(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 684 567**

(51) Int. CI.:

G01L 1/24 (2006.01)
G01L 5/16 (2006.01)
G01L 5/20 (2006.01)
G01M 17/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2010 E 10002456 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2246681**

(54) Título: **Dispositivo para medir las fuerzas que se producen entre una rueda y un carril, especialmente juego de ruedas de medición para vehículos sobre carriles**

(30) Prioridad:

28.04.2009 DE 102009018927

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.10.2018

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

BRODTKA, ANDREAS;
SCHWABE, OLAF y
GÖBER, STEFFEN

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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 para medir las fuerzas que se producen entre una rueda y un carril, especialmente juego de ruedas de medición para vehículos sobre carriles

La invención se refiere a un conjunto de ruedas de medición para vehículos ferroviarios para medir las fuerzas que se producen entre la rueda de un vehículo ferroviario y carril, comprendiendo un juego de ruedas con dos discos de rueda y un eje, estando dispuestas unas bandas extensiométricas ópticas sobre el eje en al menos un lado de cada disco de rueda del juego de ruedas y, adicionalmente si es necesario, son acoplables a una unidad de adquisición y procesamiento de datos.

Por razones comerciales, las velocidades y las cargas por eje en el transporte ferroviario están aumentando. Por diversas razones, es absolutamente necesario conocer los efectos resultantes, tanto en el vehículo como en la superestructura de la vía. Las fuerzas que se producen entre la rueda y el carril son de importancia decisiva.

Para la determinación continua de las fuerzas de contacto de la rueda, las fuerzas de guiado y las fuerzas tangenciales se desarrolló el denominado método de eje de juego de ruedas (Glasers Annalen N° 12/1972). En este método, los alargamientos por flexión y las tensiones de flexión de un eje del juego de ruedas se miden en secciones transversales de medición por medio de ocho sensores de medición (bandas extensiométricas). Como estos alargamientos por flexión y estas tensiones de flexión están relacionados con las fuerzas que se producen, sobre la base de los valores medidos también se pueden determinar las fuerzas. Una desventaja de este método es que debido a la variación del punto de contacto de rueda, la fuerza de guía está sujeta a un error de medición relativamente grande.

Para determinar las fuerzas verticales entre la rueda y el carril en el punto de contacto de la rueda, se desarrolló una rueda de medición (DE-PS 2647505). En esta rueda de medición se han previsto en la llanta una pluralidad de hendiduras que se extienden una al lado de la otra en la dirección circunferencial de forma transversal al plano de la rueda. En estas hendiduras, los sensores se distribuyen dispuestos sobre la anchura de la llanta. Mediante esta rueda de medición no es posible determinar las fuerzas horizontales entre la rueda y el carril.

La medición de las fuerzas horizontales entre la rueda y el carril es posible independientemente del punto de contacto de la rueda mediante un juego de ruedas de medición de acuerdo con el documento OS-DE 3114499 A1 en el cual están dispuestos sobre el eje ocho sensores de medición en cada una de tres secciones transversales de medición, estando colocados cuatro sensores de medición en dirección axial y cuatro sensores de medición de forma transversal a la dirección axial. En este caso, la desventaja es, sin embargo, que las influencias de temperatura pueden afectar en gran medida los resultados de la medición.

Por los documentos DE 42 18 929 C1, WO 00/20831 y DE 31 14 499 A1 se conocen unos juegos de ruedas de medición para la determinación de las fuerzas que se producen entre la rueda y el carril, en las cuales por cada radio están dispuestos ocho sensores de medición, habiendo, por ejemplo, cuatro sensores de medición en la cara interna del disco de rueda y cuatro sensores de medición en la cara externa del disco de rueda. En este caso existen al menos dos radios de medición por cada disco de rueda. Para la determinación del valor de medición se han interconectado ocho sensores de medición (R1 a R8) de un radio de medición para formar dos puentes de medición de Wheatstone, siendo pareja dos sensores de medición en la cara interna del disco de rueda y dos sensores de medición en la cara externa del disco de rueda. En particular, se utilizan como sensores de medición las bandas extensiométricas (DMS por sus siglas en alemán) que se pegan al disco de rueda.

Como resultado, las fuerzas horizontales entre la rueda y el carril se miden sin la influencia del punto de contacto de la rueda, por lo que es posible obtener informaciones unívocas respecto de la seguridad contra descarrilamiento y de la solicitación de la vía.

Todos los juegos de ruedas de medición utilizados actualmente en el campo de la tecnología de medición ferroviaria para la medición de las fuerzas que actúan en el punto de contacto rueda-carril se basan en el uso de bandas extensiométricas eléctricas (DMS). Aunque ahora están perfeccionadas en términos de fabricación y aplicación, también presentan algunas desventajas no despreciables. Por lo tanto, como con todos los medios de medición eléctricos, se presenta la influencia sobre la señal de medición por campos electromagnéticos y, por lo general, no puede ser eliminada por completo. Además, los DMS son conductores de corriente que, por lo general, están conectados a puentes integrales de Wheatstone. El coste de cableado requerido no solo compromete valiosos recursos humanos y, por lo tanto, causa altos costes y demoras de producción, sino que también plantea riesgos para la fiabilidad de los elementos de medición, porque el cableado a gran escala aumenta la probabilidad de daños o, en prevención de esto, el coste de proteger los puntos de medición.

Para la transmisión de las señales generadas por el DMS se requieren costosos dispositivos de transmisión multicanales, la denominada telemetría. Aquí, en primer lugar, se deben nombrar los anillos colectores, cuya desventaja principal es la transmisión de las señales analógicas cargada de desgaste, lo que conduce a trayectos de transmisión condicionalmente fiables y mayores costes de conservación. Además, se han desarrollado y utilizado sistemas de telemetría que ya llevan a cabo acondicionamientos de señales sobre el juego de ruedas rotativas hasta la digitalización de las señales y, gracias a una transferencia óptica de las informaciones, eliminaron el principal

inconveniente de los anillos colectores. Sin embargo, estos costosos sistemas electrónicos están sujetos a una enorme carga de choque que, en el intervalo de frecuencia más alta puede ser de hasta varios 1000 m/s^2 y a menudo conducen a la necesidad de reparación de estos repetidores. Además, la parte de telemetría alojada en el eje del juego de ruedas que en el sector del cojinete del juego de ruedas está sujeta a las condiciones de temperatura prevalecientes que también pueden causar al menos un fallo temporal. Esto podría evitarse mediante una modificación de este tipo de repetidores que se montaba exclusivamente fuera del juego de ruedas, lo cual, no influido por la temperatura del cojinete, permitía una mayor disponibilidad.

Todos los repetidores de señales mencionados hasta ahora tienen una desventaja en común: las señales generadas sobre el juego de ruedas deben conducirse a la parte giratoria del repetidor mediante cables a través de taladros en el eje del juego de ruedas. Estos taladros significan que los ejes de las ruedas de medición de los juegos de ruedas de medición se destruyen en términos de resistencia a la fatiga y solo se pueden operar bajo condiciones de seguridad especiales. Una reutilización posterior de ejes de juegos de ruedas en aplicación operacional en vehículos ferroviarios no es posible por razones de seguridad.

Para eliminar esta esencial desventaja económica se han desarrollado opciones de transmisión inalámbrica que por medio de radio o inductivamente transmiten desde el sistema rotativo al estático las señales generadas en el juego de ruedas. Por lo tanto, se puede prescindir de los taladros dañinos, sin embargo la energía eléctrica todavía tiene que ser transferida al sistema de medición aplicado al juego de ruedas. En el caso de la transmisión inductiva deben nombrarse, en este caso, los límites de tolerancia estrechos de la distancia entre las antenas del rotor y las antenas del estator; en el caso de la transmisión por radio son los acumuladores o bien las baterías en el lado del juego de ruedas los que requieren un acceso frecuente al sistema con el fin de recambio o recarga.

Por los documentos DE 102 49 896 A1, EP 1 129 327 B1 y el documento DE 100 04 384 C2 se conocen bandas extensiométricas ópticas de diferentes tipos.

El documento DE 10 2005 030 751 A1 describe una banda extensiométrica óptica, que se compone de un sustrato plano hecho, preferentemente, de plástico y una capa de cubrición, entre los cuales está dispuesto al menos un guíaondas óptico en unión no positiva. El guíaondas óptico tiene al menos una parte con una rejilla de Bragg para detectar el alargamiento de un cuerpo deformado o de otra área de un componente. El guíaondas óptico está incorporado como sustrato en al menos un canal de guía previsto en la lámina de soporte. El canal de guía con el guíaondas óptico y la rejilla de Bragg incorporada a la misma se cierran mediante una lámina recubridora como capa de cubrición que se compone del mismo material que la lámina de soporte.

Por el documento DE 10 2005 030 753 A1 es conocido una banda extensiométrica óptica para la medición del alargamiento multiaxial que incluye al menos dos secciones rectilíneas de guíaondas ópticos con rejillas de Bragg. Entre la sección del guíaondas de alimentación y las secciones de guíaondas de medición que contienen las rejillas de Bragg, está dispuesto un elemento de expansión de haz.

El documento US 2005/0253051 describe un dispositivo para el control de un cuerpo rotativo, preferentemente el eje del rotor de un helicóptero, en el que un guíaondas óptico con múltiples rejillas de fibra de Bragg contenidas en el mismo está dispuesto en un cuerpo rotativo para la detección de la deformación. Para la medición entre la rueda y el carril, el dispositivo no es adecuado para el tráfico ferroviario, ya que está instalado sin protección. Las fuerzas que actúan entre la rueda y el carril no se pueden detectar mediante este dispositivo.

El documento EP 1 780 524 A2 describe un juego de ruedas de medición para vehículos ferroviarios, en el que los sensores de medición están dispuestos sobre el disco de rueda a manera de bandas extensiométricas para la detección de fuerzas que se producen en situación de marcha. En este caso no se utilizan los guíaondas ópticos ni los transmisores rotativos ópticos.

Por consiguiente, la invención se basa en el objetivo de desarrollar un juego de ruedas de medición que no requiera las propiedades desventajosas mencionadas de los componentes individuales y, sin embargo, sea económico de fabricar.

Esto se logra según la invención porque sobre el juego de ruedas está dispuesto al menos un guíaondas óptico con las bandas extensiométricas ópticas alojadas en el mismo, siendo cada guíaondas óptico de los lugares de aplicación guiados sobre un disco de rueda y, eventualmente, sobre el eje del juego de ruedas rotativas por medio del sector de eje entre un asiento de rueda y un asiento de cojinete de juego de ruedas, conducido a través de una abertura en el aro laberíntico y, a continuación, mediante una hendidura/ concavidad extendida axialmente sobre la pared interior de un aro interior de cojinete de juego de ruedas y conectado, por ejemplo, con un transmisor rotativo óptico, dispuesto en la tapa de cojinete de un juego de ruedas de una caja de cojinetes del juego de ruedas, que es acoplable a la unidad de adquisición y procesamiento de datos que separa por canales las informaciones contenidas en los guíaondas ópticos y las asigna a los lugares de aplicación respectivas, mediante lo cual se pueden determinar las fuerzas actuantes entre la rueda y el carril. Por lo general, no se requiere el segundo extremo del guíaondas óptico, sin embargo es conducido en conjunto con el primer extremo al transmisor rotativo óptico, pero no es conectado con el mismo. En el caso de un daño del guíaondas óptico se abren al usuario dos opciones. Si todas las bandas extensiométricas se encuentran en una y la misma parte del guíaondas óptico, dicho extremo debe

conectarse al transmisor rotativo óptico. Si, en cada caso, se encuentra un número de bandas extensiométricas sobre ambas partes del guíaondas óptico cortado, es necesario reparar el mismo mediante procedimientos apropiados y conocidos. Con este fin, el guíaondas óptico se aplicará en la fase de fabricación del juego de rueda de medición, de manera tal que pueda desprenderse de forma no destructiva, pero que, sin embargo, no se desprenda durante el uso. Por supuesto, la invención también se puede aplicar a los bancos de prueba de rodillos, siempre que simulen o bien emulen un juego de ruedas de medición de acuerdo con la invención.

La abertura para recibir el guíaondas óptico en el anillo laberíntico y en el aro interior del cojinete del juego de ruedas puede ser un taladro o un abombamiento o una concavidad o una ranura o una garganta.

La unidad de adquisición y procesamiento de datos está dispuesta en un compartimiento del vagón en cuestión y, por consiguiente, no está alojada en el sector de choque de las ruedas en rotación.

Las bandas extensiométricas ópticas conducidas en el guíaondas óptico están conectados en serie.

Las bandas extensiométricas ópticas pueden estar aplicadas en ambos lados del disco de rueda y, si es necesario, sobre el eje.

El repetidor rotativo óptico presenta, de tal manera, un rotor y un estator. Por ejemplo, es ajustado céntrico de forma elástica en una abertura en la tapa del cojinete del juego de ruedas y mediante medidas adecuadas.

Ventajas de la invención:

- no se produce ninguna influencia de la señal de medición debida a campos electromagnéticos,
- la aplicación en el disco de rueda puede ser unilateral,
- el coste de cableado se reduce significativamente (costes de producción, costes de personal),
- se incrementa la confiabilidad de los elementos de medición,
- se necesitan elementos de transmisión menos costosos,
- se reducen las influencias negativas sobre la calidad de transmisión,
- se reducen los costes de conservación,
- ya no se requieren taladros en el eje del juego de ruedas,
- por lo tanto, los ejes del juego de ruedas se pueden reutilizar en el uso operacional sin necesidad de utilizar medios de medición,
- no se debe transmitir energía eléctrica al sistema de medición aplicado al juego de ruedas,
- en su precisión, los resultados de medición se corresponden con los requerimientos.

Ejemplo de realización

A continuación, la invención se explicará más en detalle mediante un ejemplo de realización.

Muestran:

- La figura 1, el disco de juego de ruedas con un guíaondas óptico en vista de arriba,
- la figura 2, el juego de ruedas en sección transversal,
- la figura 3, la conducción del guíaondas óptico en el sector del cojinete de juego de ruedas,
- la figura 4, la disposición del repetidor rotativo óptico en la tapa de cojinete de juego de ruedas.

El guíaondas óptico (LWL) (1) se monta conectado continuamente en serie sobre el disco de rueda (2) del juego de ruedas (figura 1). Luego es guiado en el eje de juego de ruedas (3) hacia el exterior (figura 2). El guíaondas óptico (1) es conducido por medio de una concavidad (5) dispuesta en el aro interior del cojinete (4) de juego de ruedas, donde los elementos rodantes (6) y el aro exterior del cojinete (7) de juego de ruedas están dispuestos sobre el aro interior del cojinete (4) del juego de ruedas.

La fibra óptica (1) es luego guiada a un repetidor rotativo óptico (9) dispuesto en la tapa de cojinete (8) del juego de ruedas que se compone de un estator (10) y un rotor (11). La tapa del cojinete (8) del juego de ruedas está fijada a la caja del cojinete del juego de ruedas (12). El guíaondas óptico (1) se puede conectar desde el repetidor rotativo (9) con una unidad de adquisición y procesamiento de datos no mostrada. Esta extrae de la señal de luz la

información específica para cada banda extensiométrica óptica y la ofrece a través de una interfaz de datos adecuada para un uso posterior.

Lista de las referencias utilizadas

1 guíaondas óptico (LWL)

2 disco de rueda

3 eje de juego de ruedas

4 aro interior de cojinete de juego de ruedas

5 concavidad

6 elementos rodantes

7 aro exterior de cojinete de juego de ruedas

8 tapa de cojinete de juego de ruedas

9 transmisor rotativo

10 estator

11 rotor

12 caja de cojinetes del juego de ruedas

REIVINDICACIONES

1. Juego de ruedas de medición para vehículos ferroviarios para la medición de las fuerzas que se presentan entre una rueda del vehículo ferroviario y el carril, incluyendo un juego de ruedas con dos discos de rueda y un eje, estando dispuestas unas bandas extensiométricas ópticas sobre el eje en al menos un lado de cada disco de rueda del juego de ruedas y, adicionalmente si es necesario, son acoplables a una unidad de adquisición y procesamiento de datos caracterizado por que sobre el juego de ruedas está dispuesto al menos un guíaondas óptico (1) con las bandas extensiométricas ópticas alojadas en el mismo, siendo cada guíaondas óptico (1) de los tipos de aplicación guiados sobre un disco de rueda (2) y, eventualmente, sobre el eje del juego de ruedas rotativas por medio del sector de eje entre un asiento de rueda y un asiento de cojinete de juego de ruedas, conducido a través de una abertura en el aro laberíntico y, a continuación, mediante una hendidura/ concavidad (5) extendida axialmente sobre la pared interior de un aro interior de cojinete (4) de juego de ruedas y conectado, por ejemplo, con un transmisor rotativo óptico (9), dispuesto en la tapa de cojinete (8) de un juego de ruedas de una caja de cojinetes (12) del juego de ruedas, que es acoplable a la unidad de adquisición y procesamiento de datos que separa por canales las informaciones contenidas en los guíaondas ópticos (1) y las asigna a los tipos de aplicación respectivas, mediante lo cual se pueden determinar las fuerzas actuantes entre la rueda y el carril.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la abertura para recibir el guíaondas óptico en el anillo laberíntico y en el aro interior del cojinete del juego de ruedas puede ser un taladro o un abombamiento o una concavidad o una ranura o una garganta.

3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que las bandas extensiométricas ópticas conducidas en el guíaondas óptico (1) están conectadas en serie y cada banda extensiométrica óptica trabaja en un intervalo de longitud de onda típico, con lo cual después se puede realizar en la unidad de adquisición y procesamiento de datos la extracción de los diversos componentes espectrales.

4. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las bandas extensiométricas ópticas están aplicadas, opcionalmente, en una o ambas caras de uno y el mismo disco de rueda (2) y cada disco de rueda (2), para el cual se han de determinar las fuerzas, está aplicada de forma apropiada para la medición.

5. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el transmisor rotativo óptico (9) presenta un rotor (11) y un estator (10) y tiene una suficiente capacidad de resistencia frente a los esfuerzos de oscilación en el lugar de montaje.

6. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que en el caso de un corte del guíaondas óptico (1), todas las bandas extensiométricas se encuentran en una y la misma parte del guíaondas óptico (1) o el extremo correspondiente de dicha parte está o estará acoplado con el transmisor rotativo óptico (9) o por que el lugar de corte es puesto nuevamente en condiciones mediante la inserción de un tramo adicional de guíaondas óptico (1).

7. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el guíaondas óptico (1) está fijado de tal manera que durante el funcionamiento es imposible un desprendimiento de los lugares de aplicación, sin embargo se puede realizar una remoción intencional del guíaondas óptico (1) de sus lugares de aplicación con fines de reparación.

8. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que por razones de redundancia ambos extremos del guíaondas óptico (1) están acoplados con el transmisor rotativo óptico (9), pero solo un extremo está conectado de hecho con el transmisor rotativo óptico (9).

Figura 2

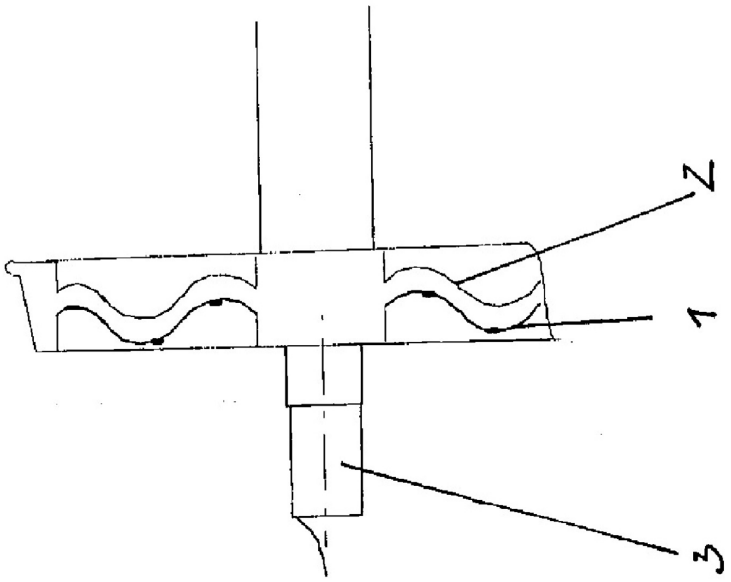


Figura 1

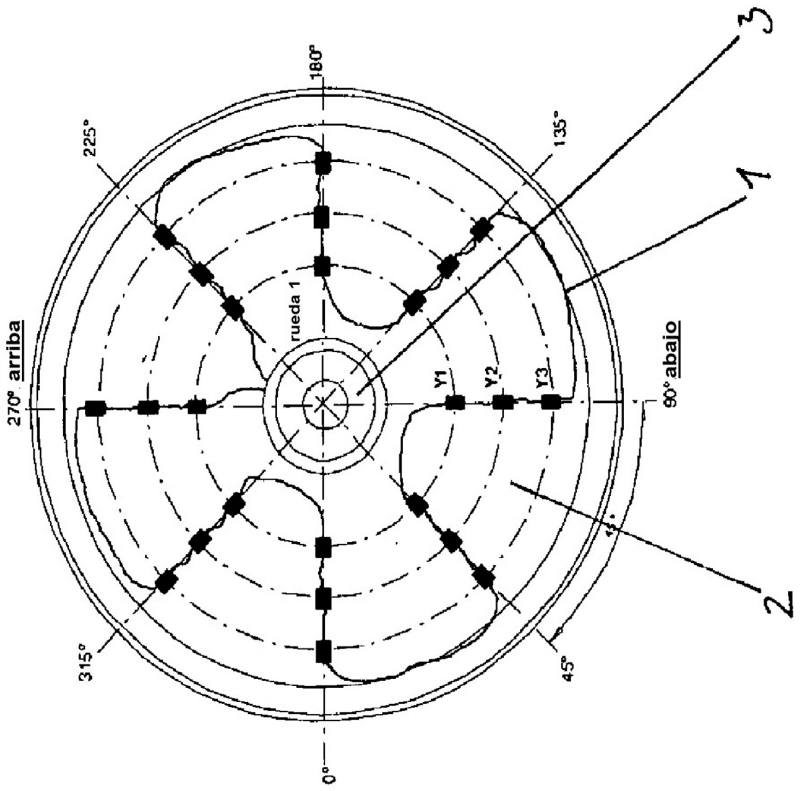


Figura 3

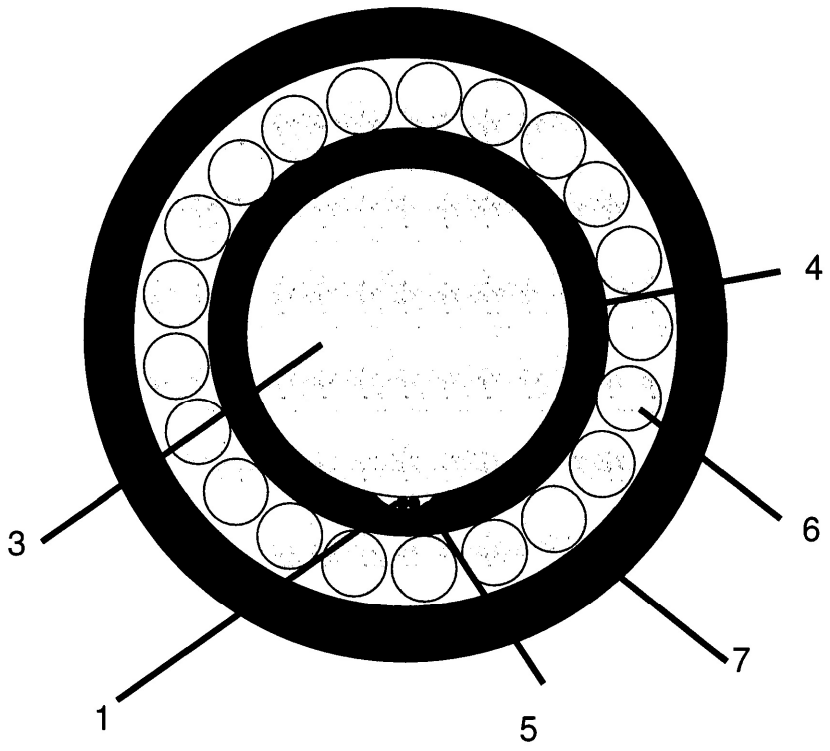


Fig. 4

