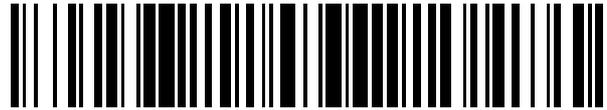


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 480 948**

51 Int. Cl.:

G01L 1/00 (2006.01)

G01D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2008 E 08845485 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2210075**

54 Título: **Agrupación de sensores**

30 Prioridad:

02.11.2007 GB 0721617

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

29.07.2014

73 Titular/es:

**MOOG INSENSYS LIMITED (100.0%)
Ocean House, Whittle Avenue
Fareham, Hampshire PO15 5SX , GB**

72 Inventor/es:

**VOLANTHEN, MARK y
ANGUS, ROBERT, ALLAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 480 948 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

Agrupación de sensores

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una agrupación de sensores para supervisión estructural, en particular la supervisión estructural de álabes de turbina eólica y, en particular, a la supervisión estructural de álabes de turbina eólica usando sensores de deformación ópticos de fibra.

Antecedentes de la invención

10 Por lo general, los álabes para turbinas eólicas se construyen de plásticos reforzados con vidrio (GRP, *glass-reinforced plastic*) sobre una sub-estructura, que puede formarse de madera, fibra de vidrio, fibra de carbono, espuma u otros materiales. También se usa fibra de grafito en resina epoxídica. La resina plástica puede inyectarse en un molde que contiene la sub-estructura para formar la superficie exterior del álabe. El álabe también puede construirse como una serie de capas de material de fibra y resina. En algunos casos, el material de fibra se impregna previamente con resina.

15 Un álabe de turbina eólica típica puede tener una longitud de entre 20 y 60 metros o más. Debido a que el interior del álabe es generalmente hueco, se proporciona un "piso" en el interior del álabe próximo al extremo de contacto con el buje del álabe. El piso de álabe es un mamparo aproximadamente de 0,5 metros a 2,5 metros en el interior del álabe que evita que el personal de servicio caiga al interior de un álabe mientras que se está trabajando en el buje.

20 Se conoce, por ejemplo a partir del documento US 4.297.076, la provisión de los álabes de una turbina eólica con galgas extensométricas y el ajuste del paso de porciones de los álabes en respuesta al momento de flexión sobre los álabes medido por las galgas extensométricas. Se conocen sensores de deformación de fibra óptica y el documento WO 2004/056017 divulga un método de interrogación de múltiples sensores de deformación de red de Bragg de fibra a lo largo de una única fibra. En el sistema del documento WO 2004/056017, se definen redes de Bragg en la fibra óptica en unas ubicaciones separadas a lo largo de la fibra óptica. Cuando la fibra óptica se somete a deformación, cambia la separación relativa de los planos de cada red de Bragg y, por lo tanto, cambia la longitud de onda óptica resonante de la red. Mediante la determinación de la longitud de onda resonante de cada red, puede obtenerse una medición de deformación para la ubicación de cada red a lo largo de la fibra. También se conocen sensores de deformación ópticos que funcionan de acuerdo con el principio de retrodispersión, los cuales no requieren redes discretas a lo largo de la fibra.

30 Por un lado, las fibras ópticas son componentes delicados que requieren una alineación muy precisa para funcionar correctamente y pueden dañarse con facilidad durante la instalación y el mantenimiento. Los álabes de turbina eólica, por otro lado, son unas estructuras muy grandes construidas para su estabilidad estructural en entornos potencialmente adversos. La presente invención, por lo menos en sus realizaciones preferidas, busca ayudar en la alineación correcta de las fibras ópticas sobre la estructura de un álabe de turbina eólica.

35 Sumario de la invención

40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica que tiene una dirección longitudinal y una dirección transversal. La agrupación comprende una pluralidad de paneles de soporte de sensores separados en la dirección longitudinal y que tienen una anchura en la dirección transversal. La agrupación comprende además por lo menos un miembro de conexión que se extiende en la dirección longitudinal y que tiene una anchura en la dirección transversal, el miembro o miembros de conexión interconectando de forma mecánica los paneles de soporte de sensores, y una fibra óptica soportada por los paneles de soporte de sensores y el miembro de conexión. La fibra óptica se extiende con el miembro de conexión entre los paneles de soporte de sensores y forma una curva sobre el panel de soporte de sensores. La curva incluye por lo menos una porción de la fibra óptica que se extiende en la dirección transversal. La anchura del miembro de conexión es sustancialmente menor que la anchura de los paneles de soporte de sensores, mediante lo cual el miembro de conexión es capaz de flexión en la dirección transversal.

50 Esta disposición tiene la ventaja de que el miembro de conexión puede flexionarse para tensar cualquier holgura durante la instalación de la agrupación de sensores de deformación de fibra óptica en un álabe de turbina eólica, por ejemplo. Por lo tanto, los miembros de conexión de la agrupación de sensores pueden hacerse de forma intencionada más largos que la distancia entre los paneles de soporte de sensores instalados, de tal modo que la flexión de los miembros de conexión da cabida a las tolerancias de fabricación del álabe de turbina. Además, la agrupación de sensores de acuerdo con la invención puede ajustarse en el álabe de turbina incluso si el álabe tiene una forma cónica, debido a que la flexión de los miembros de conexión da cabida a cualquier distorsión debido a la

forma cónica, en lugar de cilíndrica, del álabe.

5 En realizaciones de la invención, la porción de la fibra óptica que se extiende en la dirección transversal incluye un sensor de deformación de fibra óptica. De esta forma, a la agrupación de sensores de deformación puede dársele forma de un lazo para encajar en el interior de un álabe de turbina eólica de una sección transversal sustancialmente circular (de tal modo que la dirección longitudinal de la agrupación de sensores es la dirección circunferencial de la superficie de álabe de turbina) con los sensores de deformación de fibra óptica sustancialmente en paralelo con la longitud del álabe de turbina. El sensor de deformación de fibra óptica puede ser una red de Bragg u otro sensor de deformación adecuado.

10 En realizaciones de la invención, la anchura del panel de soporte de sensores es mas grande que 5 veces, preferiblemente mas grande que 10 veces, más preferiblemente mas grande que 25 veces y, posiblemente, mas grande que 40 veces, la anchura del miembro de conexión. En la determinación de esta relación, debería usarse la anchura promedio del panel de soporte de sensores o el miembro de conexión calculada a lo largo de la totalidad de su extensión en la dirección longitudinal. La anchura significativamente más grande de los paneles de soporte de sensores proporciona suficiente espacio para que la fibra óptica forme la curva sin retorcimiento y también
15 proporciona espacio para su variación en la extensión transversal de la curva. Variar la extensión transversal de la curva cuando la fibra óptica se aplica al panel de soporte de sensores permite que cualquier holgura en la fibra óptica entre los paneles de soporte se tense mediante la extensión de la curva.

20 La longitud de los miembros de conexión puede ser mas grande que 10 veces, preferiblemente mas grande que 50 veces, más preferiblemente mas grande que 250 veces y, posiblemente, mas grande que 400 veces, la anchura del miembro de conexión. En la determinación de esta relación, debería usarse la anchura promedio del miembro de conexión calculada a lo largo de la totalidad de su extensión en la dirección longitudinal. Una gran longitud en comparación con su anchura imparte, en general, una alta flexibilidad al miembro de conexión.

25 El panel de soporte de sensores puede ser más delgado en la dirección normal con respecto a las direcciones tanto transversal como longitudinal que el miembro de conexión. Hacer el panel de soporte de sensores delgado ayuda a ubicar la fibra óptica tan cerca como sea posible de una superficie a la que está unido el panel de soporte de sensores, tal como la superficie de un álabe de turbina. De forma similar, un miembro de conexión mas grueso puede tener suficiente estabilidad estructural incluso a pesar de que su anchura es mucho menor que la de los paneles de soporte de sensores.

30 La agrupación de sensores puede comprender un dispositivo de compensación de temperatura. Por lo general, el dispositivo de compensación de temperatura comprende un sensor de deformación que está desacoplado mecánicamente con respecto a la agrupación de sensores, mediante lo cual la dilatación del sensor de deformación solo se debe a la dilatación térmica. El dispositivo de compensación de temperatura puede ubicarse en cualquier ubicación adecuada sobre la agrupación de sensores. Por ejemplo, el dispositivo de compensación de temperatura puede ubicarse sobre un panel de soporte de sensores o sobre el miembro de conexión. En una realización preferida, por lo menos un panel de soporte de sensores comprende un dispositivo de compensación de
35 temperatura.

40 El dispositivo de compensación de temperatura puede adoptar la forma de un alojamiento que rodea la fibra óptica y fijado a la fibra óptica en cada extremo del alojamiento, en el que la longitud de la fibra óptica en el interior del alojamiento es mas grande que la distancia entre los extremos del alojamiento. El alojamiento puede formarse a partir de una base y una cubierta, mediante lo cual la fibra óptica puede ubicarse en el interior del alojamiento durante la fabricación mediante la colocación de la fibra óptica sobre la base y la unión de la cubierta. Esta configuración prevé una ubicación simple de la fibra óptica en el interior del dispositivo de compensación de temperatura. En general, la porción de la fibra óptica en el interior del alojamiento puede comprender un sensor de deformación de fibra óptica.

45 El panel o paneles de soporte de sensores y / o el miembro de conexión pueden formarse de capas de fibra de vidrio o fibra de carbono con la fibra óptica intercalada entre las capas. Formar la agrupación de sensores a partir de fibra de vidrio es ventajoso por que, por lo general, los álabes de turbina eólica se construyen de fibra de vidrio o fibra de carbono, de tal modo que el material de la agrupación de sensores es compatible con el material de álabe.

Breve descripción de los dibujos

50 A continuación se describirán realizaciones de la invención solo a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica de acuerdo con una realización de la invención;

la figura 2 muestra el detalle de un panel de soporte de sensores de la realización de la figura 1;

la figura 3 ilustra la estructura de capas de la realización de la figura 1;

la figura 4a ilustra el detalle de la conexión entre el miembro de conexión de la figura 1 y el panel de soporte de sensores;

5 la figura 4b es una vista en sección transversal a lo largo de la línea A - A de la figura 4a;

la figura 5 muestra la caja de conexión de la realización de la figura 1;

la figura 6 muestra la colocación de la agrupación de sensores de la figura 1 en el interior de un álabe de turbina eólica; y

la figura 7 ilustra la flexión de los miembros de conexión de la agrupación de la figura 1.

10 Descripción detallada de realizaciones

La figura 1 muestra una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica 1 de acuerdo con una realización de la invención. La agrupación comprende cuatro paneles de soporte de sensores 2a - 2d conectados mediante tres miembros de conexión 3a - 3c. Una fibra óptica sin camisa de 250 micras 4 discurre a partir de una porción terminal 5 de la agrupación hasta el primer panel de soporte de sensores 2a, en el que esta forma una primera curva (o lazo) 6a sobre el primer panel de soporte de sensores 2a. La fibra óptica 4 continúa desde el primer panel de soporte de sensores 2a a lo largo del primer miembro de conexión 3a hasta el segundo panel de soporte de sensores 2b, en el que la fibra óptica 4 forma una segunda curva 6b sobre el segundo panel de soporte de sensores 2b. De forma similar, la fibra óptica 4 continúa desde el segundo panel de soporte de sensores 2b a lo largo del segundo miembro de conexión 3b hasta el tercer panel de soporte de sensores 2c, en el que la fibra óptica 4 forma una tercera curva 6c sobre el tercer panel de soporte de sensores 2c. Por último, la fibra óptica 4 continúa desde el tercer panel de soporte de sensores 2c a lo largo del tercer miembro de conexión 3c hasta el cuarto panel de soporte de sensores 2d, en el que la fibra óptica 4 forma una cuarta curva 6d sobre el cuarto panel de soporte de sensores 2d.

La cuarta curva 6d permite que la fibra óptica retorne en bucle sobre sí misma de tal modo que la fibra óptica 4 continúa desde el cuarto panel de soporte de sensores 2d a lo largo del tercer miembro de conexión 3c hasta el tercer panel de soporte de sensores 2c, en el que la fibra óptica 4 forma una quinta curva 6e sobre el tercer panel de soporte de sensores 2c. La fibra óptica 4 continúa desde el tercer panel de soporte de sensores 2c a lo largo del segundo miembro de conexión 3b, a través del segundo panel de soporte de sensores 2b a lo largo del primer miembro de conexión 3a hasta el primer panel de soporte de sensores 2a, en el que la fibra óptica 4 forma una sexta curva 6f sobre el primer panel de soporte de sensores 2a. Por último, la fibra óptica 4 se extiende a partir del primer panel de soporte de sensores 2a a lo largo de la porción terminal 5.

La figura 2 muestra los detalles del primer panel de soporte de sensores 2a. Los otros paneles de soporte de sensores 2b - 2d están configurados de forma correspondiente. El primer panel de soporte de sensores 2a comprende la primera curva 6a y la sexta curva 6f de la fibra óptica 4. Como parte de la primera curva 6a, la fibra óptica 4 comprende un sensor de deformación 7 en la forma de una red de Bragg de fibra, que se encuentra en una porción de la fibra óptica 4 que está dispuesta en la dirección transversal de la agrupación, es decir, perpendicular con respecto a la dirección de los miembros de conexión 3a - 3c. Se proporciona una marca de retículo 8 sobre el panel de soporte de sensores 2a para marcar la ubicación de la red 7. Se proporcionan unas marcas adicionales 9 que están alineadas con los ejes del retículo 8 sobre el panel de soporte de sensores 2a para ayudar con la ubicación precisa del panel de soporte de sensores 2a sobre el álabe de turbina eólica.

Como parte de la sexta curva 6f, la fibra óptica 4 comprende un sensor de temperatura 10 en la forma de una red de Bragg de fibra, que se encuentra en un alojamiento 11. El alojamiento 11 define un conducto para la fibra que tiene una pared recta 12 y una pared curvada 13. En la región del sensor de temperatura 10, la fibra óptica 4 se dispone entre las paredes 12, 13 en un arco que sigue, si bien está separado de, la pared curvada 13. El alojamiento 11 tiene una tapa que cierra la superficie superior del conducto una vez que la fibra óptica 4 se ha ubicado en el interior del conducto. La porción de la fibra óptica 4 en el interior del conducto es libre de dilatarse o contraerse térmicamente con los cambios en la temperatura debido a que esta está mecánicamente aislada con respecto al panel de soporte de sensores 2a mediante el alojamiento 11.

La figura 3 ilustra la estructura de capas del segundo panel de soporte de sensores 2b de la agrupación de sensores al mostrar el segundo panel de soporte de sensores 2b y la estructura de capas correspondiente por debajo. Los otros paneles de soporte de sensores 2a, 2c, 2d y el resto de los miembros de conexión 3a - 3c se construyen de forma correspondiente. La capa de base 14 de cada panel de soporte de sensores 2a - 2d es una capa de preimpregnado (fibra de vidrio previamente impregnada con resina epoxídica) de entre 100 g y 500 g forrada con

5 una capa despegable de entre 50 g y 150 g. La capa despegable se dispone en la parte más exterior. Por encima de la capa de base 14, se encuentran unas primeras capas 15 de paño de fibra de vidrio unidireccional de 800 g a 2400 g. Las primeras capas 15 están superpuestas a los bordes de la capa de base 14 y están separadas en la dirección longitudinal. Las primeras capas 15 forman la capa de base de los miembros de conexión. Tal como se muestra en la figura 3a y 3b, las fibras de los extremos de las primeras capas 15 están ensanchadas hacia fuera de tal modo que su espesor se reduce con el fin de formar una transición suave hasta el espesor de la capa de base 14.

10 Con las primeras capas 15 en su lugar, el alojamiento 11 (sin la tapa) se encuentra sobre la capa de base 14 para aquellos paneles de soporte de sensores 2a y 2c que incorporan un sensor de temperatura. La fibra óptica 4 se coloca sobre las primeras capas 15 y la capa de base 14 (y el alojamiento 11) en la configuración requerida. La superficie del material de preimpregnado es relativamente pegajosa y puede usarse para retener la fibra óptica 4 en su lugar sobre las capas 14, 15. Con la fibra óptica 4 en su lugar, la tapa del alojamiento 11 se encaja y se sella en su lugar con cinta adhesiva y los extremos del conducto se sellan con resina epoxídica de endurecimiento rápido para mantener la fibra óptica 4 y el sensor de temperatura 10 en su lugar. El sensor de deformación 7 se cubre con una tira pequeña de paño de fibra de vidrio unidireccional (que no se muestra) para una protección adicional. Una capa de cubierta 16 de preimpregnado de 100 g a 500 g se aplica por encima de la curva de la fibra óptica 4 (y el alojamiento 11). Por encima de la capa de cubierta 16, se encuentra una segunda capa 17 de paño de fibra de vidrio unidireccional de 800 g a 2400 g. La segunda capa 16 es continua a lo largo de la totalidad de la extensión longitudinal de la agrupación de sensores 1 y, por lo tanto, proporciona integridad mecánica a la estructura. Una capa protectora 18 de capa despegable de 30 g a 90 g cubre la superficie exterior del panel de soporte de sensores 2a - 2d. Con las capas montadas, la resina epoxídica en las fibras de vidrio y el preimpregnado se cura con calor para formar la estructura final.

A partir de lo anterior puede verse que, en la región de los paneles de soporte de sensores 2a - 2d, la fibra óptica 4 está intercalada entre por lo menos la capa de base 14 y la capa de cubierta 16. En la región de los miembros de conexión 3a - 3d, la fibra óptica 4 está intercalada entre por lo menos la primera capa 15 y la segunda capa 17.

25 En la realización que se muestra, la separación entre paneles de soporte de sensores 2a - 2d subsiguientes es de aproximadamente 1,8 m. Los paneles de soporte de sensores 2a - 2d tienen una longitud en la dirección longitudinal de 14 cm y una anchura en la dirección transversal de 19 cm. Los miembros de conexión 3a - 3c tienen una anchura en la dirección transversal de aproximadamente 4 mm.

30 Tal como se muestra en la figura 5, la porción terminal 5 de la agrupación de sensores 1 se extiende al interior de una caja de conexión 19. En la región de la porción terminal 5, la fibra se encuentra en la forma de una fibra con camisa de 900 micras para salir de la agrupación. El material de las primeras y segundas capas, 15, 17 se extiende al interior de la caja de conexión 19 en la que este se sujeta y, por lo tanto, proporciona una conexión mecánica robusta entre la caja de conexión 19 y la agrupación de sensores 1. En el interior de la caja de conexión 19, a la fibra óptica 4 se le da forma de un arrollamiento para un alivio de tensiones y sale de la caja de conexión 19 por medio de un casquillo para paso de cables 20. La fibra óptica de salida proporciona la conexión con el instrumento que suministra impulsos ópticos a la fibra óptica 4 y evalúa la luz reflejada a partir de las redes 7, 8 tal como se describe en el documento WO 2004/056017, por ejemplo.

40 La figura 6 muestra la agrupación de sensores 1 en su lugar en un álabe de turbina eólica 21 típica. La vista en la figura 6 es una sección transversal de la base del álabe de turbina 21 que se ve desde el buje de la turbina eólica hacia la punta del álabe de turbina 21. La dirección de desplazamiento del álabe de turbina se indica mediante la flecha grande y el lado de succión del perfil aerodinámico de álabe se indica mediante la letra grande S y el lado de presión del perfil aerodinámico de álabe se indica mediante la letra grande P. El álabe de turbina 21 se construye como una cubierta superficial 22 montada alrededor de una viga tubular estructural 23. La agrupación de sensores se monta en la superficie interna de la cubierta 22 para formar un anillo circunferencial. Los paneles de soporte de sensores 2a - 2d se alinean en sus posiciones respectivas y, a continuación, se afianzan en su lugar con paño de fibra de vidrio y resina epoxídica. Se aplica una resina rica en sílice a los miembros de conexión 3a - 3c para adherir los mismos a la superficie de álabe interior. Como alternativa, los paneles de soporte de sensores pueden embeberse en la cubierta 22.

50 Tal como se muestra en la figura 6, el primer panel de soporte de sensores 2a y el sensor de deformación 7 y el sensor de temperatura 10 asociados se encuentran sobre el lado de presión del álabe de turbina 21. El tercer panel de soporte de sensores 2c y el sensor de deformación 7 y el sensor de temperatura 10 asociados se encuentran sobre el lado de succión del álabe de turbina 21. Por lo tanto, las mediciones de deformación diferencial a partir de este par de sensores pueden usarse para determinar los momentos de flexión sobre el álabe de turbina 21 debido a fuerzas normales con respecto al plano de rotación del álabe de turbina.

55 El segundo panel de soporte de sensores 2b y el sensor de deformación 7 asociado se encuentran sobre el borde de entrada del álabe de turbina 21. El cuarto panel de soporte de sensores 2c y el sensor de deformación 7 asociado se encuentran sobre el borde de salida del álabe de turbina 21. Por lo tanto, las mediciones de deformación diferencial a partir de este par de sensores pueden usarse para determinar los momentos de flexión sobre el álabe de turbina

21 debido a fuerzas en el plano de rotación del álabe de turbina.

5 Los sensores se encuentran fuera de los ejes del álabe de turbina 21 para evitar que los sensores 7 se encuentren sobre la costura de las dos mitades de álabe y de tal modo que los sensores están alineados con la dirección de desplazamiento del álabe 21 en la posición operativa típica del álabe, es decir, con de 10 a 20 grados de rotación, para una máxima precisión y una mínima diafonía.

La caja de conexión 19 se monta en la superficie interior del álabe de turbina 21. El álabe de turbina 21 incluye un conductor de rayos 24 y se verá que la agrupación de sensores 1 está dispuesta de tal modo que la agrupación 1 no cruza el conductor de rayos 24.

10 Con la agrupación de sensores 1 en su lugar, la separación circunferencial entre los paneles de soporte de sensores 2a - 2d es menor que los 1,8 m nominales. No obstante, la flexibilidad de los miembros de conexión 3a - 3c permite que estos se flexionen, tal como se indica en la figura 7, con el fin de que los paneles de soporte de sensores 2a - 2d se encuentren en las posiciones correctas. De esta forma, puede darse cabida a las tolerancias de fabricación mientras que se mantiene la precisión de las ubicaciones de sensor. Además, los miembros de conexión 3a - 3c son capaces de rodar alrededor de sus ejes longitudinales (y sobre su lado) para proporcionar una flexibilidad adicional en la dirección transversal.

15 A pesar de que la invención se ha descrito en relación con una agrupación de sensores en la que la totalidad de los paneles de soporte de sensores se extienden a partir del mismo lado de los miembros de conexión, esto no es necesario. Por ejemplo, paneles de soporte de sensores sucesivos pueden extenderse a partir de los lados alternos de los miembros de conexión. Además, a pesar de que los sensores de deformación en la realización que se describe discurren en sentido transversal con respecto a la dirección longitudinal de los miembros de conexión, es posible que los sensores de deformación se dispongan en paralelo con respecto a la dirección longitudinal de los miembros de conexión. Además, no es necesario que los paneles de soporte de sensores y los miembros de conexión se dispongan en ángulos rectos, y son posibles otros ángulos.

25 En resumen, una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica comprende varios paneles de soporte de sensores separados en su dirección longitudinal y por lo menos un miembro de conexión que se extiende en la dirección longitudinal, el cual interconecta de forma mecánica los paneles de soporte de sensores. Una fibra óptica está soportada por los paneles de soporte de sensores y el miembro de conexión. La fibra óptica se extiende con el miembro de conexión entre los paneles de soporte de sensores y forma una curva sobre el panel de soporte de sensores, incluyendo la curva por lo menos una porción de la fibra óptica que se extiende en la dirección transversal.

30 La anchura del miembro de conexión es sustancialmente menor que la anchura de los paneles de soporte de sensores, de tal modo que el miembro de conexión es capaz de flexión en la dirección transversal. Esto tiene la ventaja de que el miembro de conexión puede flexionarse para tensar cualquier holgura durante la instalación de la agrupación de sensores de deformación de fibra óptica en un álabe de turbina eólica y puede ajustarse en el álabe de turbina incluso si el álabe tiene una forma cónica.

35

REIVINDICACIONES

1. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica que tiene una dirección longitudinal y una dirección transversal, comprendiendo la agrupación:

5 una pluralidad de paneles de soporte de sensores separados en la dirección longitudinal y que tienen una anchura en la dirección transversal;

por lo menos un miembro de conexión que se extiende en la dirección longitudinal y que tiene una anchura en la dirección transversal, el o cada miembro o miembros de conexión interconectando de forma mecánica los paneles de soporte de sensores;

una fibra óptica soportada por los paneles de soporte de sensores y el o cada miembro de conexión,

10 en la que la fibra óptica se extiende con el o cada miembro de conexión entre los paneles de soporte de sensores y forma una curva sobre el panel de soporte de sensores, incluyendo la curva por lo menos una porción de la fibra óptica que se extiende en la dirección transversal; y

15 la anchura del o cada miembro de conexión es sustancialmente menor que la anchura de los paneles de soporte de sensores, mediante lo cual el o cada miembro de conexión es capaz de flexión en la dirección transversal, y caracterizada porque;

la anchura del panel de soporte de sensores es mas grande que 5 veces la anchura del o cada miembro de conexión.

20 2. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica tal como se reivindica en la reivindicación 1, en la que la porción de la fibra óptica que se extiende en la dirección transversal incluye un sensor de deformación de fibra óptica.

3. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica tal como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en la que el panel de soporte de sensores es más delgado en la dirección normal con respecto a las direcciones tanto transversal como longitudinal que el o cada miembro de conexión.

25 4. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica tal como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en la que por lo menos un panel de soporte de sensores comprende un dispositivo de compensación de temperatura en la forma de un alojamiento que rodea la fibra óptica y fijado a la fibra óptica en cada extremo del alojamiento, en la que la longitud de la fibra óptica en el interior del alojamiento es mas grande que la distancia entre los extremos del alojamiento.

30 5. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica tal como se reivindica en la reivindicación 4, en la que el alojamiento está formado a partir de una base y una cubierta, mediante lo cual la fibra óptica puede ubicarse en el interior del alojamiento durante la fabricación mediante la colocación de la fibra óptica sobre la base y la unión de la cubierta.

6. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica tal como se reivindica en la reivindicación 4 o 5, en la que la porción de la fibra óptica en el interior del alojamiento comprende un sensor de deformación de fibra óptica.

35 7. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica tal como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en la que el panel o paneles de soporte de sensores y / o el o cada miembro de conexión está formado de capas de fibra de vidrio con la fibra óptica intercalada entre las capas.

40 8. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la anchura del panel de soporte de sensores es mas grande que 10 veces la anchura del o cada miembro de conexión.

9. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 8, en la que la anchura del panel de soporte de sensores es mas grande que 25 veces la anchura del o cada miembro de conexión.

45 10. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la longitud del o cada miembro de conexión es mas grande que 10 veces la anchura del o cada miembro de conexión.

11. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 10, en la que la

anchura del panel de soporte de sensores es mas grande que 50 veces la anchura del o cada miembro de conexión.

12. Una agrupación de sensores de deformación de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 11, en la que la anchura del panel de soporte de sensores es mas grande que 250 veces la anchura del o cada miembro de conexión.

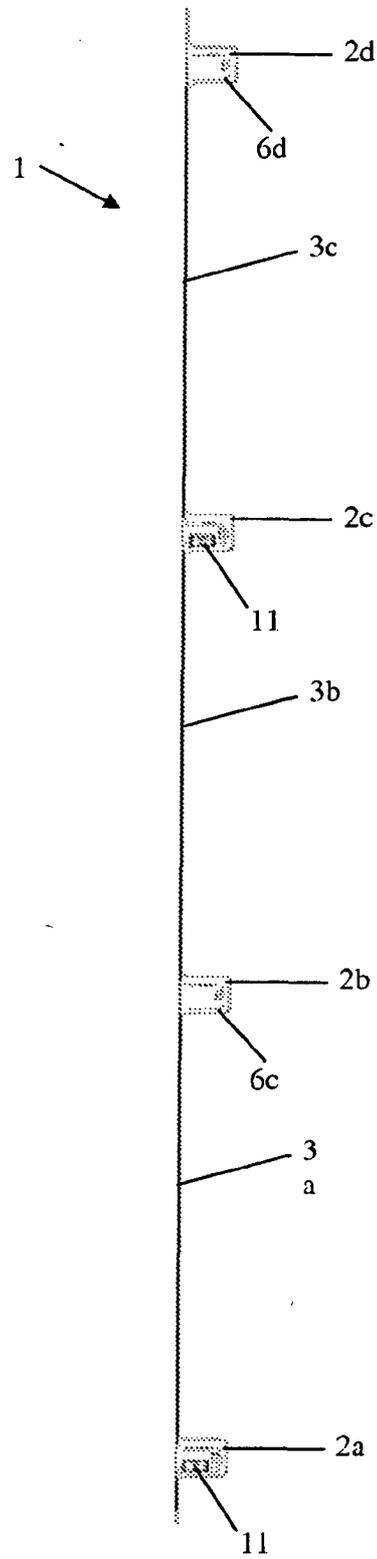


FIG. 1

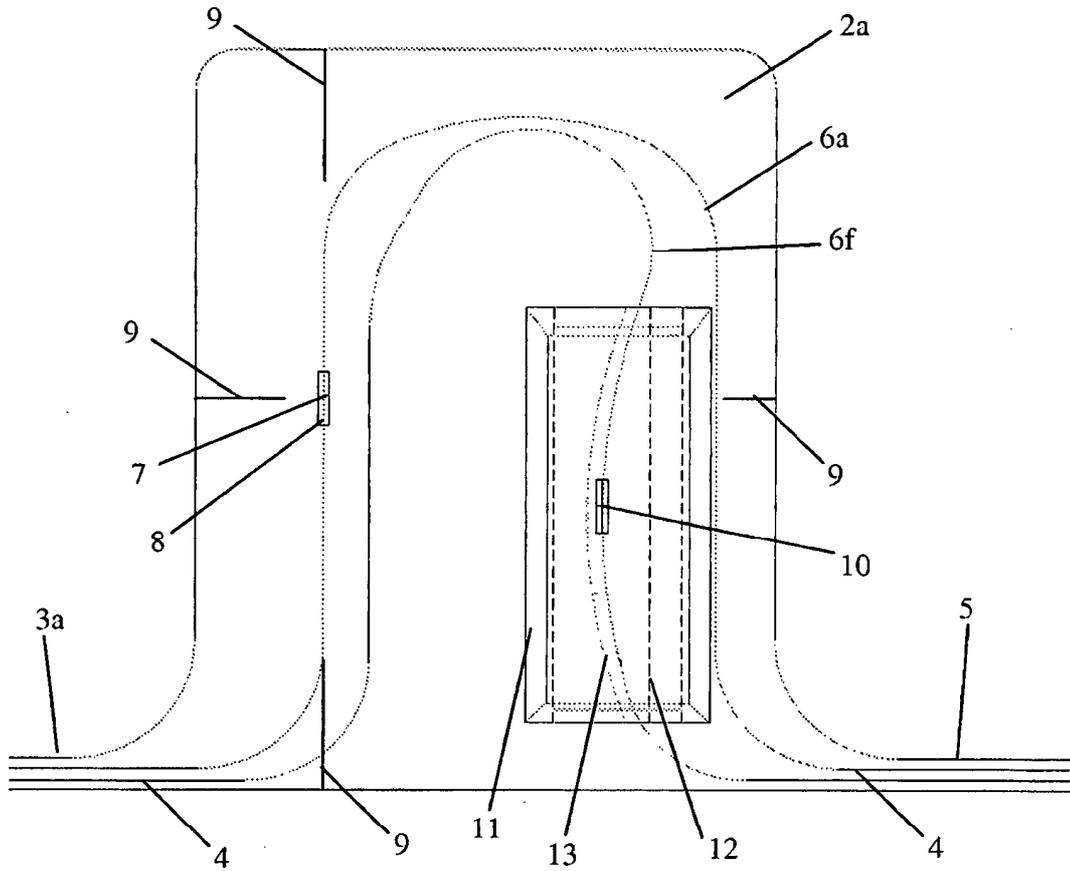


FIG. 2

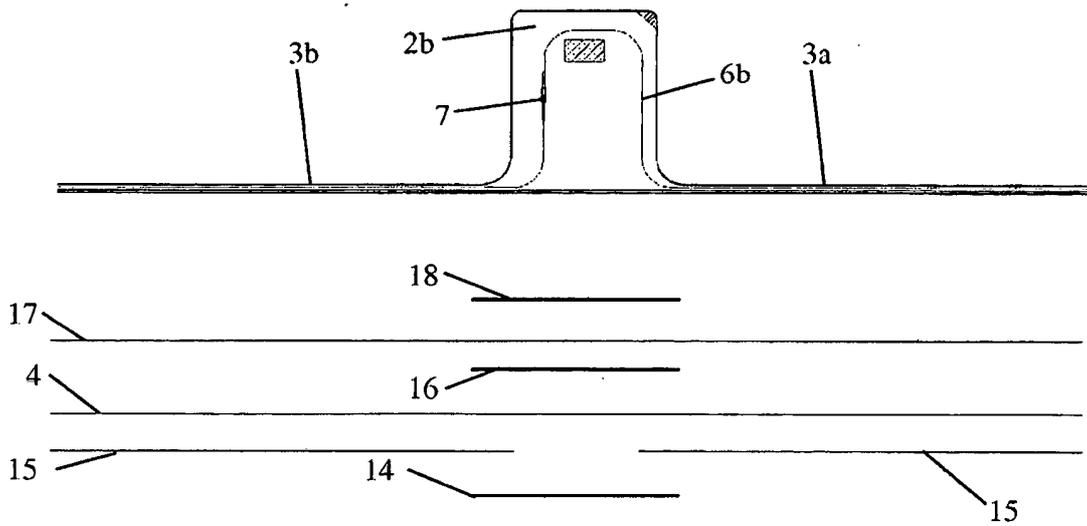


FIG. 3

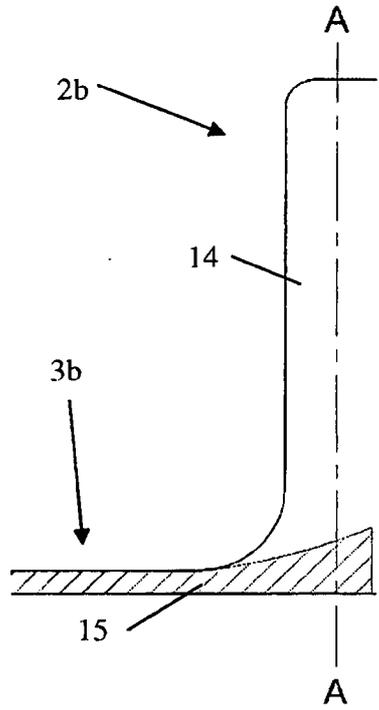


FIG. 4A



FIG. 4B

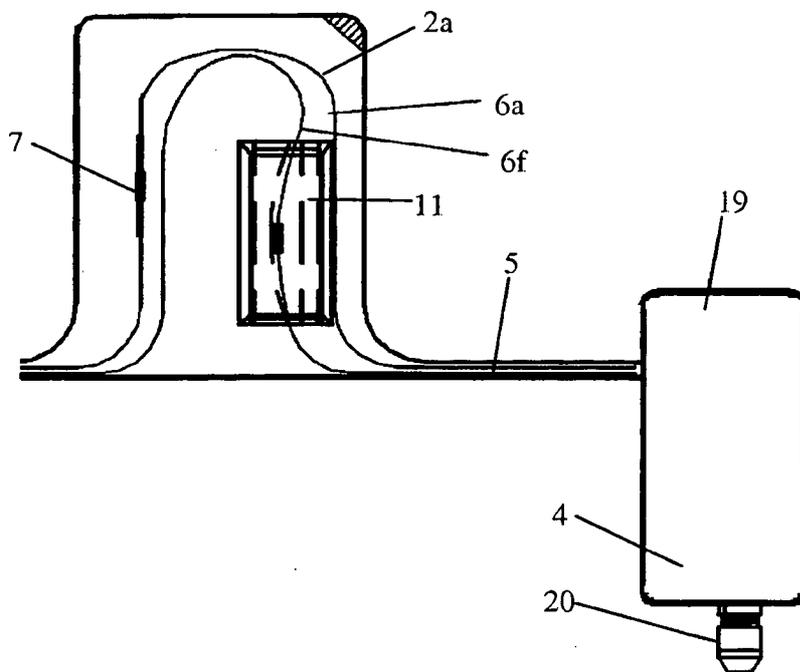


FIG. 5

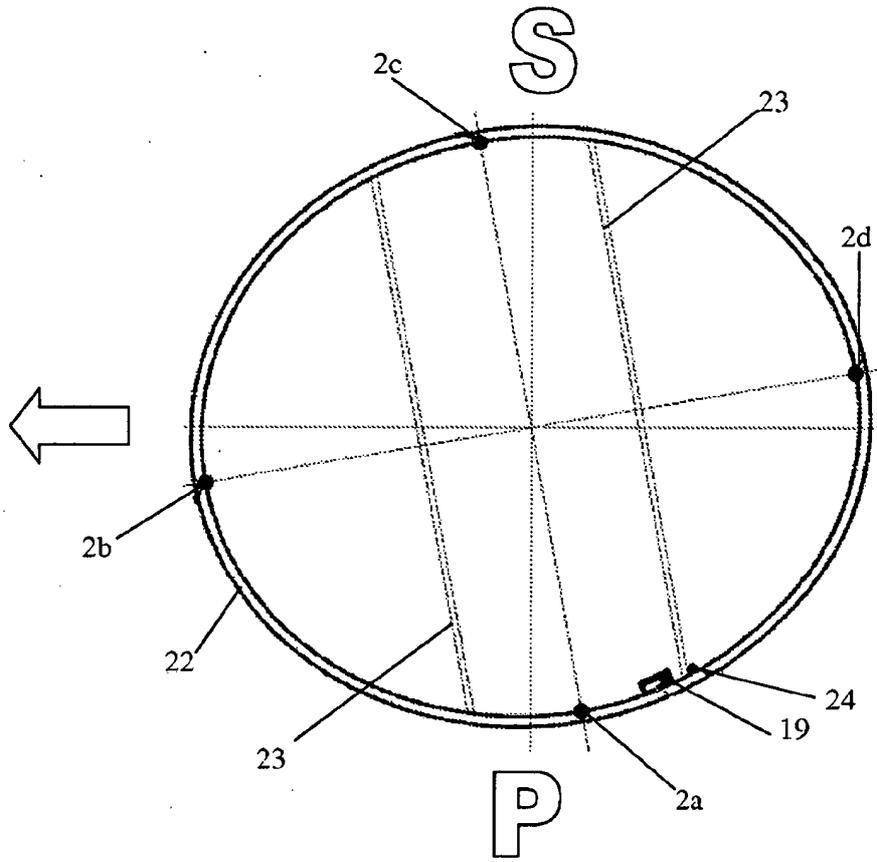


FIG. 6

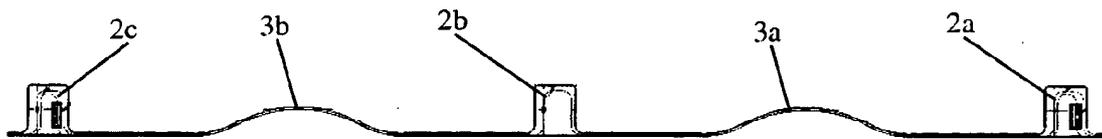


FIG. 7