

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 829**

51 Int. Cl.:

G01L 1/24 (2006.01)

B61K 9/08 (2006.01)

G01M 11/08 (2006.01)

G01M 17/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2022** **E 22174514 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023** **EP 4098987**

54 Título: **Juego de ruedas de medición**

30 Prioridad:

04.06.2021 DE 102021114425

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

17.04.2024

73 Titular/es:

**DEUTSCHE BAHN AG (100.0%)
Potsdamer Platz 2
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**BRODTKA, ANDREAS;
RUBERG, LENNART;
SCHWABE, OLAF y
MEYER, PHILIPP**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 965 829 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

Juego de ruedas de medición

La invención se refiere a un juego de ruedas de medición, que comprende dos ruedas conectadas por medio de un eje de juego de ruedas, al menos una fibra óptica, cada una con al menos un filtro óptico grabado en su núcleo de fibra, estando al menos una fibra óptica configurada para colocar en una superficie de al menos una rueda o del eje de juego de ruedas, y al menos una fuente de luz para acoplar una señal de luz en al menos una fibra óptica.

Los juegos de ruedas de medición son conocidos por el estado de la técnica y se utilizan preferiblemente para medir fuerzas o condiciones de carga que se producen entre las ruedas de un vehículo ferroviario y los raíles sobre los que ruedan estas ruedas. De manera análoga, tales juegos de ruedas de medición son adecuados también para mediciones de pares similares, como por ejemplo, entre las ruedas de un vehículo sobre raíles y los rodillos sobre raíles de un banco dinamométrico, para las fuerzas que se producen. Con tales mediciones se pueden determinar, por ejemplo, las influencias de diferentes velocidades, cargas sobre ejes o geometrías de contacto en la zona de contacto entre rueda y rail sobre la rueda respectiva del juego de ruedas de medición o del vehículo ferroviario, así como sobre el rail o el sistema de vía asociado. examinado. Para la evaluación metrológica, las señales de medición se transmiten desde el juego de ruedas de medición a un receptor espaciado espacialmente del juego de ruedas de medición mediante telemetría de campo cercano. El receptor está dispuesto normalmente en la carrocería de un vehículo de medición sobre vías, que está apoyado sobre una vía, de modo que puede desplazarse mediante el juego de ruedas de medición o varios juegos de ruedas de medición de este tipo. El documento US 2009/0301221 A1 divulga un juego de ruedas de medición, cuyos sensores están conectados por medio de cables eléctricos a un dispositivo de evaluación de señales unido al eje del juego de ruedas giratorio. Sin embargo, los medios eléctricos de transmisión de datos son susceptibles de deterioro o corrupción de las señales de datos por los campos eléctricos de los motores de tracción de los vehículos ferroviarios accionados eléctricamente.

El documento EP 2 246 681 A2, para superar estas desventajas, divulga un juego de ruedas de medición genérico en el que está dispuesta una fibra óptica con al menos un medidor de tensión óptico alojado en su interior. La fibra óptica se guía a través de una abertura en el cojinete del juego de ruedas y se conecta a un transmisor giratorio óptico en la carcasa del cojinete del juego de ruedas, que a su vez está acoplado a una unidad de adquisición y procesamiento de datos no giratoria. De esta manera es posible una transmisión óptica de las señales de medición registradas en el juego de ruedas giratorio a la unidad de evaluación no giratoria. Sin embargo, la producción de un juego de ruedas de medición de este tipo es compleja y costosa. Además, dicho procesamiento mecánico necesario para realizar la implementación de la fibra óptica impide el uso posterior del juego de ruedas de medición en el uso operativo regular después de que se hayan completado las mediciones.

Por lo tanto, la invención se basa en el objeto de un juego de ruedas de medición, que comprende dos ruedas unidas por medio de un eje de juego de ruedas, al menos una fibra óptica, cada una con al menos un filtro óptico insertado en su núcleo de fibra, la al menos una fibra óptica que está configurada para su colocación sobre una superficie de al menos una rueda o del eje de juego de ruedas, así como al menos una fuente de luz para acoplar una señal de luz en al menos una fibra óptica, que supera esta desventaja y puede ser producida a bajo costo.

De acuerdo con la invención, este objeto se consigue junto con el preámbulo de la reivindicación 1 porque el juego de ruedas de medición presenta además al menos un dispositivo de evaluación de señales configurado para detectar y evaluar señales de luz acopladas a la fibra óptica y modificadas por al menos un filtro óptico, que está configurado como eje de juego de ruedas o espectrómetro dispuesto en una rueda del juego de ruedas de medición. De esta manera se puede realizar un juego de ruedas de medición que permite medir simultáneamente todo el espectro de longitudes de onda de las señales de luz reflejadas por los filtros ópticos en función de sus intensidades en un instante discreto en el tiempo. De esta manera se pueden minimizar las dimensiones geométricas y la masa de un espectrómetro óptico de este tipo, de modo que en el uso previsto no se produzcan efectos negativos sobre las propiedades dinámicas del juego de ruedas de medición giratorio. Esto significa que sus dispositivos de generación de señales y dispositivos de evaluación de señales se pueden montar de manera especialmente sencilla en el juego de ruedas de medición, sin necesidad de mecanizado en su eje de juego de ruedas o en sus ruedas. Asimismo, el juego de ruedas de medición se puede volver a convertir en un juego de ruedas convencional apto para uso operativo una vez finalizado su uso metrológico simplemente retirando la fibra óptica.

Para ello, el dispositivo de generación y evaluación de señales está dispuesto en el interior o en el exterior del juego de ruedas de medición. Por "el interior del juego de ruedas de medición" se entienden aquellos lugares de montaje que, durante el uso previsto del juego de ruedas de medición, se encuentran en la zona por encima de la vía en un rail de vía (p. ej. en el lado interior de una rueda orientado hacia el eje de juego de rueda, en el eje de juego de rueda, etc...); de manera análoga a esto, por "el exterior del juego de ruedas de medición" se entienden aquellos lugares de montaje que se encuentran en un rail de vía fuera de la zona de la vía cuando el juego de ruedas de medición se utiliza según lo previsto (p. ej., en las superficies exteriores de una rueda orientada "fuera de la vía", en la carcasa de cojinete de juego de ruedas, etc...). En el contexto de esta invención, debe entenderse por dispositivo de generación de señales los filtros ópticos grabados en el núcleo de fibra de una fibra óptica, que se utilizan para modificar una señal de luz acoplada en la fibra óptica dependiendo de las distancias geométricas del filtro (p. ej. distancias entre las rejillas de un

filtro de interferencias) que están influenciadas por la carga mecánica de la fibra óptica).

La transmisión de datos entre el dispositivo de generación de señales y el de evaluación de señales se realiza ópticamente sin señales eléctricas. La fibra óptica se puede colocar de manera sencilla sobre la superficie del componente a comprobar mediante tecnología de medición (es decir, normalmente una rueda) del juego de ruedas de medición (por ejemplo usando tecnología adhesiva) de tal manera que el posicionamiento de los filtros grabados a lo largo de la fibra óptica corresponde a los lugares de medición en donde se deben registrar sensorialmente los valores medidos. Para ello, la fibra óptica está dotada en su primer extremo distal de una conexión diseñada para la conexión con la unidad de evaluación de señales. Para ello son adecuados los conectores habituales comercialmente. Además, la fibra óptica está colocada de tal manera que, a partir de la conexión antes mencionada con el dispositivo de evaluación de señales, sigue una secuencia sucesiva de lugares de medición, estando colocado cada filtro grabado en la fibra óptica en un lugar de medición de este tipo. Esto significa que el primer filtro, partiendo de la conexión con el dispositivo de evaluación de señales, está colocado a lo largo de la extensión longitudinal de la fibra óptica en un primer lugar de medición del componente, el segundo filtro, que sigue en serie a una distancia intermedia, se fija a un segundo lugar de medición del componente, etc. De este modo, todos los lugares de medición del componente a comprobar mediante tecnología de medición están conectados entre sí mediante la misma fibra óptica.

De manera especialmente preferida están previstas varias fibras ópticas con filtros ópticos insertados en el núcleo de fibra, que pueden conectarse mediante conexiones separadas al mismo dispositivo de evaluación de señales. De esta manera, el número total de lugares de medición a registrar mediante tecnología de medición de un juego de ruedas de medición se puede dividir en varios segmentos, registrándose todos los lugares de medición de cada segmento mediante una fibra óptica común. De esta forma, cada segmento se puede medir y analizar independientemente de los demás segmentos. De esta manera se puede evitar que cualquier daño a una fibra óptica o a un medio de generación de señales que se produzca durante el funcionamiento del juego de ruedas de medición conduzca a un fallo total de toda la tecnología de medición. En caso de reparación, sólo será necesario reemplazar las fibras ópticas o los medios de generación de señales afectados por el daño. Esto aumenta la fiabilidad del juego de ruedas de medición de acuerdo con la invención y permite una configuración más flexible y sencilla del juego de ruedas de medición. Esto se consigue eficazmente pegando la fibra óptica a la superficie del componente del juego de ruedas de medición a comprobar mediante tecnología de medición. De esta manera, las fibras ópticas se pueden reemplazar fácilmente en caso de daños y las fibras ópticas innecesarias se pueden retirar del juego de ruedas de medición sin causar daños ni dejar residuos.

La invención prevé además en este contexto que en el núcleo de fibra de una fibra óptica estén insertados hasta 40 filtros ópticos, pudiendo los filtros ópticos individuales encontrarse a diferentes distancias del filtro contiguo en cada caso. De este modo, las fibras ópticas se pueden adaptar fácilmente a diferentes geometrías del componente a comprobar mediante tecnología de medición, así como a las diferentes posiciones resultantes de los lugares de medición. Esto también mejora la configuración más flexible y sencilla del juego de ruedas de medición. Un posicionamiento exacto de los filtros ópticos grabados en la fibra óptica en los lugares de medición asignados es posible acoplado temporalmente una señal de luz que sea visible para el personal de montaje durante el proceso de instalación. De esta manera, por ejemplo, utilizando una luz láser roja continua en el rango de longitud de onda visible, se pueden generar puntos de luz claramente definidos en los lugares de los filtros ópticos, lo que facilita considerablemente la alineación manual de la fibra óptica.

Los filtros están configurados preferiblemente como filtros de interferencia o como rejillas de Bragg de fibra, cada uno con una superficie de filtrado individual. Cada filtro cubre un rango de longitud de onda único que difiere de los rangos de filtro de los demás filtros de la misma fibra óptica. Las rejillas de fibra de Bragg se pueden grabar de forma especialmente sencilla en la fibra óptica mediante una fuente de luz láser en el espectro UV (p. ej. con luz de longitud de onda $\lambda = 248$ nm). De este modo, las señales transmitidas a través de la fibra óptica al dispositivo de evaluación de señales se pueden asignar a filtros específicos y, con ello, también a lugares o puntos de medición específicos en el juego de ruedas de medición. Además, está previsto preferiblemente que la fuente de luz esté integrada en el dispositivo de evaluación de señales para acoplar la luz al núcleo de fibra de la fibra óptica. Así, en el dispositivo de evaluación de señales tiene lugar tanto el acoplamiento de la señal de luz como también la evaluación de las señales luminosas reflejadas en los distintos filtros de interferencia, cada uno de ellos con diferentes longitudes de onda. Para ello, el dispositivo de evaluación de señales incluye un espectrómetro para evaluar la luz reflejada por los filtros de interferencia. Mediante la agrupación antes mencionada de los rangos de longitudes de onda de la luz reflejada se pueden medir y evaluar independientemente unas de otras las señales reflejadas por los distintos filtros de interferencia. La información de expansión específica de cada filtro se extrae así de la señal de luz registrada en el dispositivo de evaluación de señales. Dado que la transmisión de datos se realiza exclusivamente de forma óptica, se evitan eficazmente efectos adversos o alteraciones de las señales de datos provocadas por los campos eléctricos de los motores de tracción de vehículos ferroviarios de accionamiento eléctrico. Además, las fibras ópticas están recubiertas con una capa de silicón, lo que mejora su protección contra daños mecánicos.

De acuerdo con otra configuración práctica del concepto básico inventivo, la al menos una fibra óptica presenta sensores para medir temperaturas. Estas están configuradas preferiblemente como rejillas de Bragg de fibra para la medición de temperatura. Estas determinan la temperatura midiendo el índice de refracción de la rejilla, que cambia a medida que el material de vidrio de la fibra óptica se expande térmicamente. Esto permite compensar las influencias

relacionadas con la temperatura en los resultados de medición.

La invención prevé además que el juego de ruedas de medición presente, conectado con al menos un dispositivo de evaluación de señales, un dispositivo de telemetría de campo cercano para la transmisión de datos y energía. Esto incluye un estator fijo y una antena de rotor, que están configurados tanto para la transmisión sin contacto de los datos determinados mediante tecnología de medición desde el dispositivo de evaluación de señales instalado en el juego de ruedas de medición hasta un dispositivo estacionario o no giratorio para el procesamiento posterior de los datos de medición y en la dirección inversa para la transmisión de energía sin contacto a la unidad de adquisición de datos.

En los juegos de ruedas de medición configurados como juegos de rodetes, la carcasa de cojinete de juego de ruedas puede constituir, por ejemplo, un lugar adecuado para el montaje del estator; en los juegos de ruedas de medición configurados como juegos de ruedas motrices, puede tratarse de una carcasa de transmisión o de motor en la zona del juego de ruedas.

La antena de rotor y el dispositivo de evaluación de señales están dispuestos entre sí de tal manera que en el juego de ruedas de medición no es necesario realizar agujeros para la línea de conexión entre ambos y se crean recorridos de conexión cortos entre el lugar de adquisición de valor medido (es decir, el dispositivo de evaluación de señales) y el lugar de transmisión de valor medido. Si la fibra óptica se coloca en un lado interior de una rueda del juego de ruedas de medición orientada hacia el eje de juego de ruedas, entonces la antena de rotor y el dispositivo de evaluación de señales están dispuestos preferiblemente en la zona interior del eje de juego de ruedas situada entre las dos ruedas del juego de ruedas de medición. De manera análoga a esto, cuando la fibra óptica se coloca en el lado exterior opuesto de una rueda, la antena de rotor y el dispositivo de evaluación de señales están dispuestos preferiblemente en una parte exterior del eje de eje montado orientada hacia el cojinete de juego de ruedas.

En este contexto también resulta ventajoso montar no sólo el dispositivo de evaluación de señales, sino también la antena de rotor directamente sobre la superficie del eje de juego de ruedas (en lugar de alojarlo, por ejemplo, dentro de un eje hueco de juego de ruedas). Esto significa que se puede prescindir por completo de agujeros, entalladuras, etc. en el eje de juego de ruedas, lo que preserva las propiedades de resistencia estructural del eje de juego de ruedas y permite su uso posterior en el uso operativo de vehículos ferroviarios.

Si los componentes individuales del dispositivo de telemetría de campo cercano están diseñados de tal manera que su fijación al juego de ruedas de medición podría provocar desequilibrios dinámicos durante el funcionamiento del juego de ruedas de medición (por ejemplo, un amplificador de medición que no rodea completamente la circunferencia del eje de juego de ruedas), éstos deben disponerse en su posición y orientación en el juego de ruedas de medición de tal manera que exista un equilibrio con la masa del dispositivo de evaluación de señales.

La invención se extiende además a un vehículo ferroviario con un juego de ruedas de medición diseñado de acuerdo con las características antes mencionadas.

La presente invención se explica a continuación con más detalle mediante un ejemplo de realización y los dibujos correspondientes. Muestran:

- la Figura 1: Rueda de un juego de ruedas de medición en vista frontal,
- la Figura 2: Rueda de un juego de ruedas de medición en vista lateral,
- la Figura 3: forma de realización alternativa de la invención con una disposición interna del dispositivo de evaluación de señales.

Las Figuras 1 y 2 muestran una primera forma de realización de un juego de ruedas de medición de acuerdo con la invención, que está instalado en un vehículo ferroviario y mediante el cual se deben determinarse mediante tecnología de medición las fuerzas reales y las condiciones de carga que se producen entre el vehículo ferroviario y los raíles de vía durante el funcionamiento del vehículo ferroviario. En el lado exterior del disco de esta rueda está colocada una fibra óptica (1), en cuyo núcleo de fibra están insertados 24 filtros ópticos de interferencia (4) en forma de rejillas de Bragg de fibra. La fibra óptica (1) está pegada al disco de rueda y unida mediante una conexión (7) a un dispositivo de evaluación de señales (3), que también está pegado al disco de rueda. Cada rejilla de Bragg de fibra presenta una superficie de filtrado y distancia individual a la conexión (7). De este modo, la fibra óptica (1) se puede colocar sobre el disco de rueda de tal manera que en todos los puntos de medición del disco de rueda esté dispuesta una rejilla de Bragg de fibra, algo conocido en sí por el estado de la técnica. De ello resulta la disposición en forma de "hoja de trébol" de la fibra óptica que une los distintos puntos de medición, característica de esta aplicación con tecnología de medición y que se puede ver claramente en la Figura 1. El dispositivo de evaluación de señales (3) dispone de una fuente de luz que está configurada para acoplar una señal de luz en la fibra óptica. Además, el dispositivo de evaluación de señales (3) presenta medios para recibir las señales de luz reflejadas por las rejillas de Bragg de fibra, estando asignada la luz reflejada por cada rejilla de Bragg de fibra a un espectro de longitudes de onda individual o específico de la rejilla. De este modo, las señales recibidas se pueden asignar fácilmente a un filtro de interferencias (4) específico o a una rejilla de Bragg de fibra y, por tanto, también a un punto de medición determinado. El dispositivo de evaluación de señales (3) está conectado mediante un cable de conexión corto a un dispositivo de telemetría de campo cercano

5 con una antena de rotor (6) integrada, que está dispuesta en el lado exterior del eje de ruedas orientado hacia el
cojinete de eje de ruedas y lo rodea de forma anular. Con esta unidad de transmisión se transmiten inductivamente
tanto señales de valores medidos, que se generan en el dispositivo de evaluación de señales (3) mediante la
evaluación de las señales recibidas por los filtros de interferencias (4), a través de una interfaz aérea a un dispositivo
estacionario para su posterior procesamiento de los datos de medición (por motivos de mayor claridad no
representados en las Figuras del ejemplo de realización), así como señales de control en sentido inverso para controlar
el dispositivo de evaluación de señales (3). Éste presenta una antena de estator orientada espacialmente con la antena
de rotor y montada en la zona de la carcasa de cojinete de juego de ruedas o del bastidor de bogie del vehículo
ferroviario. En la unidad de evaluación los datos de expansión registrados mediante tecnología de medición se
10 convierten en las fuerzas correspondientes. Todas las rutas de transmisión de datos en el juego de ruedas de medición
delante de la interfaz aérea están diseñadas como rutas de transmisión ópticas, lo que mejora significativamente la
compatibilidad electromagnética del juego de ruedas de medición o su insensibilidad a las interferencias
electromagnéticas. Como alternativa a la transmisión de datos inductiva, también sería posible la transmisión por radio.

15 La energía necesaria para el funcionamiento del dispositivo de evaluación de señales (3) y del dispositivo de telemetría
de campo cercano se transmite también de forma inductiva a través de la misma interfaz aérea. Para el suministro
eléctrico de un único dispositivo de evaluación de señales (3) con 5 voltios, se debe proporcionar una potencia eléctrica
constante de 3 vatios. Para el funcionamiento en paralelo de una pluralidad de dispositivos de evaluación de señales
se requiere una transmisión de potencia correspondientemente mayor a través de la interfaz aérea.

20 La Figura 3 muestra una segunda forma de realización alternativa de la invención con una disposición interna del
dispositivo de evaluación de señales (3) y del filtro de interferencia (4). La fibra óptica (1) con los filtros de interferencia
(4) grabados en su núcleo de fibra está aplicada en el interior de la rueda (2) orientada hacia el eje de juego de ruedas
(5). El dispositivo de evaluación de señales (3) está pegado en la superficie exterior del eje de ruedas en su zona
interior, es decir, entre las dos ruedas del eje de ruedas de medición.

Lista de símbolos de referencia:

- | | | |
|----|---|--|
| 25 | 1 | Fibra óptica |
| | 2 | Rueda |
| | 3 | Dispositivo de evaluación de señales |
| | 4 | Filtro de interferencia |
| | 5 | Eje de juego de ruedas |
| 30 | 6 | Dispositivo de telemetría de campo cercano con antena de rotor integrada |
| | 7 | Conexión |

REIVINDICACIONES

- 5 1. Juego de ruedas de medición, que comprende dos ruedas (2) conectadas por medio de un eje de juego de ruedas (5), al menos una fibra óptica (1) con respectivamente al menos un filtro óptico (4) grabado en su núcleo de fibra, en donde la al menos una fibra óptica (1) está configurada para colocarse sobre una superficie de al menos una rueda o del eje de juego de ruedas, así como al menos una fuente de luz para acoplar una señal de luz en al menos una fibra óptica (1), caracterizado por que el juego de ruedas de medición presenta además al menos un dispositivo de evaluación de señales (3), configurado para la detección y evaluación de señales de luz que están acopladas en la fibra óptica (1) modificadas por el al menos un filtro óptico (4), que está realizado en forma de un espectrómetro dispuesto en el eje de juego de ruedas (5) o en una rueda (2) del juego de ruedas de medición.
- 10 2. Juego de ruedas de medición para vehículos ferroviarios según la reivindicación 1, caracterizado por que el juego de ruedas de medición presenta un dispositivo de telemetría de campo cercano (6) conectado con el al menos un dispositivo de evaluación de señales (3) para la transmisión de datos y energía.
3. Vehículo ferroviario con juego de ruedas de medición según una de las reivindicaciones 1 o 2.

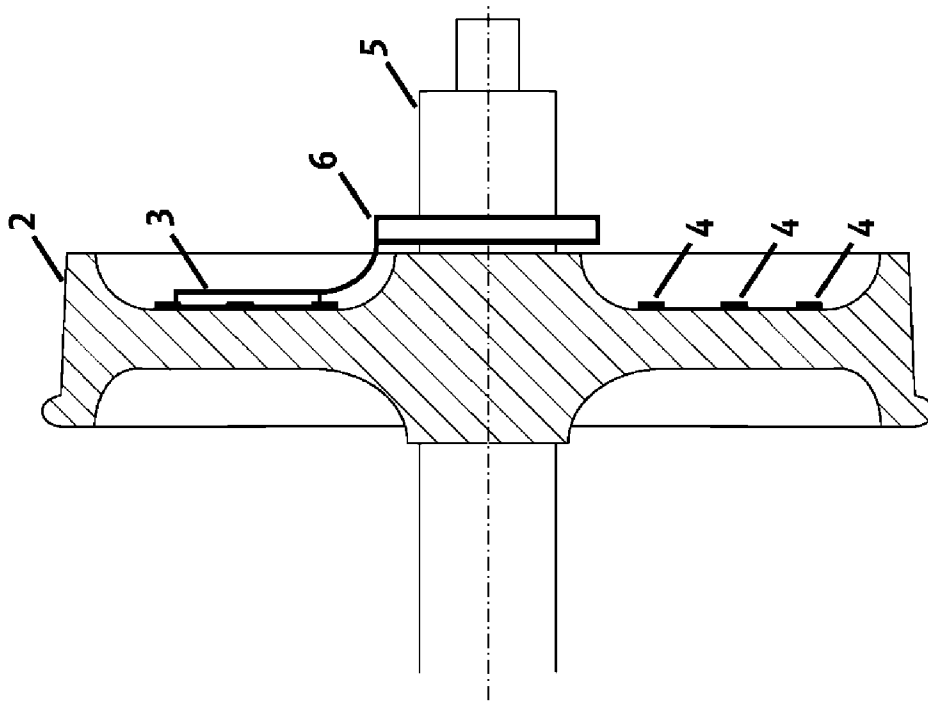


Fig. 2

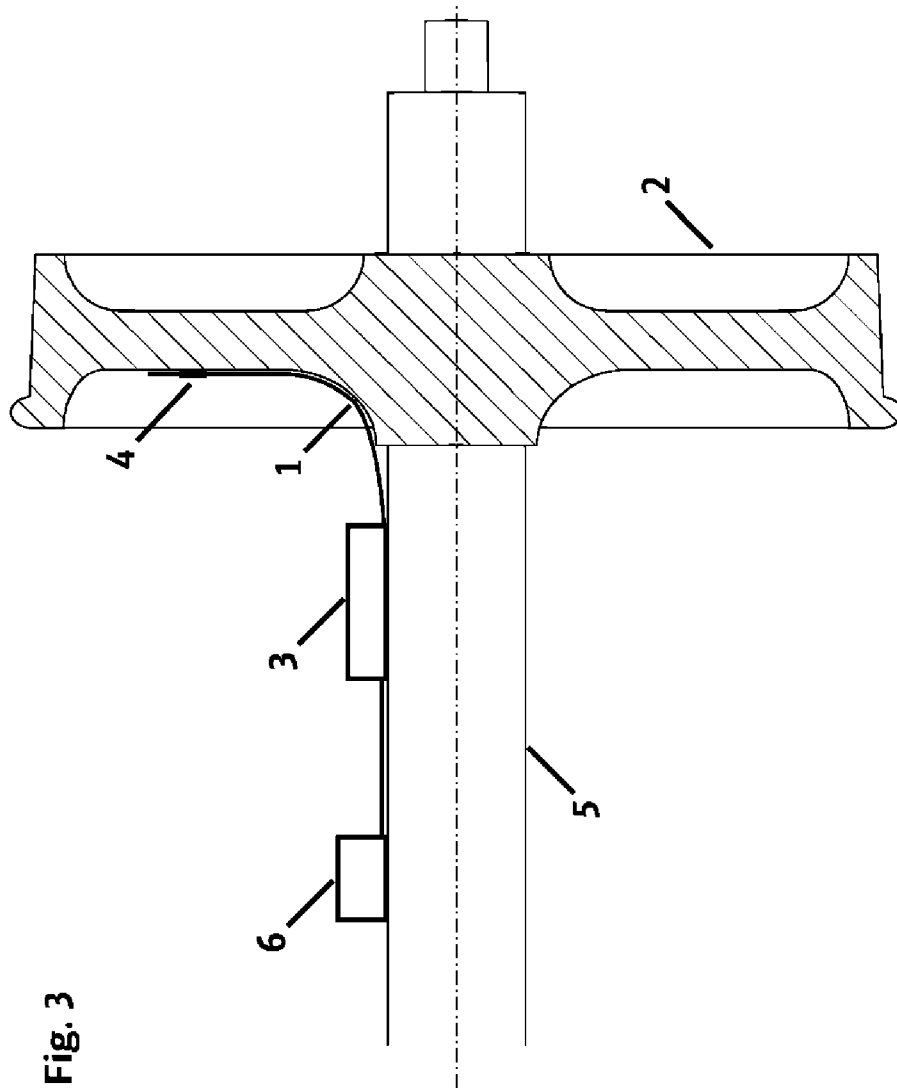


Fig. 3