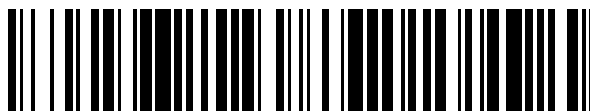


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 339**

51 Int. Cl.:
G01B 11/16 (2006.01)
G01K 11/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07802813 .1**
96 Fecha de presentación: **23.08.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2059765**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.05.2009**

54 Título: **DISPOSITIVO ÓPTICO PARA LA MONITORIZACIÓN DE UN ÁRBOL GIRATORIO CON UN EJE ORIENTADO.**

30 Prioridad:
06.09.2006 DE 102006041865

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.02.2012

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
**BOSELDMANN, Thomas y
WILLSCH, Michael**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 373 339 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

Dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio con un eje orientado

La presente invención hace referencia a un dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio con un eje orientado.

5 La medición de temperaturas y deformaciones de las piezas giratorias, como por ejemplo, en árboles de accionamiento y en árboles de generadores, resulta cada vez más importante dado que debido a los requerimientos cada vez más elevados en relación con el rendimiento, dichas piezas se accionan hasta alcanzar los límites de carga. Para ello se utilizan generalmente sensores de temperatura eléctricos convencionales, como por ejemplo, elementos termoelectricos, y sensores eléctricos de deformación, como por ejemplo, sensores piezoeléctricos.
 10 Además, en primer lugar las señales del sensor se deben acondicionar al árbol. Esto se realiza convencionalmente con amplificadores de medición especiales. Mediante una radiotransmisión o una transmisión IR, las señales de medición acondicionadas de esta manera, son transmitidas por el árbol a una unidad emisora/receptora dispuesta de manera fija en relación con el árbol. Por lo tanto, en cada caso se debe proporcionar energía auxiliar al árbol, para poder accionar los componentes electrónicos dispuestos en dicho lugar. Por ejemplo, esto se puede realizar
 15 mediante una batería o también mediante un transmisor inductivo. En síntesis, de esta manera se genera un consumo de energía elevado. Dado que se pueden presentar fuerzas centrífugas elevadas en el caso de que los ejes roten rápidamente, los componentes electrónicos correspondientes se deben adaptar a dichas condiciones extremas. Generalmente, los componentes electrónicos se obturan.

20 En lugar de los sensores eléctricos, se conoce el empleo de sensores ópticos basado en los conductores de fibra óptica, como por ejemplo, sensores FBG (FBG: fibras ópticas con redes de Bragg) para esta clase de mediciones en piezas que rotan rápidamente. Además, resultan particularmente dificultosos el acoplamiento o bien, el desacoplamiento entre una unidad emisora/receptora óptica dispuesta de manera fija, y el árbol giratorio. Por consiguiente, resultan particularmente apropiados, por ejemplo, los transmisores ópticos dispuestos axialmente en una superficie frontal del árbol giratorio, que mediante dos colimadores transmiten señales luminosas entre una
 25 unidad emisora/receptora dispuesta de manera fija en relación con el árbol, y un conductor de fibra óptica dispuesto sobre el árbol giratorio. Además, ambos colimadores se encuentran dispuestos en una carcasa en común, que está conformada por una pieza que rota solidariamente y una pieza que puede rotar independientemente. Sin embargo, esta clase de transmisores ópticos no resultan apropiados para la medición en árboles en los que no se puede acceder a su superficie frontal.

30 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio que resulta resistente y que se puede emplear en general a lo largo del árbol.

Dicho objeto se resuelve, conforme a la presente invención, con las características indicadas en la reivindicación 1.

En el caso del dispositivo óptico conforme a la presente invención, se trata de un dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio con un eje orientado, que comprende:

- 35 - al menos, un conductor de fibra óptica dispuesto sobre el árbol giratorio, provisto de, al menos, un sensor óptico a través del cual el, al menos un, sensor óptico se puede consultar mediante una señal luminosa,
- una unidad emisora/receptora dispuesta de manera fija en relación con el árbol giratorio, con la cual se puede emitir la señal luminosa,
- 40 - medio de transmisión mediante el cual la señal luminosa se puede transmitir entre la unidad emisora/receptora dispuesta de manera fija, y el conductor de fibra óptica dispuesto sobre el árbol giratorio, y
- una unidad de evaluación asignada a la unidad emisora/receptora para la determinación de una variable física a partir de una señal luminosa que proviene, al menos, de un sensor óptico y que es transmitida por el medio de transmisión, en donde el medio de transmisión presenta
- 45 - al menos, un conductor de fibra óptica "multimodo" asignado a la unidad emisora/receptora y dispuesto de manera fija en relación con el árbol giratorio, que presenta medios de acoplamiento asignados, y
- al menos, otro conductor de fibra óptica "multimodo" dispuesto sobre el árbol giratorio de manera excéntrica en relación con su eje, y que se encuentra conectado con el, al menos un, conductor de fibra óptica, y que presenta medios de acoplamiento asignados, y
- 50 - las señales luminosas se pueden transmitir entre los conductores de fibra óptica "multimodo" a través de los medios de acoplamiento.

Mediante la instalación excéntrica del otro conductor de fibra óptica "multimodo" y del medio de acoplamiento asignado dispuesto sobre el árbol giratorio, se puede realizar la transmisión de las señales luminosas entre el medio de acoplamiento dispuesto sobre el árbol y el medio de acoplamiento dispuesto de manera fija, sólo mediante un acoplamiento de haz libre. Además, las señales luminosas se pueden transmitir entre los medios de acoplamiento, en una rotación del árbol sólo durante una ventana de tiempo reducida. Dado que el medio de transmisión presenta conductores de fibra óptica "multimodo", se garantiza la ausencia de pérdidas por acoplamiento en la transmisión de las señales luminosas entre los medios de acoplamiento. Mediante la pasada doble por la sección de acoplamiento, es decir, la distancia entre ambos medios de acoplamiento, en el caso de una medición, por ejemplo, cuando se utilizan conductores de fibra óptica "monomodo" en lugar de los conductores de fibra óptica "multimodo", se generan pérdidas por acoplamiento muy elevadas que impiden una medición fiable. Por otra parte, un acoplamiento de haz libre de los conductores de fibra óptica "multimodo", en comparación con los conductores de fibra óptica "monomodo" que requieren de una compensación considerablemente menor, resulta costoso e insensible ante una descompensación. La variable física a determinar es particularmente la temperatura y/o la deformación del árbol.

Los acondicionamientos ventajosos del dispositivo óptico conforme a la presente invención, se deducen de las reivindicaciones relacionadas con la reivindicación 1.

De esta manera, resulta ventajoso cuando el, al menos un, sensor óptico es, al menos, un sensor FBG y el, al menos un, conductor de fibra óptica es, al menos, un conductor de fibra óptica "monomodo". Un sensor FBG permite una medición muy limitada de la temperatura y/o de la deformación, aproximadamente puntual, es decir, que se realiza localizadamente. En comparación, un sensor óptico que se puede aplicar esencialmente también, de acuerdo con el principio de Brillouin o de Raman, presenta generalmente un efecto integrador local determinado que puede alcanzar, por ejemplo, una pluralidad de metros. Una medición puntual, es decir, particularmente una limitación localizada del punto de detección a unos pocos milímetros, no se puede lograr con esta clase de sensores ópticos. Sin embargo, esto se puede realizar sin dificultades con un sensor FBG. Además, en el sensor FBG, la señal luminosa suministrada refleja nuevamente una fracción determinada a través de la longitud de onda de Bragg correspondiente (longitud de onda efectiva). La longitud de onda de Bragg se modifica con la variable de influencia presente en el lugar de medición, en este caso particularmente de la temperatura y/o de la deformación del árbol en el lugar del sensor FBG. Dicha modificación en el contenido de la longitud de onda (o espectro de longitud de onda) de la respectiva señal luminosa (parcial) reflejada nuevamente, se puede utilizar como medida para la variable de influencia a detectar (temperatura y/o deformación). Para la consulta del sensor FBG mediante la señal luminosa, se utiliza particularmente una fuente de luz con banda ancha, como por ejemplo, un LED con un ancho de banda de alrededor de 45 nm, un SLD con un ancho de banda de alrededor de 20 nm o un láser variable con un ancho de banda de alrededor de 100 nm.

De manera ventajosa, se proporcionan una pluralidad de sensores FBG en diferentes puntos a lo largo del, al menos un, conductor de fibra óptica "monomodo". También resulta ventajoso cuando el, al menos, un conductor de fibra óptica "multimodo" dispuesto sobre el árbol giratorio, se encuentra conectado con una pluralidad de conductores de fibra óptica "monomodo". De esta manera, por una parte se puede determinar una distribución de la temperatura y/o de la deformación resuelta espacialmente y, por otra parte, se puede limitar con precisión el lugar del evento en el caso de eventos puntuales, como por ejemplo, un incremento de la temperatura localmente limitada y/o la deformación. Además, la resolución se determina sólo mediante la distancia de los sensores FBG individuales entre sí.

Resulta ventajoso cuando los sensores FBG presentan diferentes longitudes de onda de Bragg entre sí. Por ejemplo, en el caso que con el dispositivo óptico, conforme a la presente invención, se aplique la técnica de multiplexación de longitud de onda, en un conductor de fibra óptica se pueden disponer generalmente hasta 10 sensores FBG uno detrás de otro. La señal luminosa suministrada por la unidad emisora/receptora al conductor de fibra óptica "multimodo", debe presentar un rango de longitud de onda que cubre todas las longitudes de onda de Bragg. Por otra parte, en el caso que como alternativa de la técnica de multiplexación de longitud de onda, se utilice la técnica denominada multiplexación en el tiempo (OTDR: reflectómetro óptico en el dominio de la frecuencia), en un conductor de fibra óptica se pueden disponer casi ilimitadamente una pluralidad de sensores FBG. Además, los sensores también se pueden diferenciar espacialmente ante una longitud de onda de Bragg idéntica.

De manera ventajosa, la señal luminosa que puede emitir la unidad emisora/receptora, presenta longitudes de onda del rango de longitudes de onda visible, es decir, desde 380 nm hasta 780 nm, y/o del rango de longitudes de onda del infrarrojo próximo (NIR), es decir, desde 780 nm hasta 2500 nm.

Resulta ventajoso cuando la señal luminosa que puede emitir la unidad emisora/receptora es, al menos, un pulso de luz. De manera ventajosa, la emisión de la señal luminosa se inicia con la rotación del árbol. De esta manera, se emiten y se receptan nuevamente señales luminosas sólo cuando resulta necesario. La unidad emisora/receptora opera de manera eficiente en relación con la energía, y presenta simultáneamente un tiempo de funcionamiento más prolongado.

De manera ventajosa, la unidad de evaluación presenta un espectrómetro óptico con, al menos, una línea de sensor CCD. Sin embargo, también resulta ventajoso cuando la unidad de evaluación presenta, al menos, un filtro de borde complementario con, al menos, un fotodetector. Dicho acondicionamiento de una unidad de evaluación de esta clase resulta económico de realizar, en comparación con la mencionada anteriormente.

- 5 Los ejemplos de ejecución preferidos del método, que no se consideran limitantes, y el sistema se explican en detalle mediante los dibujos. Para la ejemplificación, los dibujos no se realizan a escala y se representan esquemáticamente determinadas características. En particular, muestran:

Figura 1 un dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio mediante sensores ópticos en un conductor de fibra óptica "monomodo",

- 10 Figura 2 un dispositivo óptico para la monitorización del árbol giratorio mediante sensores ópticos en una pluralidad de conductores de fibra óptica "monomodo",

Figura 3 un corte transversal a través de la superficie de contacto de un conductor de fibra óptica "multimodo" y de una pluralidad de conductores de fibra óptica "monomodo",

- 15 Figura 4 un corte transversal a través de la superficie de contacto del conductor de fibra óptica "multimodo" y de la pluralidad de conductores de fibra óptica "monomodo", con un diámetro exterior aumentado en comparación con la figura 3,

Figura 5 un dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio con una sección de acoplamiento orientada radialmente, y un conductor de fibra óptica "monomodo" dispuesto en forma de meandro,

- 20 Figura 6 un dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio, con medios dispuestos sobre el árbol para el desvío de la sección de acoplamiento, y

Figura 7 un dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio, con medios dispuestos de manera fija para el desvío de la sección de acoplamiento.

Las piezas correspondientes entre sí de las figuras 1 a 7 están provistas de los mismos símbolos de referencia.

- 25 En la figura 1 se muestra, conforme a la presente invención, un dispositivo óptico para la monitorización de un árbol 10, particularmente de un árbol 10 montado de manera que pueda rotar y conectado con una máquina o un generador. El árbol 10 se puede rotar alrededor de su eje orientado 13. La superficie frontal del árbol 10 se indica con 12. Sobre y/o en la superficie lateral 11 del árbol 10, se encuentra dispuesto un conductor de fibra óptica 20 con sensores ópticos 21 para la detección de la temperatura y/o de la deformación del árbol 10. Como se representa en la figura 1, en el caso de los sensores 21 se trata de sensores FBG montados en un conductor de fibra óptica "monomodo" 20. En el caso de una pluralidad de sensores FBG 21, cada sensor 21 individual puede presentar una longitud de onda efectiva específica, la denominada longitud de onda de Bragg que se diferencia particularmente de aquellas correspondientes a los sensores 21 restantes. Los sensores FBG 21 son consultados por una señal luminosa LS que es generada por una fuente de luz 41 con banda ancha, particularmente un SLD (diodo superluminiscente). Además, la fuente de luz 41 forma parte de una unidad emisora/receptora 40 dispuesta de manera fija. La señal luminosa LS, generada por la unidad emisora/receptora 40 dispuesta de manera fija, se suministra a través de un medio de transmisión al conductor de fibra óptica "monomodo" provisto de los sensores FBG 21. En cada sensor FBG 21, la señal luminosa LS suministrada refleja nuevamente una fracción con la respectiva longitud de onda de Bragg como una señal luminosa parcial reflejada. Por el contrario, la fracción restante de la señal luminosa LS atraviesa el sensor FBG correspondiente 21 y eventualmente alcanza el siguiente sensor FBG 21. Después en la unidad emisora/receptora 40 se encuentra una señal luminosa LS' reflejada por los sensores FBG 21, que se compone de las señales luminosas parciales reflejadas por los sensores FBG individuales 21.

- 40 La señal luminosa LS' proveniente de los sensores FBG 21, suministrada nuevamente a la unidad emisora/receptora 40, es conducida desde un acoplamiento óptico 42 hacia una unidad de evaluación 43. Dicha unidad comprende particularmente un convertidor optoelectrónico, un convertidor analógico/digital y un procesador digital de señales (no representado en las figuras). El convertidor óptico presenta, de manera ventajosa, un elemento selectivo espectralmente para la selección de las señales individuales parciales reflejadas, por ejemplo, en forma de un espectrómetro con, al menos, una línea de sensor CCD. Como alternativa, el convertidor optoelectrónico puede presentar, al menos, un filtro de borde complementario con, al menos, un fotodetector. A continuación del convertidor optoelectrónico, se produce una conversión analógica/digital en un convertidor analógico/digital. La señal de salida digitalizada del convertidor analógico/digital se suministra al procesador digital de señales, mediante el cual se detectan valores de medición M1, M2,... para las temperaturas y/o deformaciones detectadas en los sensores FBG 21.

La fuente de luz 41, el acoplamiento óptico 42 y la unidad de evaluación 43 se encuentran reunidos en la unidad emisora/receptora 40. Sin embargo, dichas subunidades o piezas se pueden encontrar separadas entre sí también estructuralmente, es decir, que no se conforman como una unidad emisora/receptora 40 en conjunto. Además, se puede realizar también una evaluación netamente analógica, por ejemplo, mediante un circuito electrónico de conexiones fijas. En este caso no se utiliza ningún convertidor analógico/digital y la unidad de evaluación 43 se realiza mediante la técnica analógica.

El medio de transmisión se utiliza para la transmisión de las señales luminosas LS y LS' emitidas y recibidas nuevamente por la unidad emisora/receptora 40, entre la unidad emisora/receptora 40 dispuesta de manera fija y el conductor de fibra óptica "monomodo" 20 que rota solidariamente con el árbol 10. Por lo tanto, el medio de transmisión se compone de una pieza fija asignada a la unidad emisora/receptora 40 y de una pieza dispuesta sobre el árbol giratorio 10. La pieza fija comprende un conductor de fibra óptica "multimodo" 30 conectado con la unidad emisora/receptora 40, que presenta un primer medio de acoplamiento 30K, particularmente un colimador. Por otra parte, la pieza del transmisor dispuesta sobre el árbol giratorio 10 comprende un conductor de fibra óptica "multimodo" 31 conectado con el conductor de fibra óptica "monomodo" 20, que presenta un segundo medio de acoplamiento 31K dirigido hacia el primer medio de acoplamiento 30K, que también es particularmente un colimador. La unión entre el conductor de fibra óptica "multimodo" 31 y el conductor de fibra óptica "monomodo" 20 se realiza mediante las superficies frontales enfrentadas entre sí de ambos conductores de fibra óptica 20 y 31.

La señal luminosa LS emitida por la unidad emisora/receptora 40 llega a través del primer conductor de fibra óptica "multimodo" 30 al primer medio de acoplamiento 30K, que transmite la señal luminosa LS preferentemente colimada al segundo medio de acoplamiento 31K aproximadamente sin pérdidas, cuando ambos medios de acoplamiento 30K, 31K se encuentran enfrentados entre sí. La distancia recorrida entre ambos medios de acoplamiento se indica con S. La señal luminosa LS llega desde el segundo medio de acoplamiento 31K a través del segundo conductor de fibra óptica "multimodo" 31 al conductor de fibra óptica "monomodo" 20 en el cual se pueden consultar los sensores FBG 21 mediante la señal luminosa LS. La señal luminosa LS' reflejada por los sensores FBG 21 llega después, de modo inverso, nuevamente a la unidad emisora/receptora 40 para la evaluación.

De manera ventajosa, la unidad emisora/receptora 40 y, de esta manera, también la fuente de luz 41 y eventualmente la unidad de evaluación 43 se pueden accionar de manera pulsada, de manera que la señal luminosa LS se emita en forma de pulsos de luz. De manera ventajosa, la emisión del pulso de luz se realiza sincronizadamente con la rotación del árbol, de manera que en la ventana de tiempo se emiten pulsos de luz, en los que ambos medios de acoplamiento 30K, 31K se encuentran enfrentados de manera apropiada para la transmisión. Además, la unidad emisora/receptora 40 puede ser accionada mediante un inicio, por ejemplo, por un medio para la detección del número de vueltas del árbol 10.

El ejemplo de ejecución representado en la figura 2 del dispositivo óptico conforme a la presente invención, se diferencia del representado en la figura 1, sólo por el hecho de que una pluralidad (en este caso tres) de conductores de fibra óptica "monomodo" 20 se encuentran conectados con el conductor de fibra óptica "multimodo" 31. De esta manera, se puede realizar un sistema de sensores que cubra la superficie (lateral), de manera que la temperatura y/o la deformación del árbol 10 se puedan detectar con una resolución espacial.

En la figura 3 se representa el corte transversal a lo largo de la línea de corte transversal III indicada en la figura 2. Además, el corte transversal se extiende a través de las superficies de contacto de las superficies frontales del conductor de fibra óptica "multimodo" 31 y de los conductores de fibra óptica "monomodo" 20. Los siete conductores de fibra óptica "monomodo" 20 se encuentran reunidos en un haz de manera que sus secciones transversales se agrupen conformando un paquete compacto. La zona exterior del conductor de fibra óptica "multimodo" 31 representa el revestimiento del conductor de fibra óptica 312 que envuelve al núcleo del conductor de fibra óptica 311. De manera análoga, los conductores de fibra óptica "monomodo" 20 también están compuestos de un revestimiento del conductor de fibra óptica 202 y de un núcleo del conductor de fibra óptica 201. Se debe considerar que la proporción del núcleo del conductor de fibra óptica 201 con el revestimiento del conductor de fibra óptica 202, en el caso de un conductor de fibra óptica "monomodo" 20, es considerablemente menor que la proporción del núcleo del conductor de fibra óptica 311 con el revestimiento del conductor de fibra óptica 312 en el caso del conductor de fibra óptica "multimodo" 31. Para que se puedan transmitir las señales luminosas LS, LS' entre el conductor de fibra óptica "multimodo" 31 y el conductor de fibra óptica "monomodo" 20, los núcleos 201 de los conductores de fibra óptica "monomodo" 20 se deben encontrar dispuestos en el interior del núcleo del conductor de fibra óptica 311 del conductor de fibra óptica "multimodo" 31. En el sistema representado en la figura 3, como ejemplo se parte de un diámetro del núcleo del conductor de fibra óptica "multimodo" 31 de 200 μm y de un diámetro exterior de cada conductor de fibra óptica "monomodo" 20 de 80 μm . El diámetro del núcleo de un único conductor de fibra óptica "monomodo" 20 asciende generalmente a alrededor de 5 μm .

En la figura 4 se representa, así como en la figura 3, el corte transversal a lo largo de la línea de corte transversal IV indicada en la figura 2. Sin embargo, en este caso el diámetro exterior del conductor de fibra óptica "monomodo" 20 se selecciona más grande, de manera que en dicho ejemplo sólo se pueden conectar tres conductores de fibra óptica "monomodo" 20 con el conductor de fibra óptica "multimodo" 31. Por ejemplo, los conductores de fibra óptica

“monomodo” 20 presentan respectivamente un diámetro exterior de 125 μm , en el caso de un diámetro del núcleo del conductor de fibra óptica “multimodo” 31 de 200 μm .

5 Mientras que en las figuras 1 y 2 la sección de acoplamiento S se orienta siempre axialmente, es decir, paralelamente al eje 13, la figura 5 muestra un ejemplo de ejecución en el cual la sección de acoplamiento S se orienta radialmente, es decir, perpendicularmente en relación con el eje 13. Como se representa en la figura 1, sólo un conductor de fibra óptica “monomodo” 20 se encuentra conectado con el conductor de fibra óptica “multimodo” 31. El conductor de fibra óptica “monomodo” 20 con su pluralidad de sensores FBG 21, se encuentra dispuesto en forma de meandro sobre y/o en la superficie lateral 11 del árbol 10. Con un sistema de esta clase, también se puede realizar una monitorización que “abarque las superficies” del árbol 10. Naturalmente, de manera análoga a la figura 10 2, una pluralidad de esta clase de conductores de fibra óptica “monomodo” 20 dispuestos en forma de meandro, también se pueden conectar con el conductor de fibra óptica “multimodo” 31.

15 En las figuras 6 y 7 se representan respectivamente una sección de acoplamiento S que se compone de una fracción S1 que se extiende radialmente y de una fracción S2 que se extiende axialmente. Las señales luminosas LS y LS' son desviadas por un medio de reflexión 32, particularmente un prisma reflector, desviado preferentemente 90°. De esta manera, en ambos ejemplos de ejecución, el respectivo medio de reflexión 32 forma parte del medio de transmisión. El respectivo medio de reflexión 32 se encuentra fijado sobre un soporte 33, 33a provisto para la sujeción.

20 En la figura 6, el soporte 33 se encuentra fijado sobre el árbol 10, próximo al segundo medio de acoplamiento 31K. Mientras que el soporte 33a de acuerdo con la figura 7, se dispone de manera fija en relación con el árbol giratorio 10. El soporte 33a se puede proporcionar además para la fijación del primer medio de acoplamiento 30K, como se representa en la figura 7. Para evitar un contacto del soporte 33a con el árbol 10, el segundo medio de acoplamiento 31K se fija, por ejemplo, sobre una base 32.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo óptico para la monitorización de un árbol giratorio (10) con un eje orientado (13), que comprende, al menos, un conductor de fibra óptica (20) dispuesto sobre el árbol giratorio (10), provisto de, al menos, un sensor óptico (21) a través del cual el, al menos un, sensor óptico (21) se puede consultar mediante una señal luminosa (LS),
- una unidad emisora/receptora (40) dispuesta de manera fija en relación con el árbol giratorio (10), con la cual se puede emitir la señal luminosa (LS),
 - medio de transmisión mediante el cual la señal luminosa (LS) se puede transmitir entre la unidad emisora/receptora (40) dispuesta de manera fija, y el conductor de fibra óptica (20) dispuesto sobre el árbol giratorio (10), y
- 10 - una unidad de evaluación (43) asignada a la unidad emisora/receptora (40) para la determinación de una variable física a partir de una señal luminosa (LS') que proviene, al menos, de un sensor óptico (21) y que es transmitida por el medio de transmisión, en donde
- el medio de transmisión presenta
- 15 - al menos, un conductor de fibra óptica "multimodo" (30) asignado a la unidad emisora/receptora (40) y dispuesto de manera fija en relación con el árbol giratorio (10), que presenta medios de acoplamiento asignados (30K), y
- al menos, otro conductor de fibra óptica "multimodo" (31) dispuesto sobre el árbol giratorio (10) de manera excéntrica en relación con su eje (13), y que se encuentra conectado con el, al menos un, conductor de fibra óptica (20), y que presenta medios de acoplamiento (31K) asignados, y
- 20 - las señales luminosas (LS, LS') se pueden transmitir entre los conductores de fibra óptica "multimodo" (30, 31) a través de los medios de acoplamiento (30K, 31K).
2. Dispositivo óptico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el, al menos un, sensor óptico (21) es, al menos, un sensor de fibra con redes de Bragg y el, al menos un, conductor de fibra óptica (20) es, al menos, un conductor de fibra óptica "monomodo".
- 25 3. Dispositivo óptico de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por** una pluralidad de sensores de fibra con redes de Bragg (21) dispuestos en diferentes puntos a lo largo del, al menos un, conductor de fibra óptica "monomodo" (20).
4. Dispositivo óptico de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado porque** el, al menos, un conductor de fibra óptica "multimodo" (31) dispuesto sobre el árbol giratorio (10), se encuentra conectado con una pluralidad de conductores de fibra óptica "monomodo" (20).
- 30 5. Dispositivo óptico de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado porque** los sensores de fibra con redes de Bragg (21) presentan diferentes longitudes de onda de Bragg entre sí.
6. Dispositivo óptico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la señal luminosa (LS) que puede emitir la unidad emisora/receptora (40), presenta longitudes de onda del rango de longitudes de onda visible y/o del rango de longitudes de onda del infrarrojo próximo.
- 35 7. Dispositivo óptico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la señal luminosa (LS) que puede emitir la unidad emisora/receptora (40) es, al menos, un pulso de luz.
8. Dispositivo óptico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la unidad de evaluación (43) presenta un espectrómetro óptico con, al menos, una línea de sensor CCD.
- 40 9. Dispositivo óptico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** la unidad de evaluación (43) presenta, al menos, un filtro de borde complementario con, al menos, un fotodetector.

FIG 1

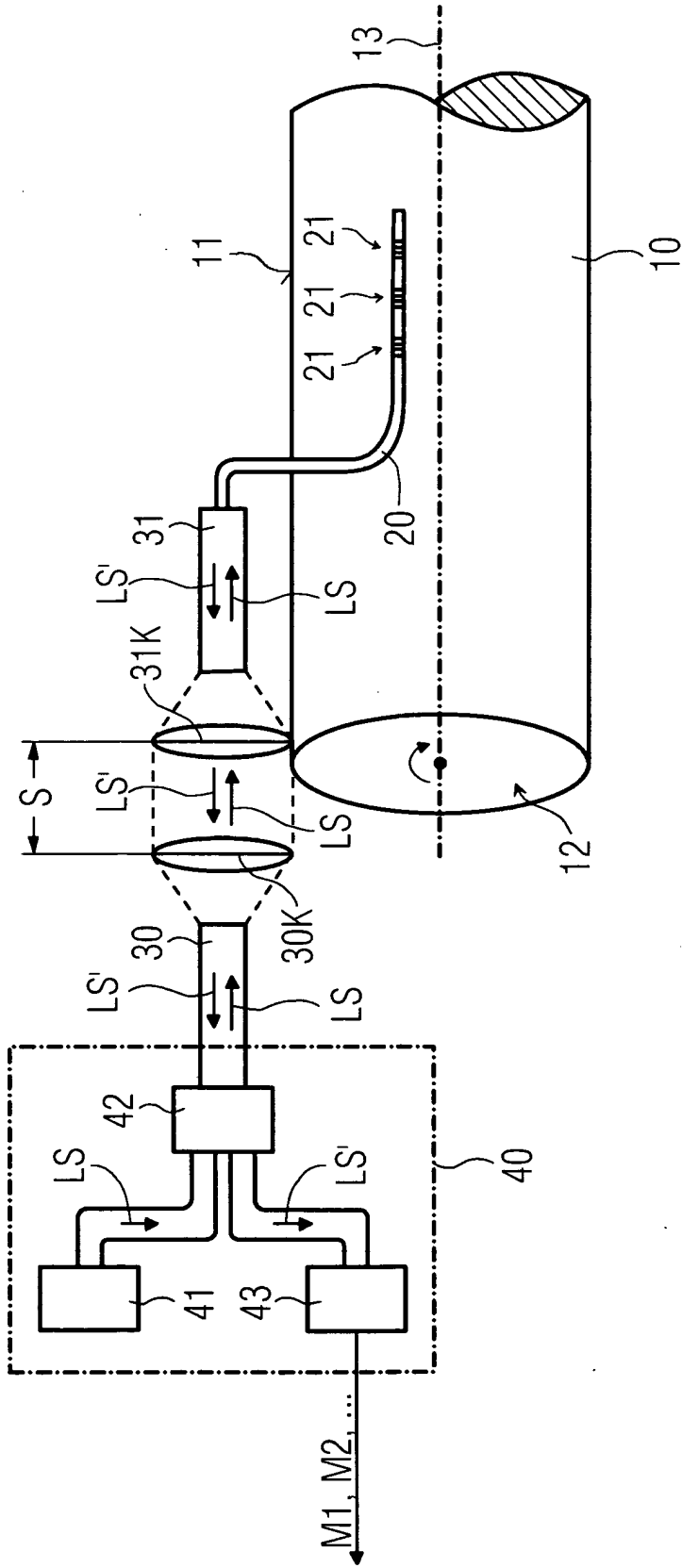


FIG 2

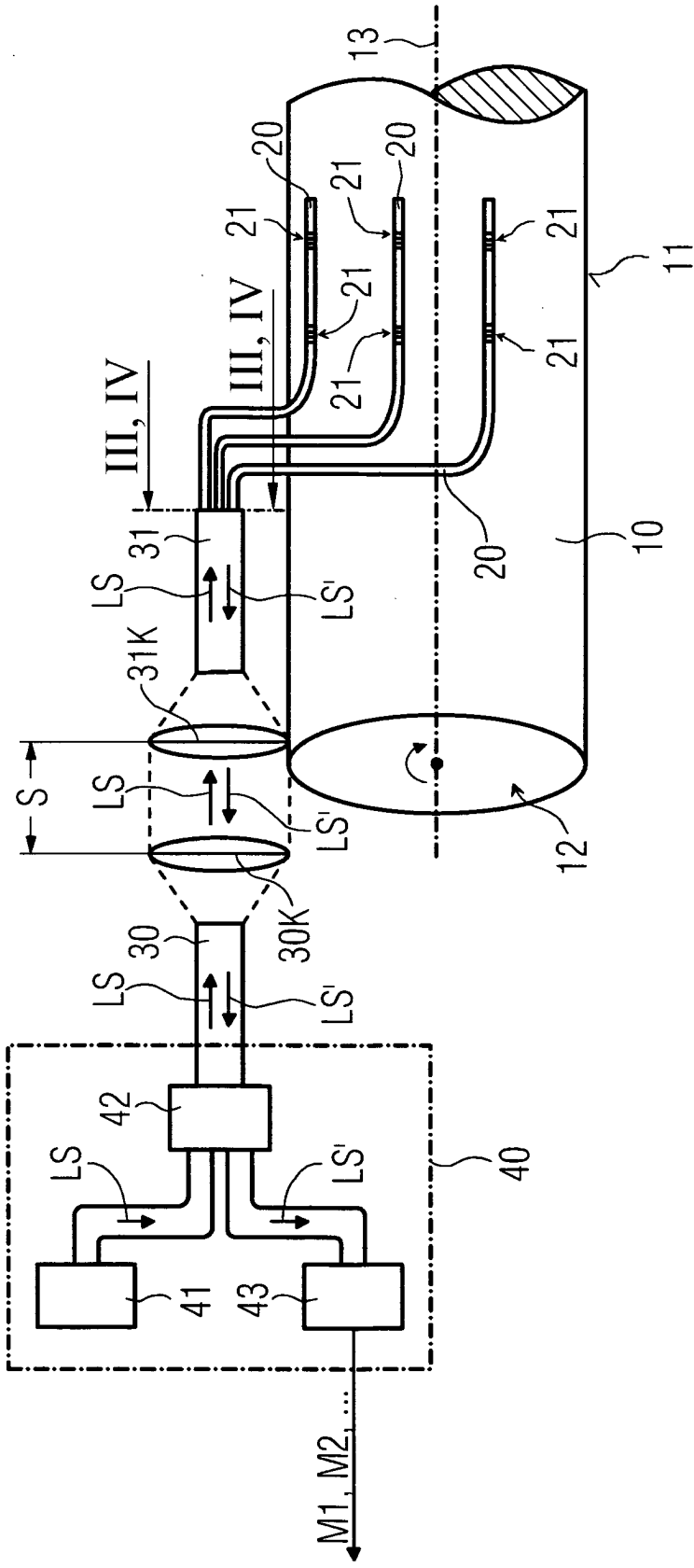


FIG 3

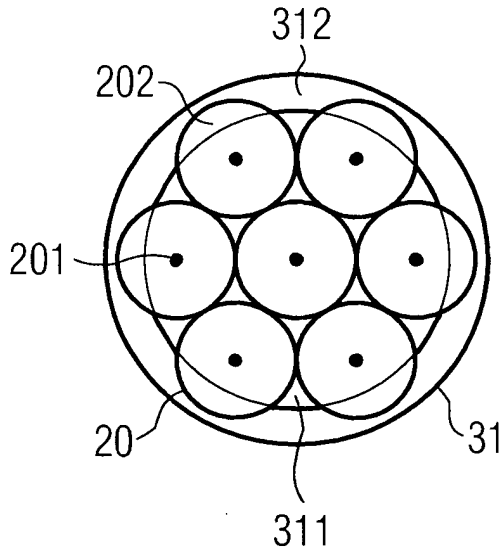


FIG 4

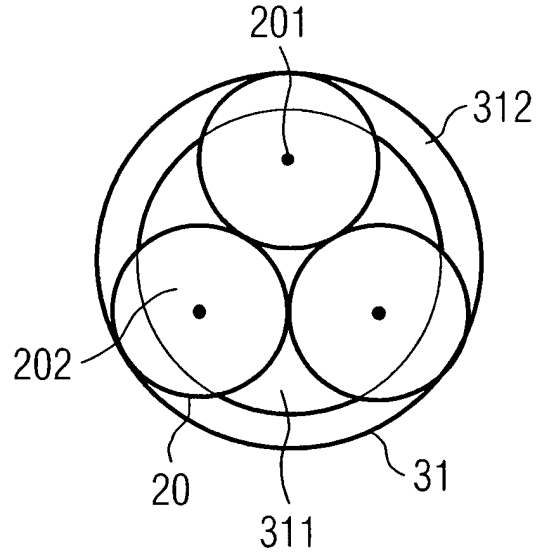


FIG 5

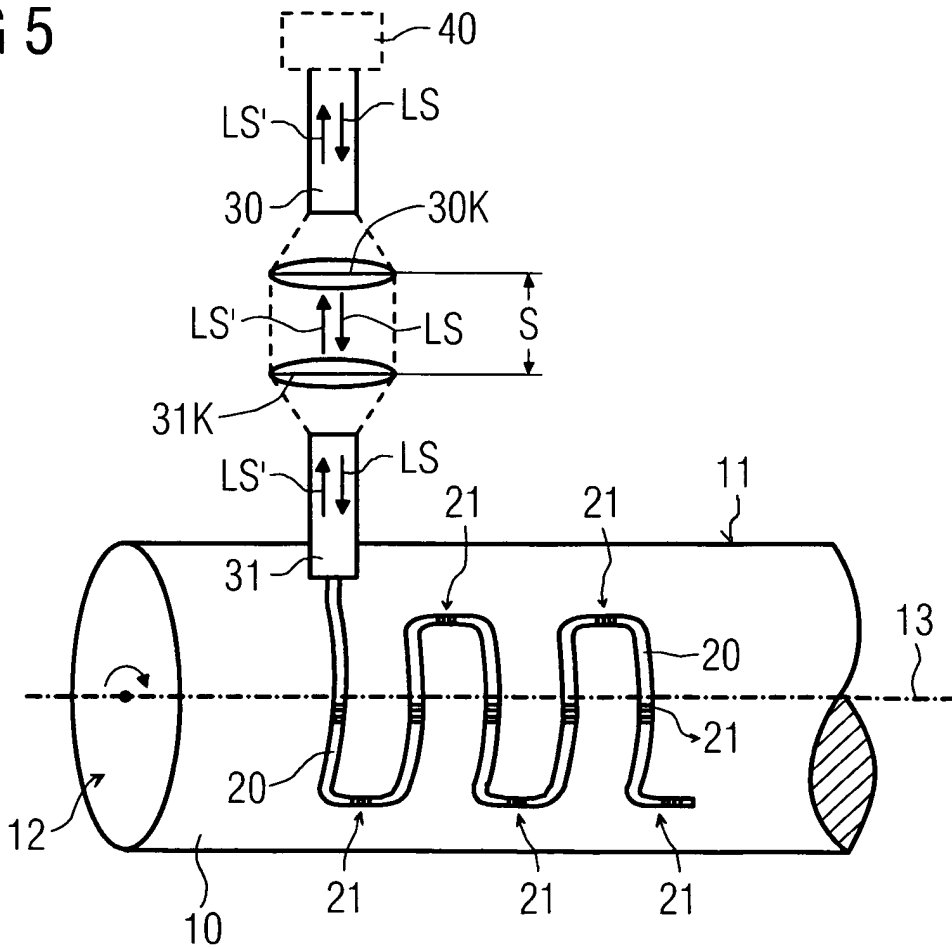


FIG 6

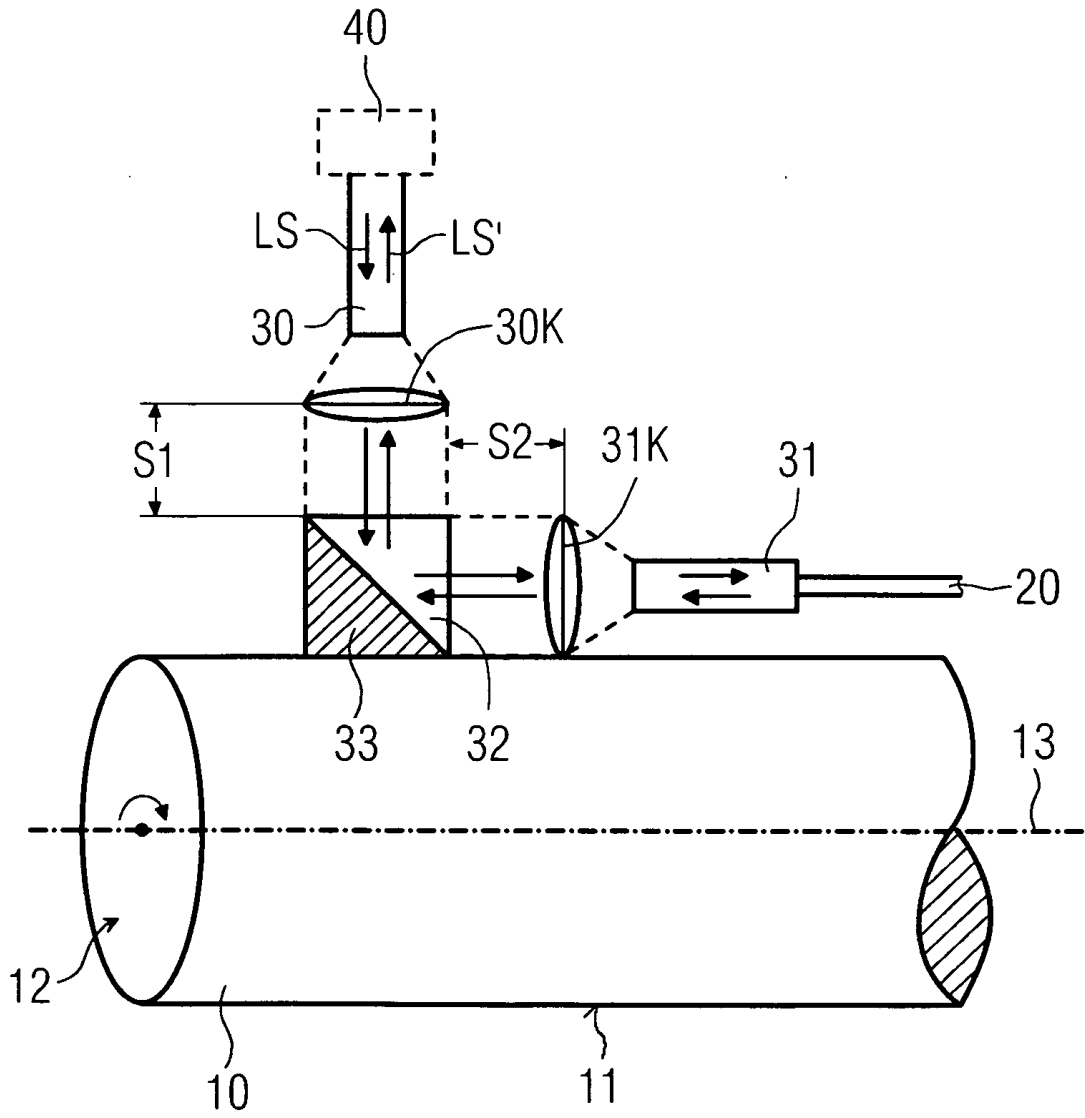


FIG 7

