de proyección se proyecta una marca en la superficie interior de la pala de rotor. También se pueden proyectar varias marcas, por ejemplo líneas y puntos, a través de la instalación de proyección. La instalación de proyección puede comprender a tal fin, por ejemplo, uno o varios láseres. En las marcas proyectadas se pueden instalar diferentes sistemas o sensores, como por ejemplo bandas extensométricas.
- 25 30 35 A través del procedimiento de acuerdo con la invención se puede montar la instalación de proyección para cada pala de rotor de una manera fiable de la misma forma, lo que conduce a una proyección repetida exacta de marcas en la superficie interior de la pala de rotor respectiva. Puesto que se identifica un punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo y la instalación de proyección con relación al eje longitudinal de la pala de rotor, y de esta manera se alinea también con respecto al punto de intersección identificado, se puede montar la instalación de proyección directamente en la placa de fondo. Por lo tanto, la instalación de proyección puede proyectar también marcas en la proximidad inmediata de la placa de fondo y, por lo tanto, en la proximidad de la conexión de la pala, lo que no es posible en el procedimiento publicado en la publicación EP 2 855 930 B1. De una manera ventajosa, se pueden instalar también sensores, como por ejemplo bandas extensométricas, cerca de la conexión de la pala, lo que es especialmente importante para sistemas-IPC. A través del montaje de la instalación de proyección en la placa de fondo, el procedimiento de acuerdo con la invención es, además, independiente de la configuración de la placa de fondo, en particular la placa de fondo no tiene que presentar un orificio central. En su lugar, en la placa de fondo puede estar prevista una escotilla de fondo posicionada, por ejemplo, fuera del centro.
- 40 45 50 55 60 En una configuración, para la identificación del punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo se utiliza una unidad de identificación, que se alinea con relación a la conexión de la pala. La unidad de identificación se puede conectar en este caso con la conexión de la pala. En particular, la unidad de identificación se puede fijar en al menos un taladro transversal y/o en al menos un taladro longitudinal de la conexión de la pala. También es posible fijar la unidad de identificación en bulones transversales que se encuentran en los taladros transversales de la conexión de la pala o en bulones longitudinales dispuestos en los taladros longitudinales, que sirven para la unión de la conexión de la pala con un cubo de rotor. De esta manera, se puede realizar el procedimiento de acuerdo con la invención tanto en el estado no montado como también en el estado montado de las palas de rotor. La unidad de identificación se puede alinear con relación a la conexión de la pala, de tal manera que posibilita una identificación del punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo. Por ejemplo, la unidad de identificación puede proyectar el eje longitudinal de la pala de rotor sobre la placa de fondo. El punto se puede marcar entonces, por ejemplo, con un lápiz sobre la placa de fondo. Una alineación de la unidad de identificación con relación a la conexión de la pala permite una determinación especialmente sencilla del punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo, como se ha explicado anteriormente. También la unidad de identificación puede estar configurada para la unión con la conexión de la pala. Esto posibilita una alineación sencilla de la unidad de identificación con relación a la conexión de la pala.
- De acuerdo con otra configuración, la unidad de identificación puede comprender una barra de retención que se extiende sobre un radio o un diámetro de la conexión de la pala, que se fija en la conexión de la pala. La barra de retención se puede fijar en otra configuración en taladros transversales, bulones transversales, taladros longitudinales o bulones longitudinales de la conexión de la pala. Si la pala de rotor no ha sido montada todavía en el cubo de rotor, entonces se puede conectar la barra de retención con los taladros transversales o taladros longitudinales de la conexión de la pala. Si la pala de rotor estuviera montada ya en el cubo del rotor, se puede realizar una fijación de la barra de retención en los bulones transversales o bulones longitudinales, pudiendo insertarse los bulones transversales en los taladros transversales y/o los bulones longitudinales en los taladros longitudinales de la conexión de la pala. La barra de retención se puede conectar en particular con dos o más

taladros transversales, bulones transversales, taladros longitudinales o bulones longitudinales de la conexión de la pala. Si la barra de retención se extiende a lo largo del diámetro de la conexión de la pala, se pueden conectar ambos extremos de la barra de retención en cada caso con la conexión de la pala. Si la barra de retención se extiende a lo largo del diámetro de la conexión de la pala, se pueden conectar ambos extremos de la barra de retención en cada caso con la conexión de la pala de la manera descrita. Si la barra de retención se extendiese solamente sobre el radio de la conexión de la pala, se puede conectar especialmente sólo un extremo de la barra de retención con la conexión de la pala de la manera descrita. De acuerdo con otra configuración, la barra de retención puede presentar una fijación magnética para la fijación en la conexión de la pala. En particular, la fijación magnética puede colaborar con bulones transversales insertados en los taladros transversales y/o con bulones longitudinales insertados en los taladros longitudinales. A través de la barra de retención se puede conectar la unidad de identificación de una manera sencilla y reversible con la conexión de la pala. Precisamente en el caso de una conexión magnética por medio de la fijación magnética se lleva a cabo de una manera rápidamente una instalación de la unidad de identificación. La barra de retención puede ser regulable, además, también en la longitud, para posibilitar una utilización para palas de rotor de diferente diámetro.

En otra configuración, la unidad de identificación presenta un láser lineal dispuesto en la barra de retención, que proyecta una línea láser a lo largo del eje longitudinal de la pala del rotor sobre la placa de fondo. Si la unidad de identificación se extiende a lo largo del diámetro de la conexión de la pala, entonces se puede disponer el láser lineal especialmente en el centro en la barra de retención. En el centro sobre la barra de retención, es decir, precisamente en la mitad del diámetro de la conexión de la pala, puede estar posicionado en este caso el láser lineal. Puesto que la conexión de la pala presenta, en general, una sección transversal de forma circular, el láser lineal está dispuesto de esta manera directamente sobre el eje longitudinal de la pala de rotor. Si la unidad de identificación se extendiese sobre un radio de la conexión de la pala, entonces el láser lineal puede estar dispuesto especialmente en un extremo de la barra de retención que se encuentra sobre el eje longitudinal de la pala de rotor. A lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor, el láser lineal puede proyectar entonces a partir de la conexión de la pala una línea de láser sobre la placa de fondo y de esta manera identificar un punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo. Esto posibilita una transmisión de una posición de referencia fácil de establecer desde la conexión de la pala sobre la placa de fondo. Se puede realizar una alineación del láser lineal exactamente con respecto al eje longitudinal de la pala de rotor, por ejemplo, calculando la distancia más corta entre la unidad de identificación y la placa de fondo. La línea de láser proyectada a lo largo de esta trayecto se extiende entonces sobre el eje longitudinal de la pala de rotor. Una medición de la distancia de este tipo se puede realizar, por ejemplo, a través del láser lineal así como una unidad de detección correspondiente, que recibe la luz láser reflejada por la placa de fondo y a partir del tipo de propagación determina la distancia. La barra de retención puede ser regulable, además, también en la longitud, de una manera más ideal de tal forma que el láser lineal está posicionado siempre sobre el eje longitudinal de la pala de rotor.

En una configuración, para el montaje de la instalación de proyección se perfora un taladro pasante en la placa fondo junto al punto de intersección identificado, de manera que la instalación de proyección se dispone en la zona del taladro pasante en un lado interior de la placa de fondo. La instalación de proyección se puede fijar en este caso en particular en el taladro pasante. Si estuviera presente una unidad de identificación, entonces ésta puede identificar el punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo sobre un lado exterior de la placa de fondo. El lado exterior de la placa de fondo está dirigido en este caso hacia la conexión de la pala, mientras que el lado interior de la placa de fondo está dirigido hacia el espacio interior de la pala de rotor. A través de la unidad de identificación se puede identificar entonces por medio del láser lineal de la manera descrita el punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor y de la placa de fondo sobre el lado exterior de la placa de fondo. A partir de este punto identificado se puede perforar un taladro pasante a través de la placa de fondo y finalmente se puede disponer sobre el otro lado, es decir, el lado interior de la placa de fondo, la instalación de proyección. La instalación de proyección se puede alinear con la ayuda del taladro pasante, especialmente con la ayuda de la línea de láser proyectada, con relación al eje longitudinal de la pala de rotor. Esto posibilita un posicionamiento fiable de la instalación de proyección sobre la placa de fondo y el eje longitudinal de la pala de rotor.

En otra configuración, para la alineación de la instalación de proyección se identifica el eje longitudinal de la pala de rotor sobre una superficie interior de la pala de rotor. El eje longitudinal de la pala de rotor se puede identificar en este caso, en principio, sobre una superficie discrecional en el espacio interior de la pala de rotor. Con la ayuda de esta identificación en el espacio interior de la pala de rotor se puede alinear la instalación de proyección de una manera especialmente sencilla con relación al eje longitudinal de la pala de rotor. En otra configuración, se puede realizar una identificación de este tipo a través del láser lineal de la unidad de identificación, de manera que éste puede proyectar una línea láser a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor a través del taladro pasante ya acabado de la placa de fondo. De acuerdo con esta configuración, después de que la unidad de identificación ha identificado el punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo y se ha terminado el taladro pasante en este lugar a través de la placa de fondo, la unidad de identificación puede iluminar por medio del láser lineal a través del taladro pasante en el espacio interior de la pala de rotor. El punto de láser que incide sobre la superficie interior se puede marcar, por ejemplo, con un lápiz. A continuación se puede montar sobre el lado interior de la placa de fondo la instalación de proyección con el taladro pasante y de esta manera se puede montar

en la placa de fondo. Una alineación de la instalación de proyección se puede realizar entonces a través de la identificación del eje longitudinal de la pala de rotor sobre la superficie interior de la pala de rotor. De esta manera, se muestra claramente el eje longitudinal de la pala de rotor de una manera fiable también en el espacio interior de la pala de rotor. De acuerdo con una configuración, se identifica el eje longitudinal de la pala de rotor sobre una superficie frontal de una nervadura que se extiende a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor. La superficie interior puede estar formada en este caso por la superficie frontal de la nervadura. Las nervaduras que se extienden a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor estén presentes con frecuencia en palas de rotor modernas para la elevación de la estabilidad de la pala.

- 5 10 De acuerdo con la invención, la instalación de proyección comprende un láser de rotación, que genera una primera superficie de láser, que se extiende esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la pala de rotor. En particular, la superficie de láser del láser de rotación puede generar una línea que se extiende sobre toda la periferia interior de la pala de rotor. En virtud del procedimiento de acuerdo con la invención, se genera esta línea en este caso para cada pala de rotor exactamente en la misma posición radial. A lo largo de esta línea circunferencial se pueden montar, por lo tanto, los sensores necesarios, como por ejemplo, las bandas extensométricas.

15 De acuerdo con la invención, la instalación de proyección comprende, además, un láser cruzado, que genera al menos una segunda superficie de láser y una tercera superficie de láser, que se extienden paralelas al eje longitudinal de la pala de rotor y cruzan la primera superficie de láser del láser de rotación, de manera que los puntos de cruce de la primera superficie de láser forman con la tercera superficie de láser las marcas proyectadas. La segunda y la tercera superficies de láser generadas a través del láser cruzado generan en este caso líneas en la superficie interior de la pala de rotor, que se extienden esencialmente paralelas al eje longitudinal de la pala de rotor. La instalación de proyección puede comprender, por lo tanto, un láser de rotación así como un láser cruzado, cuyas superficies de láser proyectadas se cruzan. A través de la combinación de los dos láseres es posible crear las primeras posiciones de las marcas también en zonas de la pala de rotor, en las que la zona de conexión de la pala de forma circular pasa a una zona con un perfil aerodinámico. El láser cruzado se ajusta en este caso de tal forma que las líneas generadas por él en la pared interior de la pala de rotor cruzan la línea generada por el láser de rotación. En los puntos de cruce de la primera superficie de láser, es decir, de la superficie de láser generada a través del láser de rotación, con la senda o bien la tercera superficie de láser, es decir, las superficies de láser generadas a través del láser cruzado, se forman marcas exactas sobre la superficie interior de la pala de rotor. Allí donde se cruzan la primera superficie de láser y la segunda superficie de láser sobre la superficie interior de la pala de rotor, se generan de una manera correspondiente dos puntos de marcación. De la misma manera, allí donde la primera superficie de láser y la tercera superficie de láser se cruzan en la superficie interior de la pala de rotor se generan otros dos puntos de cruce. En principio, el láser cruzado puede generar también más de dos superficies de láser. En los puntos de cruce correspondientes con la primera superficie de láser generada a través del láser de rotación aparecen de esta manera otras marcas sobre la superficie interior de la pala de rotor. La segunda y la tercera superficie de láser se pueden extender en este caso esencialmente perpendiculares entre sí. Pero también es posible que la segunda superficie de láser y la tercera superficie de láser se extiendan entre sí en un ángulo diferente de 90°.

40 45 50 En otra configuración, la instalación de proyección presenta un elemento de retención, en el que el láser cruzado y el láser de rotación están dispuestos desplazados entre sí en el estado montado de la instalación de proyección a lo largo del eje longitudinal de rotación. El láser cruzado como también el láser de rotación pueden ser desplazables en el elemento de retención. De esta manera, se pueden ajustar las superficies de láser proyectadas y, por lo tanto, las líneas proyectadas sobre la superficie interior de la pala de rotación. El láser cruzado como también el láser de rotación pueden ser desplazables en el elemento de retención. De esta manera, se pueden ajustar las superficies de láser proyectadas y, por lo tanto, las líneas proyectadas sobre la superficie interior de la pala de rotor. La dirección de la proyección puede ser ajustable en el ángulo en el estado montado alrededor del eje longitudinal de la pala de rotor. De esta manera, se puede girar la instalación de proyección incluyendo el láser cruzado dispuesto sobre el elemento de retención alrededor del eje longitudinal de la pala de rotor. Esto posibilita un desplazamiento de los puntos de cruce de las superficies de láser a lo largo de la periferia interior de la pala de rotor.

55 La invención se explica en detalle a continuación con la ayuda de la figura. Si no se indica otra cosa, los mismos signos de referencia designan los mismos objetos. En este caso:

60 La figura 1 muestra una sección del lado del cubo de una pala de rotor en una vista en perspectiva.

La figura 2 muestra dos fragmentos de detalle de la pala de rotor de la figura 1.

65 La figura 3 muestra una vista simplificada en sección de una pala de rotor.

La figura 4 muestra una vista esquemática en perspectiva de algunos elementos de la pala de rotor de la figura 1.

70 La figura 5 muestra otra vista simplificada en sección de una pala de rotor.

La figura 6 muestra una instalación de proyección, y

La figura 7 muestra una forma de realización alternativa de la unidad de identificación de la figura 1.

- 5 En la figura 1 se muestra de forma fragmentaria una pala de rotor 10, que presenta un eje longitudinal de la pala de rotor 12, una conexión de la pala 16 así como una placa de fondo 18. La pala de rotor 10 presenta, además, una superficie interior de la pala de rotor 14, que se puede reconocer en la figura 4. A través de la conexión de la pala 16 se puede conectar la pala de rotor 10 con un cubo de rotor no representado. A tal fin, la conexión de la pala 16 presenta taladros longitudinales 21 y taladros transversales 23. Normalmente en este caso se insertan para la fijación unos bulones longitudinales 20 en los taladros longitudinales 21 y se amarran en bulones transversales 22, que se insertan en los taladros transversales 23 de la conexión de la pala 16. Además, en la figura 1 se puede reconocer una unidad de identificación 50, que presenta una barra de retención 52, dos fijaciones magnéticas 53 y un láser lineal 54. La barra de retención 52 se extiende a lo largo de un diámetro de la conexión de la pala 16 y está conectada magnéticamente a través de las fijaciones magnéticas 53 con los bulones transversales 22 que se asientan en los taladros transversales.

La sección transversal de la conexión de la pala 16 está configurada de forma circular, de manera que el eje longitudinal de la pala de rotor 12 pasa exactamente en el centro por el área de la sección transversal de la conexión de la pala 16. El eje longitudinal de la pala de rotor 12 está perpendicularmente sobre el área de la sección transversal de la conexión de la pala 16. Puesto que el láser lineal 54 está dispuesto exactamente en el centro de la barra de retención 52, es decir, en la mitad del diámetro de la conexión de la pala 16, el láser lineal 54 se encuentra precisamente sobre el punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor 12 con el área de la sección transversal de la conexión de la pala 16. El láser lineal 54 proyecta una línea de láser 56 sobre el lado exterior 18' de la placa de fondo 18. Puesto que esta línea de láser 56 se proyecta sobre la distancia más corta entre el láser lineal 54 y el lado exterior 18' de la placa de fondo 18, se puede realizar, por ejemplo una medición del tiempo de propagación. El punto de intersección 40 del eje longitudinal de la pala de rotor 12 con la placa de fondo 18 se puede marcas, por ejemplo, con un lápiz o similar.

30 Una forma de realización alternativa de la unidad de identificación 50 se representa en la figura 7. La barra de retención 52 está conectada en un lado en un primer extremo con la conexión de la pala 16 a través de dos bulones longitudinales 20. Presenta un brazo de apoyo 80, con el que se apoya sobre el lado exterior de la placa de fondo 18', de manera que está alineado para lelo a la placa de fondo 18. La longitud de la barra de retención corresponde al radio de la conexión de la pala 16, de manera que el láser lineal 54 montado en el segundo extremo de la barra de retención 52 se encuentra exactamente sobre el punto medio de la placa de fondo 18.

35 35 En las figuras 2a y 2b se representan en detalle los fragmentos identificados en la figura 1. En la figura 2a se puede reconocer cómo está conectada una de las fijaciones magnéticas 53 de la barra de retención 52 de la unidad de identificación 50 con un bulón transversal 22 de la conexión de la pala 16.

40 En la figura 2b se puede reconocer en detalle que el láser lineal 54 genera una línea de láser 56, que marca sobre el lado exterior de la placa de fondo 18' el punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor 12 con la placa de fondo 18. Exactamente en este punto de intersección 40 se taladra a continuación un taladro pasante 44 en la placa de fondo 18.

45 45 La figura 3 muestra un fragmento de la pala de rotor 10 en la sección transversal. Se puede reconocer una línea de láser 58, que se emite desde el láser lineal 54 a la unidad de identificación 50. En este caso, se ha identificado ya el punto de intersección 40 del eje longitudinal de la pala de rotor 12 con la placa de fondo 18 y se ha perforado un taladro pasante 44 precisamente en este lugar. La línea de láser 58 atraviesa de esta manera la placa de fondo 18 en el taladro pasante 44 e incide sobre una superficie interior 62 de la pala de rotor 10. Allí donde la línea de láser 58 incide sobre la superficie interior 62, se aplica otra identificación, por ejemplo, por medio de un lápiz. A continuación se puede desmontar la unidad de identificación 50.

55 55 En la figura 4 se puede ver una vista interior de la pala de rotor 10, en donde la pala de rotor se representa parcialmente fragmentaria. La instalación de proyección 30 está conectada en este caso a través del taladro pasante 44 con un lado interior 18" de la placa de fondo 18. La instalación de proyección 30 presenta un láser de rotación 32 y un láser cruzado 34, que están dispuestos en un elemento de retención 38. El láser de rotación 32 así como el láser cruzado 34 están dispuestos desplazados en el elemento de retención 38, de manera que el láser cruzado 34 se encuentra más cerca de la placa de fondo 18 que el láser de rotación 32. En virtud de la aplicación de proyección 30 en el taladro pasante 44 de la placa de fondo 18, al menos el punto de apoyo de la instalación de proyección 30 se encuentra sobre el eje longitudinal de la pala de rotor 12. Con la ayuda de la posición identificada a través de la unidad de identificación 50 en la superficie interior 62 (no representada) se puede alinear la instalación de proyección 30 ahora totalmente a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor 12. A tal fin, el láser de rotación puede emitir otro rayo láser en la dirección del eje de la pala de rotor 12, de manera que en el caso de una cobertura del punto generado a través de este rayo láser con la identificación sobre el lado interior 62, la instalación de

proyección está alineada a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor 12.

Además, en la figura 4 se puede reconocer que el láser de rotación 32 genera una primera superficie de láser 33, que deja detrás sobre la superficie interior de la pala de rotor 14 un círculo que se extiende en la periferia. El láser

5 cruzado 34 genera en este caso una segunda superficie de láser 35 y una tercera superficie de láser 36. Todas las tres superficies de láser 33, 35, 36 se encuentran en este ejemplo de realización perpendiculares entre sí. La primera superficie de láser 33 genera con la segunda superficie de láser 35 y con la tercera superficie de láser 36 unas marcas 42 en forma de puntos de cruce sobre la superficie interior de la pala de rotor 14. El láser cruzado 34 y el láser de rotación 32 están dispuestos 32 desplazados entre sí, para posibilitar un cruce de las superficies de láser

10 33, 35, 36 a pesar del ángulo de apertura de la segunda y de la tercera superficies de láser 35, 36. De esta manera, la instalación de proyección 30 proyecta marcas 42 en las superficies interiores de la pala de rotor 14, que afectan para cada pala de rotor exactamente a las mismas posiciones y de esta manera posibilita para cada pala de rotor una disposición exacta de sensores como, por ejemplo, bandas extensométricas.

15 La figura 5 muestra el principio representado en la figura 4 de la solución de acuerdo con la invención de nuevo en una representación esquemática simplificada. La figura 5 muestra el mismo fragmento de la pala de rotor 10 en la sección transversal que en la figura 1. La instalación de proyección 30 está montada en el lado interior 18" de la placa de fondo 18 y está alineada con relación al eje longitudinal de la pala de rotor 12. El láser de rotación 32 genera una primera superficie de láser 33, que deja detrás sobre la superficie interior de la pala de rotor 14 un círculo que se extiende en la periferia. El láser cruzado 34 genera una segunda superficie de láser 35 y una tercera superficie de láser 36 (no representada). En la representación esquemática se puede reconocer bien que el láser

20 cruzado 34 incide, en virtud del perfil aerodinámico en diferentes posiciones del radio sobre la superficie interior de la pala de rotor. A través de la combinación con el láser de rotación 32, todas las marcas 42 tienen la misma distancia con respecto a la raíz de la pala de rotor.

25 La figura 6 muestra la instalación de proyección 30 en una representación despiezada ordenada. En este caso, se puede reconocer el elemento de retención 38, en el que se fijan el láser de rotación 32 así como el láser cruzado 34. Además, se puede reconocer una primera placa de fijación 71, que se coloca en el lado exterior 18' de la placa de fondo 18 y una segunda placa de fijación 72, que se coloca en el lado interior 18" de la placa de fondo 18. Por medio

30 del tornillo cilíndrico 73, que se conduce a través del taladro pasante 44, se conectan las placas de fijación 71, 72 con la placa de fondo 18. Sobre la placa de fijación 72 se coloca una placa de ajuste del ángulo 74, que se puede fijar por medio de tornillos cilíndricos 75. El elemento de retención 38 está conectado de nuevo con la placa de ajuste del ángulo 74. A través de la placa de ajuste del ángulo 74 se pueden girar el elemento de retención 38 y, por lo tanto, el láser de rotación 32 y el láser cruzado 34 en el estado montado del dispositivo de proyección 30 alrededor del eje longitudinal de la pala de rotor 12.

Lista de los signos de referencia utilizados

10	Pala de rotor
40	12 Eje longitudinal de la pala de rotor
	14 Superficie interior de la pala de rotor
	16 Conexión de la pala
	18 Placa de fondo
	18' Lado exterior de la placa de fondo
45	18" Lado interior de la placa de fondo
	20 Bulón longitudinal
	21 Taladros longitudinales
	22 Bulón transversal
	23 Taladros transversales
50	30 Instalación de proyección
	32 Láser de rotación
	33 Primera superficie de láser
	34 Láser cruzado
	35 Segunda superficie de láser
55	36 Tercera superficie de láser
	38 Elemento de retención
	40 Punto de intersección del eje longitudinal de la pala de rotor con la placa de fondo
	42 Marcas sobre la superficie interior de la pala de rotor
	44 Taladro pasante
60	50 Unidad de identificación
	52 Barra de retención
	53 Fijaciones magnéticas
	54 Láser lineal
	56 Láser lineal

58	Láser lineal
60	Nervadura
62	Superficie interior
5	71 Primera placa de fijación
72	Segunda placa de fijación
73	Tornillo cilíndrico
74	Placa de ajuste del ángulo
75	Tornillos cilíndricos
80	Brazo de apoyo
10	

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la proyección de una marca dentro de una pala de rotor (10) de una turbina eólica, en donde la pala de rotor (10) presenta un eje longitudinal de la pala de rotor (12), una superficie interior de la pala de rotor (4), una conexión de la pala (16) para la conexión con un cubo de rotor y una placa de fondo (18), que está dispuesta esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la pala de rotor (12), caracterizado por las siguientes etapas:

10 - identificación de un punto de intersección (40) del eje longitudinal de la pala de rotor (12) con la placa de fondo (18),

15 - montaje de una instalación de proyección (30) en la placa de fondo (18) y alineación de la instalación de proyección (30) con relación al eje longitudinal de la pala de rotor (12),

20 - proyección de una marca (42) en la superficie interior de la pala de rotor (14) con la instalación de proyección (30), en donde

25 - la instalación de proyección (30) comprende un láser de rotación (32), en donde el láser de rotación (32) genera una primera superficie de láser (33), que se extiende esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la pala de rotor (12), y en donde

30 - la instalación de proyección (30) comprende, además, un láser cruzado (34), en donde el láser cruzado (34) genera al menos una segunda superficie de láser (35) y una tercera superficie de láser (36), que se extienden paralelas al eje longitudinal de la pala de rotor (12) y cruzan la primera superficie de láser (33) del láser de rotación (32), en donde los puntos de cruce (33) de la primera superficie de láser (33) con la tercera superficie de láser (36) forman las marcas proyectadas (42).

35 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque para la identificación del punto de intersección (40) del eje longitudinal de la pala de rotor (12) con la placa de fondo (18) se utiliza una unidad de identificación (50), que se alinea con relación a la conexión de la pala (16).

40 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque la unidad de identificación (50) comprende una barra de retención (52) que se extiende sobre un radio o un diámetro de la conexión pala (16), que se fija en la conexión de la pala (16).

45 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque la barra de retención (52) se fija en taladros transversales (23), bulones transversales (2), taladros longitudinales (21) o bulones longitudinales (20) de la conexión de la pala (16).

50 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque la barra de retención (52) presenta una fijación magnética (53) para la fijación en la conexión de la pala (16).

55 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado** porque la unidad de identificación (50) presenta un láser lineal (54) dispuesto en la barra de retención (52), que proyecta una línea láser (56) a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor (12) sobre la placa de fondo (18).

60 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque para el montaje de la instalación de proyección (30) se perfura un taladro pasante (44) en la placa de fondo (18) en el punto de intersección (40) identificado, de manera que la instalación de proyección (30) se dispone en la zona del taladro pasante (44) en un lado interior (18") de la placa de fondo (18).

75 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque para la alineación de la instalación de proyección (30) se identifica el eje longitudinal de la pala de rotor (12) sobre una superficie interior (62) de la pala de rotor (10).

80 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque la superficie interior (62) de la pala de rotor es una superficie frontal (62) de una nervadura (60) que se extiende a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor (12).

85 10. Procedimiento de acuerdo con 8 ó 9, **caracterizado** porque el láser lineal (54) de la unidad de identificación (50) proyecta una línea láser (58) a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor (12) a través del taladro pasante (44) de la placa de fondo (18), para identificar el eje longitudinal de la pala de rotor (12) sobre la superficie interior (62) de la pala de rotor (10).

90 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque la segunda superficie de láser (35) y la tercera superficie de láser (36) se extienden perpendiculares entre sí.

95 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque la instalación de proyección (30) presenta un elemento de retención (38), en el que el láser cruzado (34) y el láser de rotación (32)

están dispuestos desplazados entre sí en el estado montado de la instalación de proyección (30) a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor (12).

- 5 13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la instalación de proyección (30) se puede regular en el ángulo en el estado montado alrededor del eje longitudinal de la pala de rotor (12).

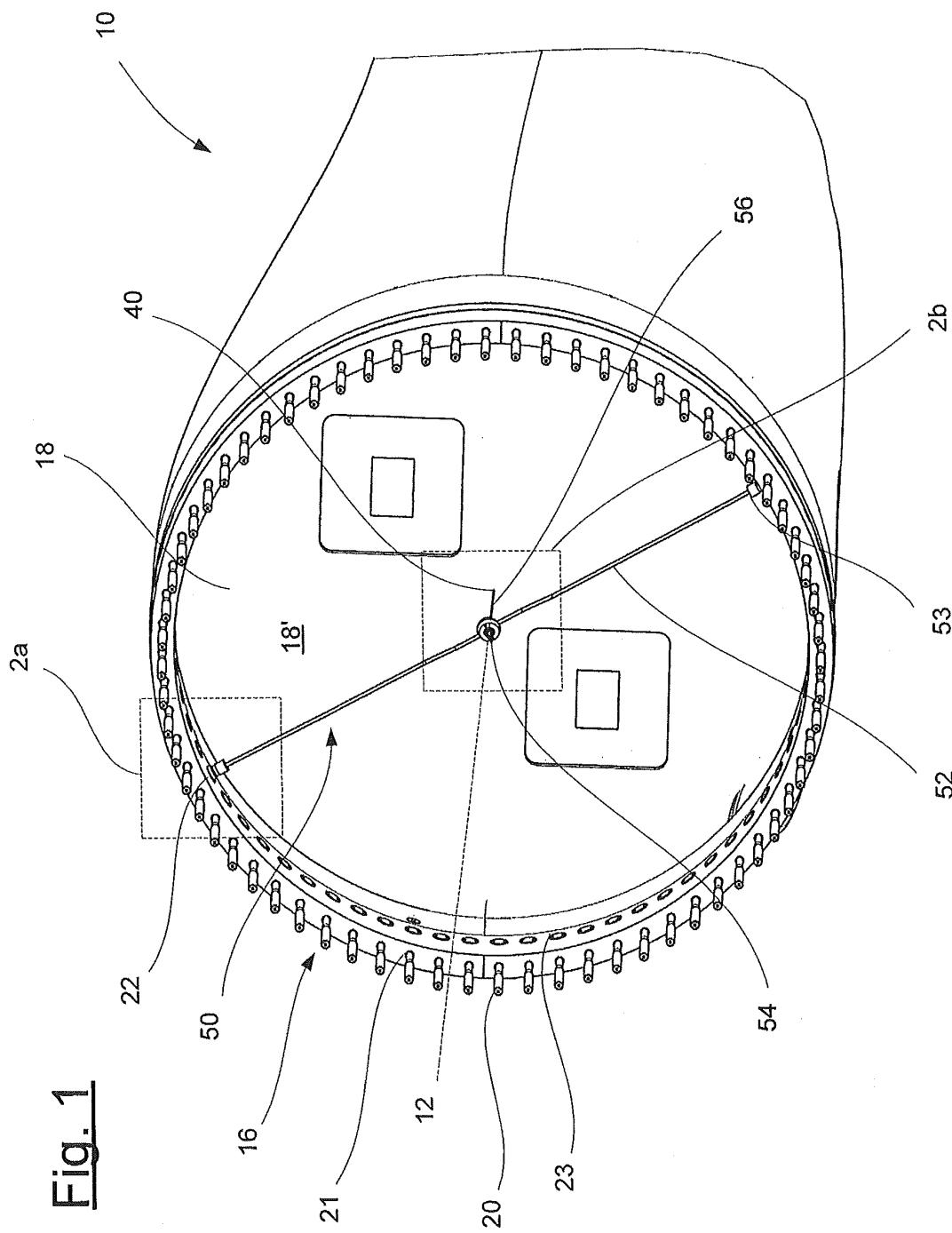


Fig. 2b

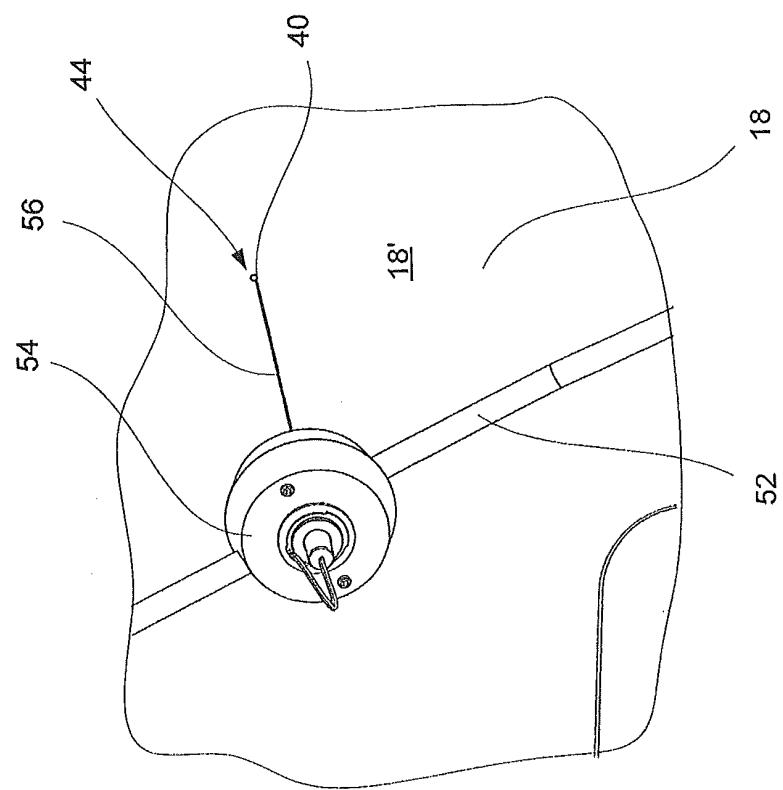
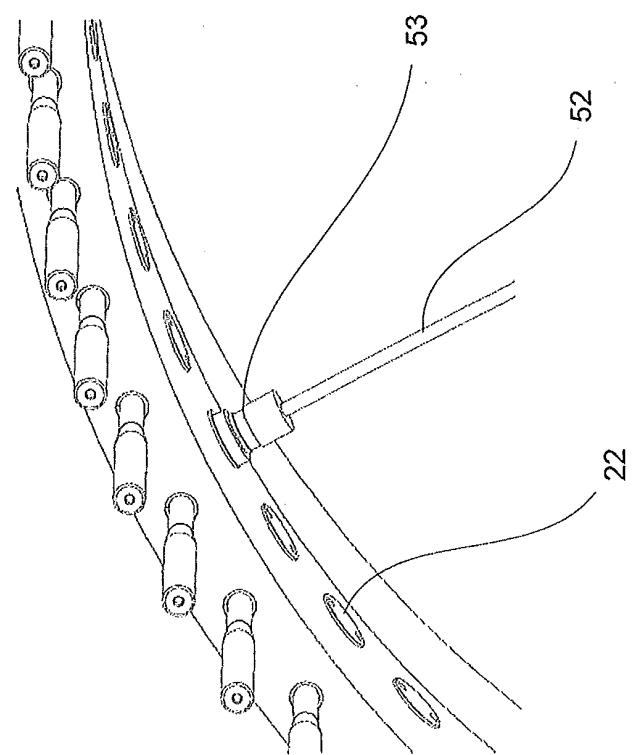


Fig. 2a



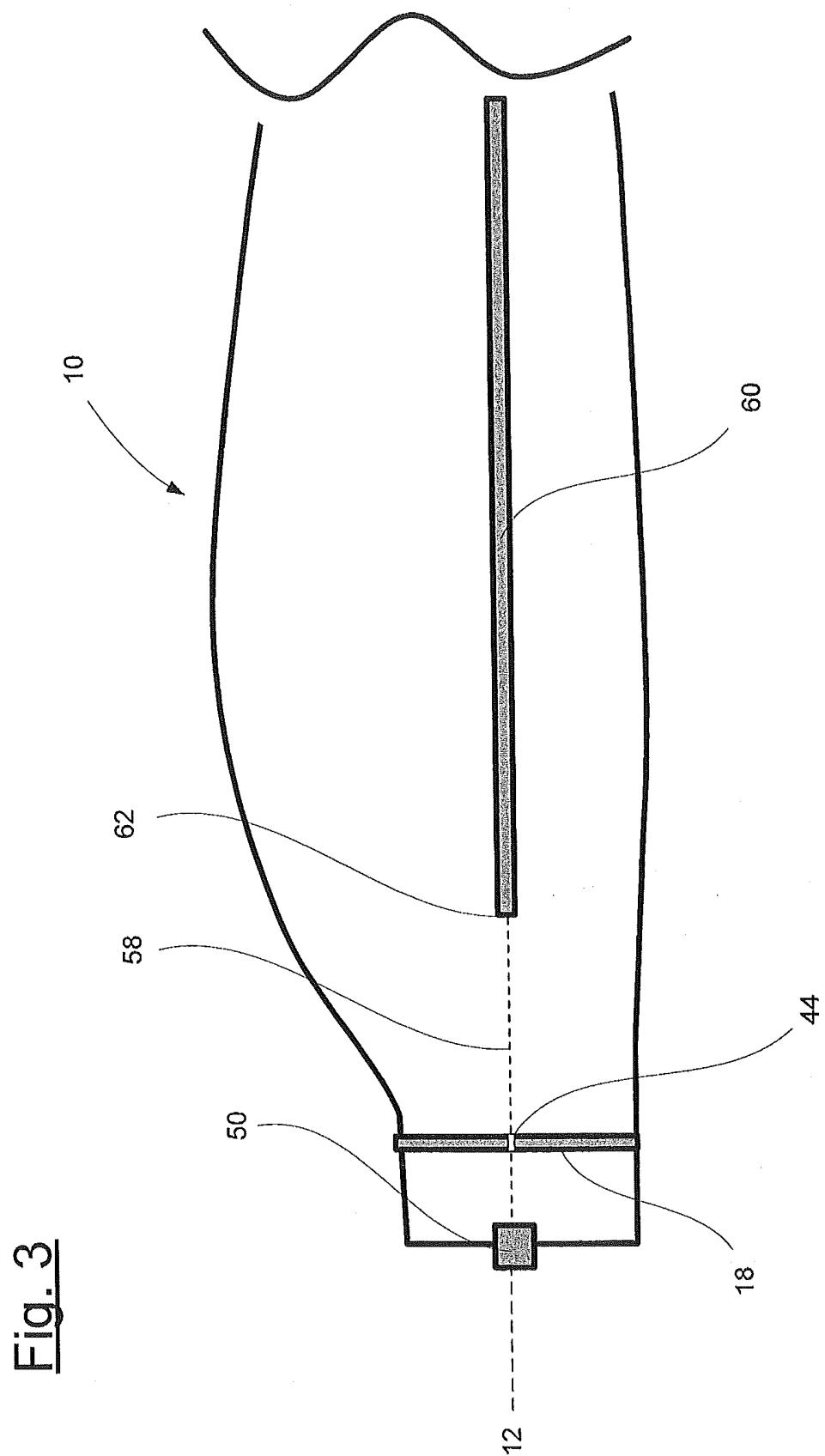


Fig. 3

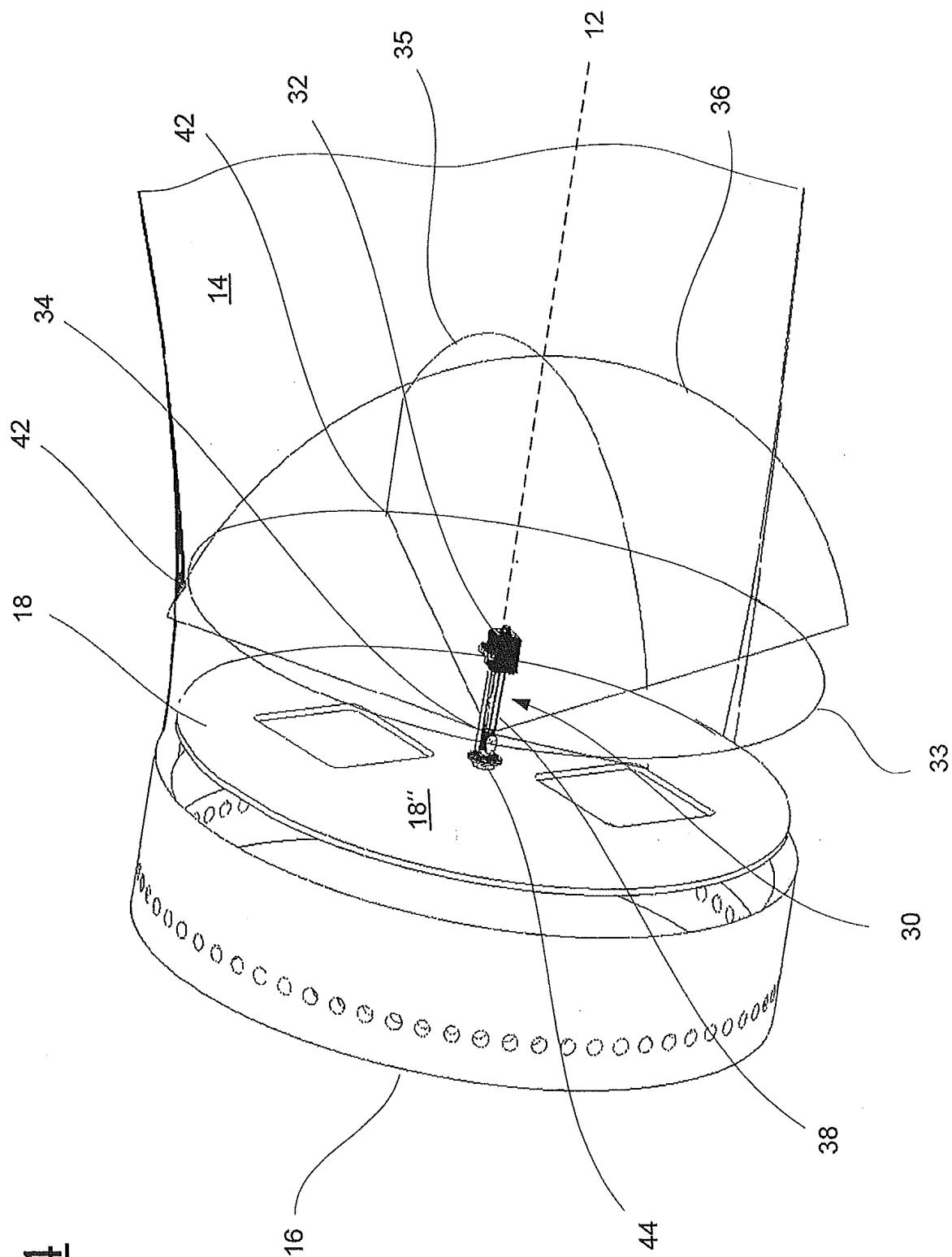


Fig. 4

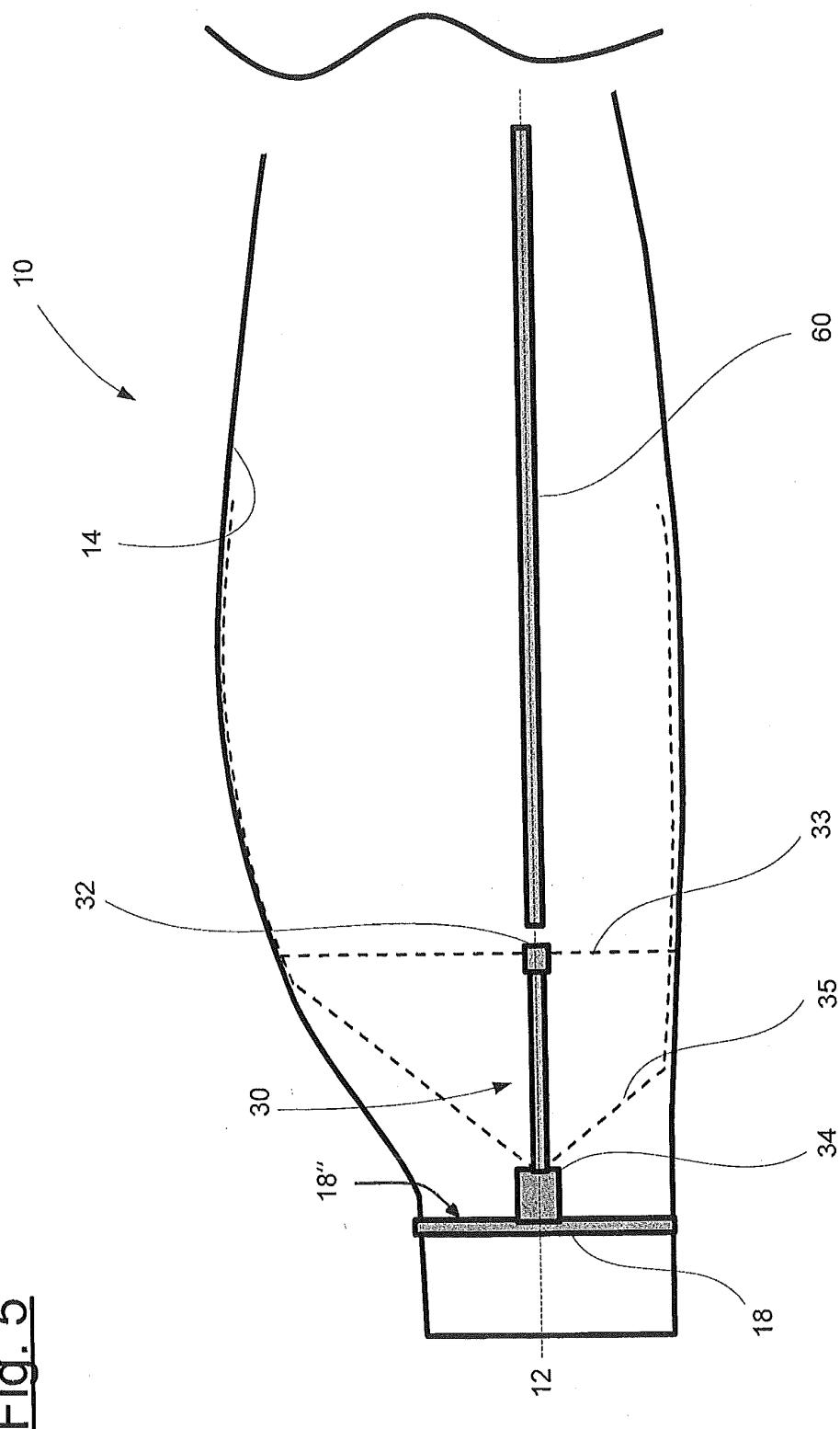


Fig. 5.

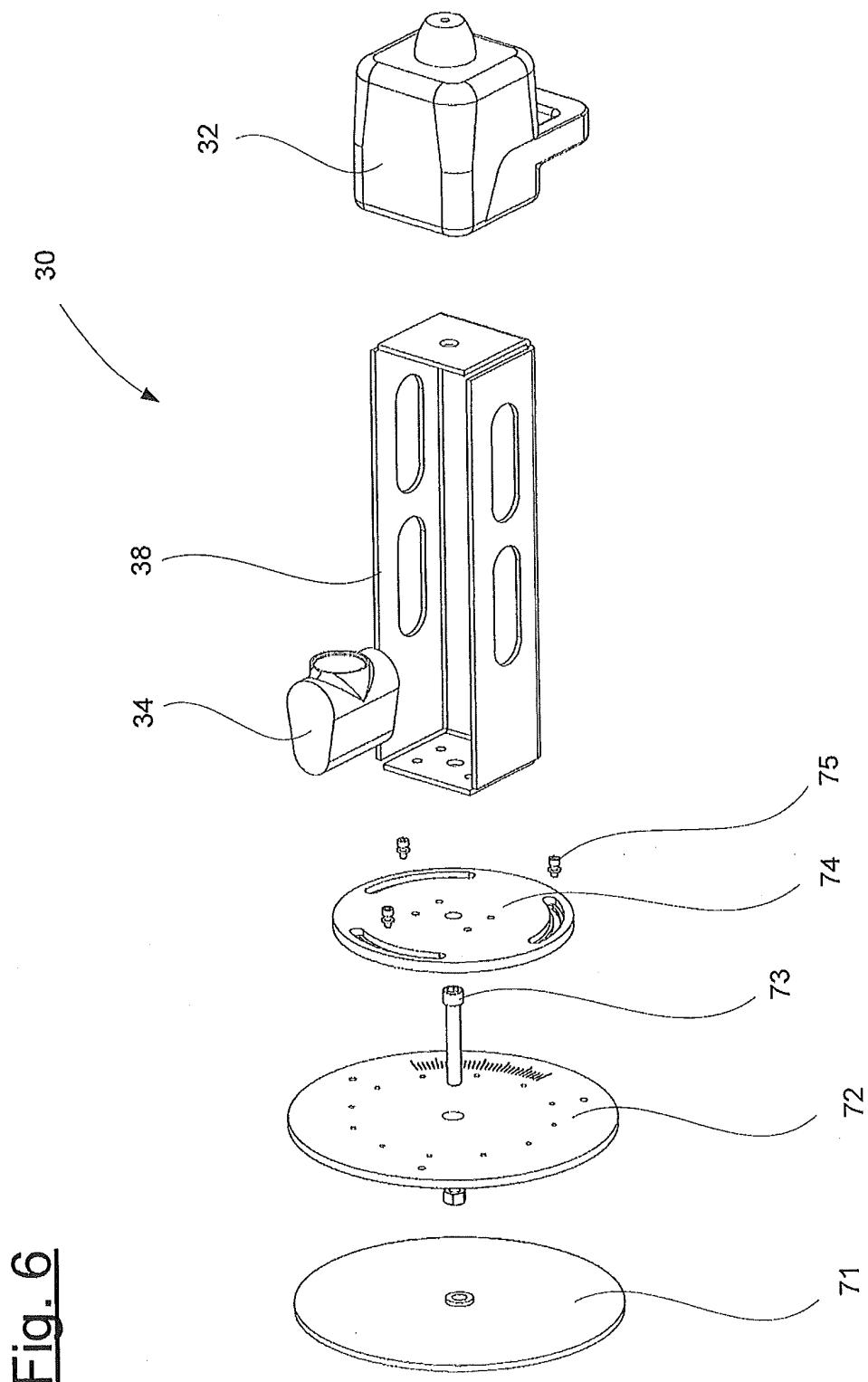


Fig. 6

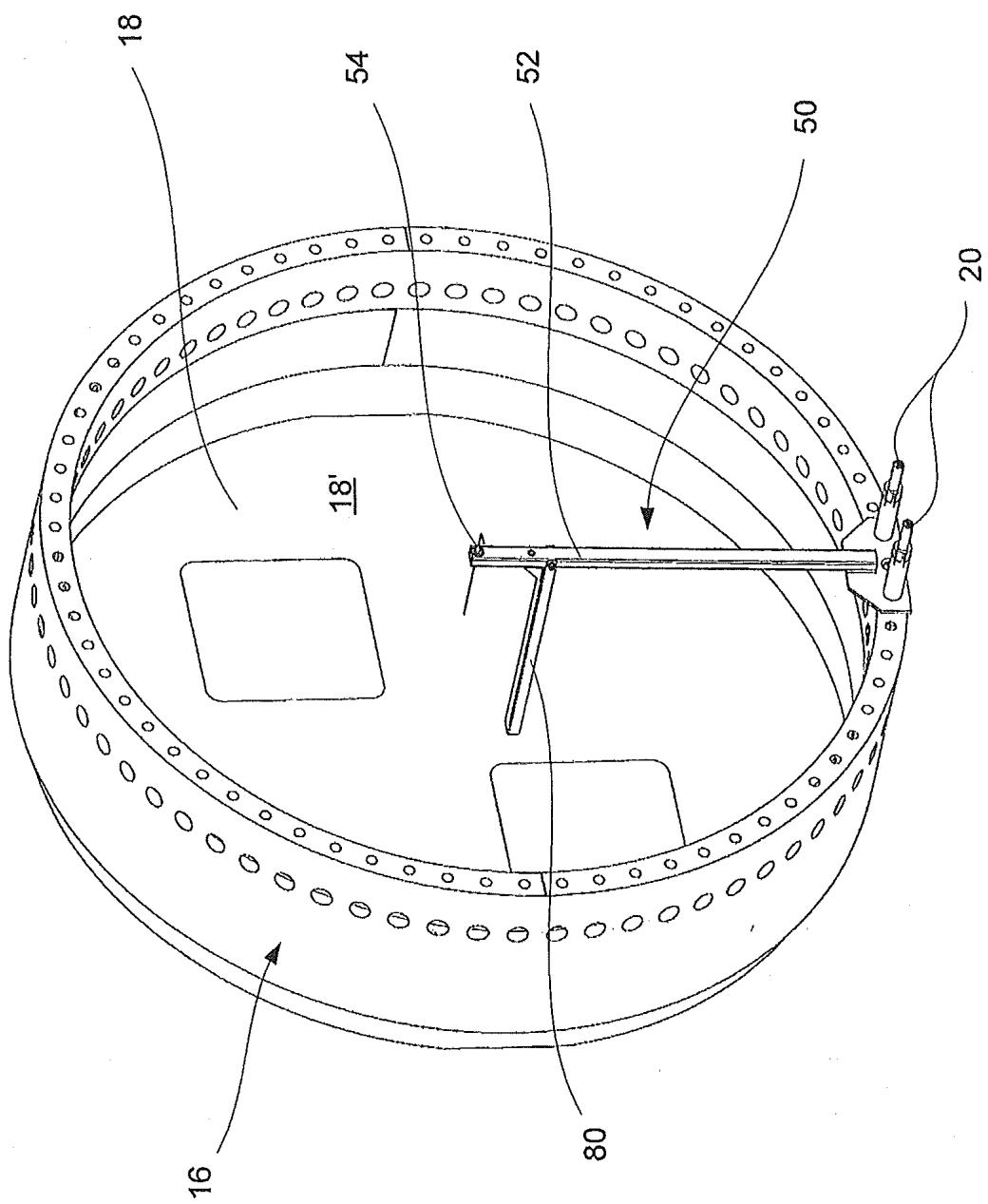


Fig. 7