

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 748**

51 Int. Cl.:

F03D 11/00 (2006.01)

G01L 1/24 (2006.01)

G02B 6/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2009 E 09772916 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2310674**

54 Título: **Sensor de fibra óptica incrustado para componentes de turbinas eólicas**

30 Prioridad:

03.07.2008 GB 0812258
03.07.2008 US 133909 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2013

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 44
8200 AARHUS N, DK

72 Inventor/es:

OLESEN, IB

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 405 748 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

Sensor de fibra óptica incrustado para componentes de turbinas eólicas

Antecedentes de la invención

5 La invención se refiere a un sensor de fibra óptica para su unión a un componente de turbina eólica, y en particular a un sensor de fibra óptica que tiene una pieza de montaje para facilitar la unión y el aislamiento del sensor de fibra óptica de la deformación.

10 Los componentes de turbina eólica están sujetos a deformación o alteración por un número de fuentes, tales como la acumulación de partículas como suciedad o hielo, su propio peso, y la fuerza ejercida por la propia turbina. En consecuencia, es importante que se monitorice la deformación sobre los componentes para garantizar que continúan siendo apropiados para su funcionamiento durante sus vidas de servicio previstas.

Una forma de medir la deformación sobre los componentes de turbina eólica implica el uso de sensores de red de Bragg de fibra (FBG), tales como los descritos en las solicitudes de patente GB2440953, GB2440954 y GB2440955.

15 Un sensor de FBG es una fibra óptica en la que se forma una red óptica. Típicamente, la propia red es una variación periódica en el índice de refracción de la fibra, ajustada para reflejar una longitud de onda o luz particular. La parte de la fibra óptica que tiene la red se une después a la región del componente de la turbina eólica en el que se va a medir la deformación. Se une de tal forma que cualquier deformación o alteración experimentada por el componente se transmite a la fibra y a la red. La deformación y alteración provocan que cambie el espacio de la red, y provocan un cambio detectable en la longitud de onda de luz reflejada de nuevo o transmitida por la red. Se conocen varias disposiciones para insertar luz en los sensores de FBG y para extraer y analizar la salida.

20 La fabricación de un sensor de FBG implica desenrollar una longitud de fibra óptica y seleccionar una posición en la que se va a formar la red. Se forma una abertura en el recubrimiento de la fibra, que puede ser de acrilato o poliimida, por ejemplo, en un procedimiento conocido como desforrado. A continuación, se crea la red óptica por técnicas de fotolitografía, tales como exposición a un patrón UV. Una vez que se ha formado la red, se puede estabilizar, y a continuación se cierra la abertura en el recubrimiento volviendo a aplicar y volviendo a curar el acrilato o poliimida según sea apropiado. Finalmente, se marca la posición de la FBG sobre la fibra como referencia. Este puede ser un procedimiento costoso.

30 También se conocen técnicas interferométricas para medir la deformación usando fibras ópticas, tales como las descritas en el artículo titulado "Fatigue strength of glass reinforced polyester (GRP) laminates with embedded optical fibres" de Alfredo Güemes y Jose M Menéndez, publicado en el Third ICIM/ECSSM '96 en Lyon, ISBN 0-8194-2165-0/96. Dichas técnicas no hacen uso de redes de Bragg de fibra, sino que en su lugar usan la interferencia de luz que viaja por diferentes trayectorias ópticas de la fibra óptica del sensor.

35 Se conocen varias técnicas para montar sensores de fibra óptica sobre componentes de turbina eólica, tales como la unión del cable de fibra óptica por medio de abrazaderas, o envolturas huecas, o situando el sensor dentro de un tubo capilar que se puede incrustar, tubo y todo, en un material compuesto. Cuando se une un sensor de fibra óptica, es importante que el sensor no se dañe por el medio de montaje, cuando se monta el cable o bien después durante la vida en funcionamiento del sensor. Sin embargo, para sensores de deformación, también es importante que el sensor sea lo suficientemente sensible a la deformación sobre el componente. En los documentos WO97/15805, WO03/076887, y US2003/0066356 se describen calibradores de deformación de fibra óptica conocidos.

40 Las fibras ópticas también se pueden usar para compensar condiciones ambientales, tales como temperatura, que pueden afectar a la medida del sensor principal. En un sensor de deformación, por ejemplo, los cambios sensibles a la temperatura en las características ópticas de una fibra óptica secundaria que está aislada de la deformación sobre el componente de turbina eólica se pueden usar para corregir para cambios sensibles a la temperatura similares en la fibra sensible a la deformación. Dichas fibras ópticas secundarias se deben montar firmemente al componente de turbina eólica, y se deben aislar adecuadamente de la deformación sobre el componente. El documento WO2005/071382 describe un sensor de fibra óptica de deformación conocido que tiene una función de compensación de la temperatura.

50 Se ha apreciado que existe una necesidad de obtener un procedimiento más robusto de producción y montaje de sensores de fibra óptica sobre los componentes de turbina eólica, y de garantizar que los sensores de deformación de fibra óptica estén montados para realizar medidas útiles de la deformación sobre el componente de turbina eólica.

Sumario de la invención

55 De acuerdo con la invención, en un primer aspecto, se proporciona un sensor de fibra óptica para un componente de turbina eólica, que comprende: una fibra óptica; una fuente de luz para alimentar luz en la fibra óptica; y un detector de luz para detectar la luz que ha viajado a lo largo de la fibra; un bloque de alojamiento para aislar el sensor de fibra óptica de la deformación sobre el componente de turbina eólica, el bloque de alojamiento comprende: una pieza de

alojamiento en la que se incrusta la fibra óptica a través de la que pasa la fibra óptica; y una pieza de montaje individual que tiene una superficie de montaje para montar el sensor sobre el componente de turbina eólica; en el que la pieza de alojamiento y la pieza de montaje están conectadas en una pieza de cuello, y el grosor de la pieza de montaje espacia la pieza de montaje lejos del componente de turbina eólica.

5 La separación de la pieza de montaje y la pieza de alojamiento por medio de la pieza de cuello quiere decir que la deformación ejercida sobre la pieza de montaje cuando se une al componente de la turbina eólica, por un cierre mecánico o bien un adhesivo no se transmite fácilmente a la pieza de alojamiento. La pieza de alojamiento a su vez proporciona protección para el sensor de fibra óptica incrustado dentro, frente a condiciones ambientales, golpes, y otros factores que pueden provocar daño. También proporciona un montaje seguro para la unión fácil del sensor al
10 componente de turbina.

Espaciando la pieza de alojamiento lejos del componente por medio de la pieza de montaje individual y la pieza de cuello, la pieza de alojamiento se aísla al menos parcialmente de la deformación o alteración sobre el componente, y puede funcionar como un sensor no tensional. Además, el espaciado de la pieza de alojamiento lejos del componente inmoviliza esencialmente la pieza de alojamiento y evita el movimiento relativo al componente. Dicho
15 movimiento daría como resultado choques y medidas de deformación falsas.

En una realización, la pieza de cuello es un área de solapamiento entre la pieza de alojamiento y la pieza de montaje que tiene un área pequeña en comparación con el área de superficie de la pieza de alojamiento. Esto reduce el área disponible para que se transmita deformación a la pieza de alojamiento desde la pieza de montaje.

En una realización alternativa, la pieza de cuello se extiende entre la pieza de alojamiento y la pieza de montaje. Esto espacia adicionalmente la pieza de alojamiento lejos del componente de turbina eólica, y permite que la pieza de cuello se refuerce para aislar adicionalmente la pieza de alojamiento de la deformación. En este caso, la pieza de
20 cuello puede estar provista de una sección transversal que es mucho más pequeña que la pieza de alojamiento y la pieza de montaje entre las que se extiende, y puede tener, por ejemplo, una forma tubular reforzada.

Preferentemente, la pieza de cuello se refuerza después de modo que cualquier deformación de la pieza de montaje se aisle adicionalmente de la pieza de alojamiento.
25

De forma ventajosa, la pieza de alojamiento se refuerza de modo que cuando se monta sobre un componente de turbina eólica giratorio no se ve afectada sustancialmente por la deformación que resulta de los efectos de la gravedad o de la energía cinética de la rotación. Esto incrementa el aislamiento del sensor y por lo tanto incrementa la precisión.

En otra realización, la pieza de alojamiento se sustancialmente más rígida que la pieza de montaje de modo que se reduce la transmisión de deformación entre las piezas. Esto quiere decir que cualquier deformación o alteración del
30 componente de turbina eólica se disipa en gran parte en la pieza de montaje más flexible.

De forma ventajosa, la fibra óptica está incrustada en la pieza de fibra de alojamiento en una disposición curvada, de modo que no es sustancialmente más sensible a la deformación en una dirección que en otra. Esto incrementa la
35 probabilidad de que el sensor no se vea afectado significativamente por cualquier deformación experimentada en la pieza de alojamiento incrementando por lo tanto la precisión del sensor.

La fibra óptica, por ejemplo, puede estar curvada en una trayectoria que sigue sustancialmente el arco de un círculo de más de $\frac{1}{2} \pi$ radianes. Esto garantiza que la deformación no se sienta preferencialmente en ninguna dirección.

Preferentemente, la pieza de alojamiento es más grande que la pieza de montaje. Esto quiere decir que la fibra óptica en la pieza de alojamiento está mejor protegida de la deformación sobre el componente, por la pieza de
40 montaje más pequeña y el brazo más pequeño, y permite que la fibra óptica se acomode más fácilmente.

En un aspecto, la pieza de montaje está situada completamente debajo de la pieza de alojamiento lo que permite que se preserve el espacio de montaje.

En un aspecto, la pieza de montaje está dispuesta para recibir un cierre mecánico por el que se puede unir la pieza de montaje a la superficie del componente de turbina eólica. Separando la localización en la que se conecta el cierre de la pieza de alojamiento en la que se monta la fibra, también se puede reducir el efecto de las tensiones de
45 montaje sobre la pieza de alojamiento.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán ahora los ejemplos de la invención, a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos, en los que:

50 La fig. 1 ilustra una turbina eólica conocida;

La fig. 2. ilustra un primer montaje de sensor de ejemplo, que no es parte de la invención;

La fig. 3. ilustra un segundo montaje de sensor de ejemplo, que no es parte de la invención;

La fig. 4. ilustra una vista lateral de una implementación de ejemplo de la invención;

La fig. 5. ilustra una vista superior de una implementación de ejemplo de la invención.

Descripción detallada

5 La figura 1 ilustra una turbina eólica 1, que comprende una torre de turbina eólica 2 sobre la que se monta una góndola de turbina eólica 3. Sobre un buje 6 se monta un rotor de turbina eólica 4 que comprende al menos una pala de turbina eólica 5. El buje 6 está conectado a la góndola 3 por medio de un árbol de baja velocidad (no mostrado) que se extiende desde la parte delantera de la góndola. La turbina eólica ilustrada en la figura 1 puede ser un modelo pequeño destinado a un uso doméstico o de utilidad ligera, o puede ser un modelo grande usado, tal como los que son adecuados para su uso en la generación de electricidad a gran escala en un parque eólico, por ejemplo. 10 En el último caso, el diámetro de las palas podría ser tan grande como de 100 metros o más. Se apreciará que el sensor descrito a continuación podría estar unido al interior o al exterior de cualquiera o de todos los componentes descritos.

15 La figura 2 muestra un primer sensor de ejemplo. Un cable de fibra óptica 10 que tiene un recubrimiento 11 se pasa a través de un bloque de alojamiento sólido 15 formado íntegramente. El bloque de alojamiento tiene una superficie 16 conformada para montarse sobre un componente de turbina eólica. Basándose en este punto de unión deseado, la superficie puede ser plana, o curva. Si se va a unir al componente por medio de adhesivo, la superficie también puede comprender pequeñas características tales como punteados o surcos para incrementar el área de superficie para que actúe el adhesivo. Se apreciará que el bloque de alojamiento puede ser relativamente grande en comparación con la dimensión de sección transversal de la fibra, en sección transversal, o al menos una dimensión lateral. La fuente de luz, el detector de luz y el sistema de circuitos de control no se muestran en la figura 2, pero serán parte de cualquier sensor operacional. El uso de adhesivo es ventajoso ya que evita introducir tensión de montaje en el sensor por la unión por medio de pernos. 20

25 El alojamiento se puede fabricar a partir de un material de polímero, tal como poliéster, éster vinílico, nailon, epoxi, o resina. También puede comprender y puede incluir adicionalmente fibras de refuerzo tales como vidrio o carbono. El bloque de alojamiento se puede fabricar de un material similar al componente de turbina sobre el que está montado. Donde se va a unir el bloque de alojamiento al componente por un medio distinto a un adhesivo, las piezas para recibir los pernos o tornillos pueden estar formadas dentro de la pieza.

30 La fibra puede comprender una red de Bragg de fibra 12 situada de modo que esté totalmente encerrada dentro del bloque de alojamiento 15 íntegro. Ya que el polímero o material de resina rodea y es contiguo a la región de la fibra en la que se forma la FBG, no es necesario durante la producción volver a recubrir la fibra después de la formación de la red. Por tanto, el recubrimiento 11 de la fibra puede permanecer expuesto en el lado de la FBG para proporcionar una ventana 13 en el recubrimiento.

35 Por tanto, un procedimiento de producción del sensor ilustrado en la figura 2 puede omitir la etapa de aplicar otro recubrimiento que se requiere típicamente para proteger la fibra y garantizar que funcione correctamente. Por lo tanto, un procedimiento para construir un sensor podría implicar: retirar el recubrimiento de una fibra óptica; fabricar una red de Bragg dentro de la fibra usando una técnica adecuada tal como fotolitografía; incrustar al menos una pieza del cable de fibra óptica en el bloque de alojamiento con la red de Bragg de fibra encerrada en el alojamiento; y montar el alojamiento sobre el componente de turbina eólica directamente.

40 De forma alternativa, el sensor puede omitir la red, y en funcionamiento se pueden usar técnicas alternativas tales como interferometría.

45 La fabricación del bloque de alojamiento íntegro y la incrustación de la fibra óptica puede ser por cualquier técnica adecuada, tal como por procedimientos de moldeo o extrusión. Un molde adecuado puede estar fabricado, por ejemplo, de materiales tales como fibra de vidrio o aluminio y estar dispuesto como dos mitades coincidentes, que definen la conformación del material de alojamiento, y con una salida para que el cable de fibra de vidrio se extienda desde el molde durante la producción del bloque de alojamiento. El procedimiento de moldeo podría hacer uso además de inducción a vacío o infusión para extraer el polímero o resina en el molde.

50 De forma alternativa, el procedimiento de moldeo puede implicar un sistema de bolsa de vacío en el que un lado del molde es flexible, y la resina o polímero se extrae en el molde por la acción del vacío. Tener un lado del molde como parte flexible permite que la fibra óptica se maneje más fácilmente y sin daños durante el procedimiento de moldeo, y permite que la parte dura del molde imparta una conformación de superficie bien definida al bloque de alojamiento.

En técnicas de extrusión se puede usar una boquilla para impartir la conformación en sección transversal deseada a la pieza de moldeo, ya que la resina y la fibra pasan a través de la boquilla.

Es importante que el bloque de alojamiento tenga características de expansión térmica similares al componente al que se une, de modo que no se deforme o se tuerza al cambiar la temperatura.

55 El ejemplo de la figura 2 es útil porque el bloque de alojamiento transmite la deformación sobre el componente,

experimentada sobre la superficie de montaje, al sensor de FBG. Sin embargo, en funcionamiento, el sensor puede ser aún más sensible a la región del componente situada directamente adyacente a la propia res, a saber, sobre una longitud de 20 a 30 mm.

5 Por lo tanto, la figura 3 muestra una configuración de bloque de alojamiento y sensor para detectar la deformación sobre una mayor parte de la superficie, tal como un área que tiene una dimensión de longitud de 100 a 200 mm, o más.

10 La disposición es similar a la de la figura 2, excepto porque el bloque de alojamiento 15 ahora tiene dos secciones finales o terminales 17 en cada extremo de su sección central. Las secciones terminales proporcionan la superficie de montaje 16 para conectar el bloque de alojamiento 15 a la superficie 18 del componente de turbina del que se está midiendo la deformación, pero son ligeramente mayores que la sección central del bloque de alojamiento 15 y proporcionan espacio libre o separación entre la sección central del bloque de alojamiento 15 y la superficie.

Por tanto, las superficies de montaje 16 espaciadas reciben la deformación en la superficie 18, en lugar de en el área bajo la FBG que, como antes, está situada en la pieza 15, y transmite esto a toda la longitud del cable de fibra óptica y la FBG.

15 Como la pieza intermedia del bloque de alojamiento no está en contacto directo con el componente de turbina eólica cuando se monta el sensor, se estirará uniformemente cuando la distancia entre las dos partes 17 de medida 17 cambia. Esto da una medida más fiable, en comparación con las medidas de tipo punto más tradicionales de los sensores conocidos.

20 Por lo tanto, el espaciado de las dos piezas finales o la sección es preferentemente de 30 mm o más, e incluso más ventajosamente en el intervalo de 100 mm a 200 mm. Dependiendo de la implementación, también son posibles sensores mayores de este intervalo, por ejemplo, 1 m o más. Los sensores que tienen la sección central 15 fina y las secciones terminales 17 mayores se fabrican preferentemente como un componente íntegro, pero también se pueden fabricar en secciones y unirse entre sí con un adhesivo adecuado.

25 Se apreciará que las secciones finales pueden ser de cualquier conformación siempre que proporcionen un hueco entre la sección del alojamiento que contiene la FBG y la superficie. Puesto que un sensor de cable de fibra individual también puede comprender una pluralidad de redes, puede ser apropiado proporcionar una pluralidad de secciones de conexión 17, en una configuración espaciada semeñando una o más patas no sólo en el extremo del alojamiento para separar las piezas respectivas del alojamiento que contienen las FBG respectivas de la superficie 18.

30 Puede existir la necesidad de unir al componente de turbina eólica un sensor de FBG que esté aislado de la deformación sobre el componente. Dichos sensores se pueden usar como sensor de referencia para permitir que se tengan en cuenta factores ambientales, como la temperatura, cuando se usa un sensor de medida de deformación asociado. Dichos sensores también permiten que se compensen efectos de movimiento y gravedad.

35 Las figuras 4 y 5 ilustran una implementación de la invención de ejemplo para montar un sensor de este tipo sobre un componente de turbina eólica. Preferentemente, se monta cerca del sensor de medida de la deformación de modo que esté sometido a las mismas condiciones ambientales. El sensor de FBG se forma en el bloque de alojamiento 15 de la misma forma que se explica anteriormente para la figura 2. En este ejemplo, la fibra en el sensor de alojamiento puede estar curvada en el bloque de alojamiento de modo que no se extienda sustancialmente más en una dirección que en otra, como resultado no es susceptible a la deformación en cualquier dirección particular. Una trayectoria curvada adecuada para la fibra óptica es seguir sustancialmente el arco de un círculo de $\frac{1}{2} \pi$ radianes o más, ya que esto garantiza que la fibra no sea susceptible a la tensión en ninguna dirección preferente, como sería el caso si la fibra fuera recta. También son posibles múltiplos de $\frac{1}{2} \pi$ radianes lo que permite que la trayectoria curvada de la fibra óptica se extienda en una trayectoria sustancialmente circular lo más cerca posible a 2π radianes como sea posible. También se pueden usar trayectorias adecuadas además de las trayectorias circulares.

45 El alojamiento de la pieza de fibra 15 se une a continuación al componente 18 por una pieza de montaje 19 separada. Preferentemente, la pieza de montaje 19 y la pieza de alojamiento 15 están conectadas únicamente por un brazo o pieza de cuello 20 fino, de modo que el bloque de alojamiento 15 esté provisto de un hueco o espacio libre del componente de turbina al que está unido. Se apreciará que es preferente sólo una única pieza de montaje 19, ya que sería probable que dos acoplaran deformación sobre la superficie en el bloque de alojamiento.

50 Cualquier deformación del montaje de la pieza de montaje sobre la superficie 18, por el perno 21 por ejemplo, o de la propia superficie, se aísla adicionalmente del bloque de alojamiento 15 por el brazo o pieza de cuello 20 estrecho. El brazo o pieza de cuello se puede disponer en el borde de la pieza de fibra de alojamiento y la pieza de montaje como se muestra en la figura, de modo que las dos piezas sólo se solapen en una región de área reducida. De otro modo, la pieza de montaje puede estar dispuesta debajo de la pieza de alojamiento y simplemente ser lo suficientemente pequeña para desacoplar la tensión sobre el componente de la mayor pieza de alojamiento. La pieza de cuello podría extenderse a lo largo de la longitud de tanto la pieza de montaje como de alojamiento o podría ser de una conformación de cuello de botella más estrecha.

El cuello también puede ser un componente separado que se extiende entre la pieza de montaje y la pieza de alojamiento. Preferentemente, la pieza de cuello se refuerza de modo que cualquier deformación de la pieza de montaje se aisle sustancialmente de la pieza de alojamiento.

5 La pieza de montaje 19 y el bloque de alojamiento 15 pueden estar dispuestos como una única pieza uniforme, íntegra, o pueden estar dispuestas como dos componentes separados y aseguradas con adhesivo. Preferentemente, la pieza de alojamiento se fabrica rígida de modo que sea más resistente a la deformación y aisle mejor el cable de fibra óptica en el interior. Por ejemplo, si el sensor se va a montar sobre un componente de turbina eólica giratorio, es preferente que la pieza de alojamiento esté reforzada de modo que no se vea sustancialmente afectada por la deformación que resulta de los efectos de la gravedad o de la energía cinética de la rotación. Puede ser apropiado además fabricar la pieza de montaje menos rígida que el bloque de alojamiento 15, e incluso el componente de 10 turbina de modo que el bloque de montaje sea relativamente flexible (en comparación con el bloque de alojamiento) y el bloque de alojamiento 15 que contiene el sensor esté mejor aislado 5.

15 Sin embargo, en todos los casos, la rigidez de las piezas separadas debe ser suficiente de modo que el bloque de alojamiento no se pueda mover con relación al componente de turbina eólica sobre el que está montado. Por supuesto, dicho movimiento daría como resultado una deformación sobre el bloque de alojamiento y, por lo tanto, una disminución en la precisión del sensor.

20 Se puede usar un cuello o brazo estrecho en la implementación de ejemplo de la figura 2, en la que se usan pernos para asegurar las conexiones terminales al componente de turbina, para aislar además el sensor de la tensión de montaje. Además, el tamaño de la pieza de montaje se puede fabricar pequeño en comparación con el bloque de alojamiento de fibra, para reducir el área de unión al componente y aislar adicionalmente la pieza de fibra de alojamiento de la tensión y la deformación.

La invención se ha descrito con referencia a implementaciones de ejemplo, meramente en aras de la ilustración. La invención no está limitada por estas, ya que al experto en la técnica se le podrían ocurrir muchas modificaciones y variaciones. La invención se ha de entender a partir de las reivindicaciones que siguen.

25

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de fibra óptica para un componente de turbina eólica (18), que comprende: una fibra óptica (10);
una fuente de luz para alimentar luz en la fibra óptica; y un detector de luz para detectar luz que haya viajado a lo largo de la fibra; un bloque de alojamiento (15) para aislar el sensor de fibra óptica de la deformación sobre el componente de turbina eólica, comprendiendo el bloque de alojamiento:
una pieza de alojamiento (15) en la que se incrusta la fibra óptica y a través de la cual pasa la fibra óptica; y
una pieza de montaje (19) individual que tiene una superficie de montaje para montar el sensor sobre el componente de turbina eólica;
en el que la pieza de alojamiento y la pieza de montaje están conectadas en una pieza de cuello (20), y el grosor de la pieza de montaje espacia la pieza de alojamiento lejos del componente de turbina eólica.
2. El sensor de la reivindicación 1, en el que la pieza de cuello (20) está en un área de solapamiento entre la pieza de alojamiento (15) y la pieza de montaje (19) que tiene un área pequeña en comparación con el área de superficie de la pieza de alojamiento.
3. El sensor de la reivindicación 1, en el que la pieza de cuello (20) se extiende entre la pieza de alojamiento (15) y la pieza de montaje (19).
4. El sensor de la reivindicación 3, en el que la pieza de cuello (20) está reforzada de modo que cualquier deformación de la pieza de montaje (19) esté sustancialmente aislada de la pieza de alojamiento.
5. El sensor de cualquier reivindicación anterior, en el que la pieza de alojamiento (15) está reforzada de modo que cuando se monta sobre un componente de turbina eólica giratorio no se vea afectada sustancialmente por la deformación que resulta de los efectos de la gravedad o de la energía cinética de la rotación.
6. El sensor de cualquier reivindicación anterior, en el que la pieza de alojamiento (15) es sustancialmente más rígida que la pieza de montaje (19) de modo que se reduce la transmisión de la deformación entre las piezas.
7. El sensor de cualquier reivindicación anterior, en el que la fibra óptica (10) está incrustada en la pieza de fibra de alojamiento (15) en una disposición curvada, de modo que no es sustancialmente más sensible a la deformación en una dirección que en otra.
8. El sensor de la reivindicación 7, en el que la fibra óptica (10) está curvada en una trayectoria que sigue sustancialmente el arco de un círculo de más de $\frac{1}{2} \pi$ radianes.
9. El sensor de la reivindicación 1 o 2, en el que la pieza de alojamiento (15) es mayor que la pieza de montaje (19).
10. El sensor de cualquier reivindicación anterior, en el que la pieza de montaje (19) está situada totalmente debajo de la pieza de alojamiento (15).
11. El sensor de cualquier reivindicación anterior, en el que la pieza de montaje (19) está dispuesta para recibir un cierre mecánico (21) por el que se puede unir la pieza de montaje a la superficie del componente de turbina eólica (18).
12. Un componente de turbina eólica que tiene el sensor de cualquier reivindicación anterior.
13. Una turbina eólica que tiene el componente de turbina eólica de la reivindicación 12.

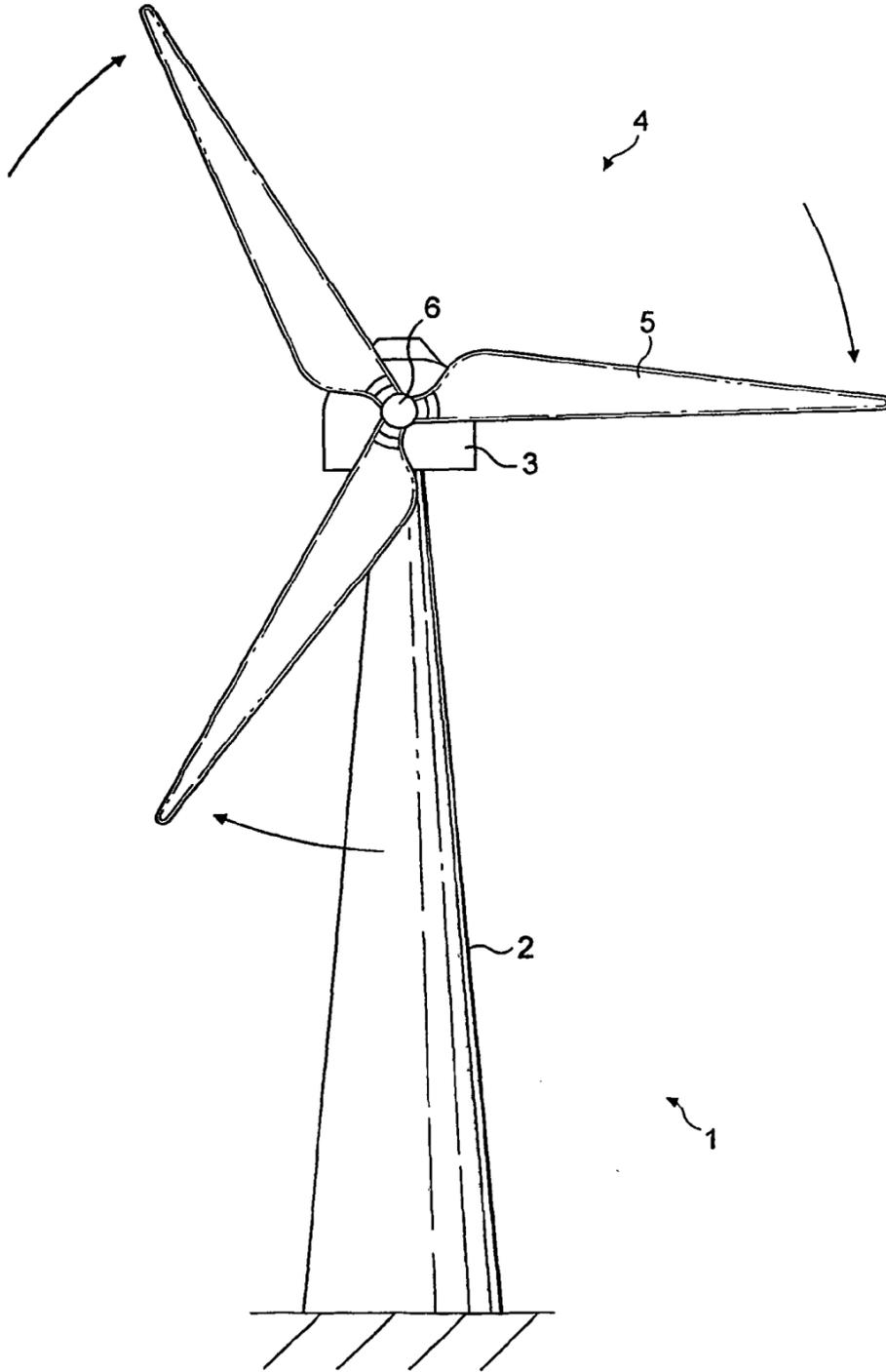
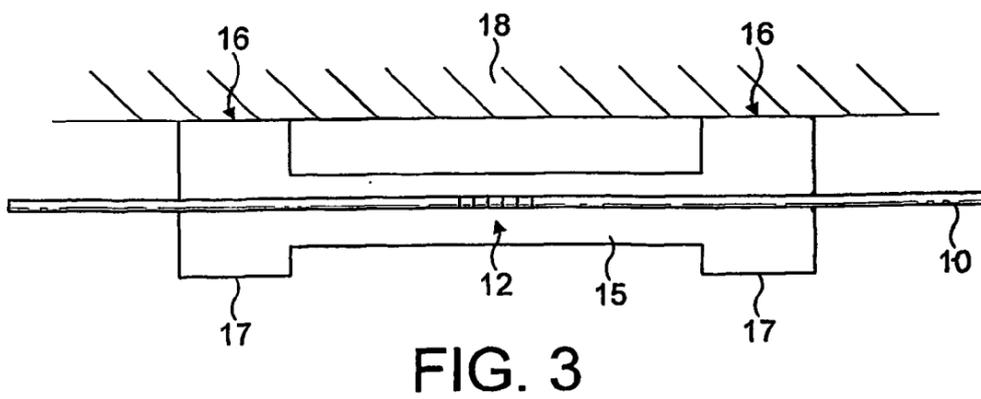
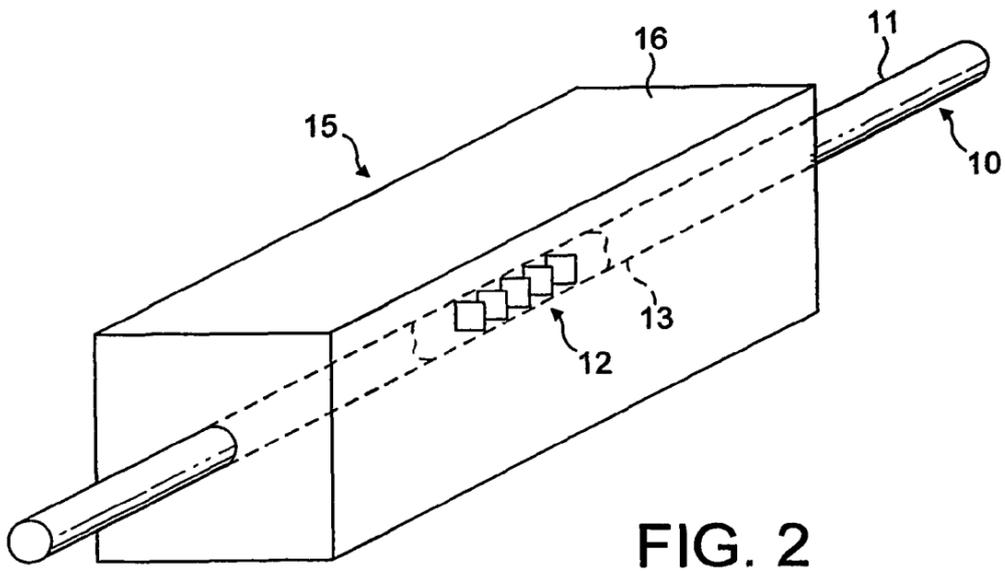


FIG. 1



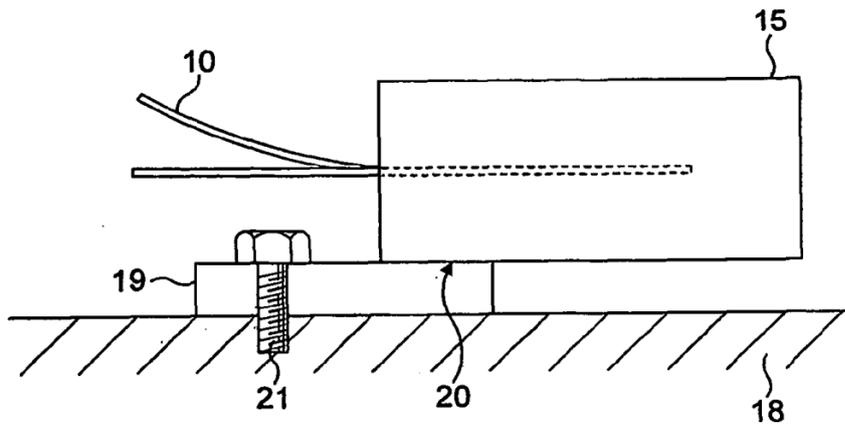


FIG. 4

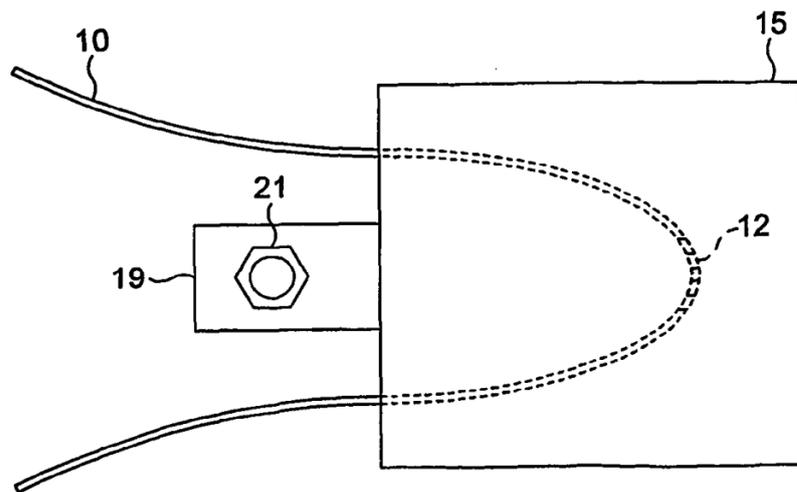


FIG. 5