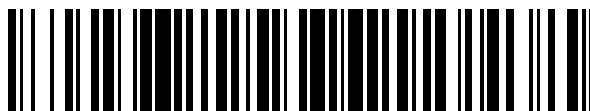


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 906**

51 Int. Cl.:

G08G 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2014** **PCT/EP2014/059663**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014** **WO14184144**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2014** **E 14723437 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019** **EP 2997560**

54 Título: **Sistema y cable de sensor**

30 Prioridad:

13.05.2013 EP 13167467

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

30.04.2020

73 Titular/es:

PSS CONSULTANCY & EQUIPMENT B.V.

(100.0%)

de Wielewaal 10

5993 HB Maasbree, NL

72 Inventor/es:

MEULENBERG, ROB;

BORGHANS, HUBERTUS y

VAN DE VEN, MATTHIJS THEODORUS

WILHELMUS

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 757 906 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

Sistema y cable de sensor

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a un cable de sensor que comprende una línea de señal deformable para transmitir una señal, y una o más partes rígidas y una o más partes resilientes para deformar de manera reversible la línea de señal en el cable bajo la influencia de una carga externa variable en el cable y afectar con la misma a una propiedad de transmisión de señal de la línea de señal para transmitir la señal. La presente divulgación también se refiere a un sistema que comprende tal cable de sensor y a un método.

Antecedentes

15 A partir del documento WO 2004/006200 se conoce un cable de sensor del tipo descrito anteriormente.

Se observa que se conocen sistemas adicionales que comprenden detectores basados en fibra óptica que se basan en la deformación reversible de fibras ópticas a partir de, entre otros, los documentos WO 98/26388, JP 2005/184772, US 4.572.950, EP 1 571 433, EP 0 419 267, GB 2 015 844, US 4.701.614, US 4.927.232, WO 2005/034058, JP 10-153 716 y KR 1993 0 065 855.

Otros ejemplos de cables de sensor se describen en los documentos WO02/065426 y WO99/19697. Aunque tales dispositivos son generalmente bastante eficaces, se desean mejoras adicionales, por ejemplo, con respecto al aumento de sensibilidad y/o reducción de tamaño, costes de fabricación, costes de instalación y/o costes de funcionamiento.

Sumario

30 En vista de tales deseos, se proporcionan un cable de sensor, sistema y método según las reivindicaciones adjuntas.

En el cable de sensor proporcionado, una parte del cable comprende un eje y un núcleo que se extiende a lo largo del eje, una parte de la línea de señal se bobina de manera helicoidal alrededor del núcleo y las partes rígidas y resilientes se disponen para, bajo la influencia de la carga externa variable en el cable de sensor, deformar de manera reversible la línea de señal con respecto al eje.

40 Tal cable de sensor proporciona una longitud de línea de señal grande con respecto a la longitud de cable de sensor, lo que aumenta la sensibilidad. La longitud de línea de señal por longitud de cable de sensor puede determinarse seleccionando un tamaño de núcleo y una inclinación de bobinado de la línea de señal alrededor del núcleo. El tamaño y/o forma del núcleo, por ejemplo, el diámetro de núcleo, y/o la inclinación de bobinado puede variar a lo largo del cable.

45 La carga externa variable puede provocar deformación de varios bobinados de la línea de señal, aumentando la intensidad de señal en un sistema basado en el cable de sensor.

50 En un cable de sensor que comprende varias partes rígidas, puede proporcionarse una gran densidad de partes rígidas por unidad de longitud del cable de sensor con una densidad inferior de partes rígidas por unidad de longitud de unidad de línea de señal. Esto facilita proporcionar varias zonas de deformación bien separadas a lo largo de la línea de señal debido a una sola parte rígida que deforma varios bobinados de línea de señal y/o un número de (posiblemente estrechamente espaciadas) partes rígidas que deforman varios bobinados de línea de señal y/o varias partes de un bobinado de línea de señal, aumentando además la sensibilidad. Además, cada deformación en tal zona de deformación puede mantenerse relativamente pequeña y provocar un nivel de señal relativamente bajo, mientras que el efecto combinado de varias deformaciones puede proporcionar una señal significativamente más intensa, por ejemplo, comparable a una sola deformación grande. Esto facilita el mantenimiento de la deformación de línea de señal dentro del intervalo de deformación plástica del material de línea de señal, aumentando la robustez del cable de sensor y/o permitiendo el uso de material de línea de señal relativamente delicado.

60 En el contexto de este trabajo, una parte se considera rígida si es lo suficientemente fuerte y mantiene la forma para actuar sobre y deformar la línea de señal contra la fuerza de la(s) parte(s) resiliente(s) y la adecuada rigidez y resiliencia de la línea de señal, que, a su vez, proporcionan resistencia a tal deformación y fuerzan a la línea de señal de vuelta hacia una geometría y/o forma específica con respecto al eje sin la carga externa.

65 La línea de señal puede ser un objeto alargado y la deformación puede comprender una flexión lateral de la línea de señal con respecto al sentido de elongación.

En una realización, la línea de señal comprende una guía de luz alargada, en particular una fibra óptica, más en

- particular, una fibra óptica de plástico. Esto permite el uso de luz como portador de señal, que puede generarse, manipularse, blindarse y detectarse por técnicas fiables y predecibles. Además, las señales ópticas son generalmente insensibles a campos de dispersión magnéticos y/o eléctricos, pero pueden controlarse por medios mecánicos, que incluyen la deformación de una guía de luz a través de la cual las señales viajan para afectar a la intensidad transmitida. Las fibras ópticas son muy conocidas y fibras que pueden guiar luz con poca pérdida de más de cientos de metros de longitud de fibra están disponibles comercialmente. El cambio de un radio de flexión de una fibra óptica puede cambiar la dispersión y/o pérdida de luz al salir de la fibra, lo que puede ser detectable. Tal dispersión y/o pérdida puede ser dependiente de la longitud de onda.
- 10 Las fibras ópticas de plástico tienden a proporcionar una amortiguación en cierta medida más alta que las fibras de vidrio, pero también tienden a ser significativamente más baratas y robustas con respecto a la flexión que las fibras de vidrio, en particular con respecto a las flexiones repetidas.
- 15 Una o más de las partes resilientes puede formarse por partes de la propia línea de señal. Esto se aplica en particular si la línea de señal comprende un objeto de plástico, por ejemplo, una fibra óptica de plástico, que puede presentar una resiliencia inherente significativa para volver a su forma anterior cuando se deforma de manera plástica transitoria. Esto facilita la construcción del cable de sensor. Por ejemplo, una parte de la línea de señal puede soportarse sobre un hueco en el núcleo para presionarse de manera reversible en el hueco por una o más de las partes rígidas cuando el cable de sensor se somete a una carga adecuada.
- 20 Para deformar la línea de señal, en particular, por deflexión, puede proporcionarse una parte rígida adecuada por una parte dura y/o de plástico grueso y/o metálica local, adyacente a una parte relativamente más delgada y/o más uniforme, por ejemplo, pueden proporcionarse las partes rígidas mediante una capa corrugada y/o almenada adyacente a la línea de señal, donde las almenas y/o corrugaciones relativamente rígidas están separadas por espacios y/o huecos (parcialmente) llenos con uno o más materiales más uniformes que son preferiblemente resilientes para forzar la línea de señal de vuelta a una configuración específica. Obsérvese que también pueden proporcionarse partes resilientes mediante la línea de señal tal como se indicó anteriormente.
- 25 Las partes rígidas y resilientes pueden disponerse para efectuar la deformación reversible en dirección radial respecto al eje. Esto facilita el uso del cable de sensor disponiendo el cable de sensor generalmente perpendicular a la dirección (esperada) de las fuerzas de la carga. También permite el uso de un núcleo flexible, por ejemplo, un objeto longitudinalmente flexible, pero que preferiblemente es relativamente rígido en dirección radial, como un tubo, varilla, cable, alambre y/o monofilamento flexible de metal, plástico y/o vidrio. Tal cable de sensor también puede facilitar la fabricación, por ejemplo, proporcionando una cantidad de material con partes rígidas y una o más capas de material resiliente, y bobinando la línea de señal alrededor del núcleo proporcionado de ese modo. Como ejemplo, al menos algunas de las partes rígidas y/o al menos algunas de las partes resilientes pueden disponerse radialmente hacia el interior de la línea de señal, en relación con el eje. Esto facilita la detección de fuerzas que actúan sobre el cable de sensor con un componente sustancialmente radial o tangencial con respecto al eje, por ejemplo, extendiéndose el cable de sensor generalmente perpendicular a la dirección de la fuerza que va a detectarse.
- 30 En una realización particular, la una o más partes rígidas están radialmente fuera de la parte helicoidal de la línea de señal y la una o más partes resilientes están radialmente dentro de la parte helicoidal de la línea de señal, por ejemplo, formando parte de un material de núcleo resiliente. Las partes rígidas pueden también o alternativamente proporcionarse sobre o por el material de núcleo, o proporcionarse sobre o por un revestimiento por encima del núcleo y la línea de señal y/o proporcionarse por otra capa radialmente dentro o fuera de la línea de señal con respecto al eje. Un reborde o alambre alargado de material rígido que se extiende a lo largo del eje, preferiblemente radialmente hacia el exterior de la parte de fibra, puede proporcionar una serie de partes rígidas de deformación en bobinados adyacentes de la línea de señal donde estas últimas cruzan el reborde o el alambre.
- 35 Las partes rígidas pueden distribuirse de manera uniforme y/o irregular alrededor del núcleo. En una realización a modo de ejemplo, en al menos parte del cable se bobina la línea de señal alrededor del núcleo en un patrón helicoidal con una quiralidad y una inclinación con respecto al eje y se proporcionan las partes rígidas en un patrón helicoidal alrededor del núcleo con una quiralidad y/o inclinación diferente con respecto al eje. Diferentes pasos proporcionan que se proporcionen partes rígidas en diferentes posiciones de rotación a lo largo del eje de cable de sensor de manera que pueden detectarse con mayor fiabilidad cargas desde diferentes direcciones con respecto al eje de cable. La provisión de patrones helicoidales con quiralidad opuesta aumenta, en comparación con patrones de la misma anchura e inclinación, pero que se hacen rotar de manera conjunta, la densidad de cruces de los patrones en dirección axial y puede reducir la longitud sobre la que los patrones de cruce se superponen entre sí en los cruces. Ambos efectos aumentan la sensibilidad, proporcionando el primero más puntos de cruce por unidad de longitud del cable de sensor y proporcionando el último zonas de deformación ubicadas más claramente y espacialmente resueltas en comparación con patrones de la misma anchura e inclinación, pero haciéndose rotar de manera conjunta.
- 40 En una realización, la parte de línea de señal es una primera parte de línea de señal y el cable también comprende una segunda parte de línea de señal que se extiende a través de y/o adyacente al núcleo, extendiéndose de ese

modo adyacentes a la primera parte de línea de señal. La segunda parte de línea de señal también puede bobinarse de manera helicoidal alrededor del núcleo. Las partes de línea de señal primera y segunda pueden ser líneas separadas dispuestas para transmitir señales independientemente entre sí, y no necesitan ser de un mismo tipo, por ejemplo, la primera línea de señal que comprende un cable óptico y la segunda línea de señal que comprende un cable eléctrico. Las partes de línea de señal primera y segunda pueden estar blindadas del contacto entre sí y/o afectarse entre sí, por ejemplo, extendiéndose la segunda parte de línea de señal a través del núcleo y proporcionando el núcleo blindaje mecánico y/o blindaje con respecto a propiedades de transmisión de señal, como blindaje electromagnético.

Sin embargo, las partes de línea de señal primera y segunda pueden ser de tipo similar o idéntico. Esto facilita el uso del cable de sensor. Cuando ambas de las partes de línea de señal primera y segunda del mismo tipo, pero no idénticas, por ejemplo, que tienen diferente resistencia a la deformación y/o afectan a las propiedades de transmisión de señal de las líneas de señal de manera diferente, el cable de sensor puede proporcionar una mayor sensibilidad, fiabilidad y/o respuesta dinámica, y/o más y/o diferentes tipos de información. Por ejemplo, comprendiendo la primera parte de línea de señal una fibra óptica de banda ancha y comprendiendo la segunda parte de línea de señal una polarización de monomodo que mantiene la fibra óptica, o utilizando la primera parte de línea de señal con una señal continua y utilizando la segunda parte de línea con un tiempo variable, por ejemplo, señal pulsada.

Además, si la segunda línea de señal, las partes rígidas y las partes resilientes también están dispuestas para, bajo la influencia de la carga externa variable sobre el cable de sensor, deformar de manera reversible la segunda línea de señal con respecto al eje, ambas partes de línea de señal pueden utilizarse para detectar la carga. Cuando ambas líneas de señal primera y segunda se deforman bajo la misma carga, puede utilizarse cada línea de señal de carga para comprobar la otra y/o puede proporcionarse cuando se utiliza en combinación con una señal de sensor más intensa, aumentando la sensibilidad del cable de sensor.

Además, las partes de línea de señal primera y segunda pueden disponerse extendiéndose generalmente adyacentes entre sí y estando en contacto entre sí en una o más ubicaciones y/o estando (localmente) separadas entre sí por una capa deformable. En tales casos y si la segunda línea de señal es suficientemente rígida, la segunda línea de señal puede utilizarse para proporcionar al menos alguna de la una o más partes rígidas para deformar la primera parte de línea de señal de bobinado helicoidal. Además, la primera parte de línea de señal puede proporcionar una o más partes rígidas para deformar a cambio la segunda parte de línea de señal. En un ejemplo, la segunda parte de línea de señal puede bobinarse de manera helicoidal alrededor del núcleo y por encima y/o debajo de la primera parte de línea de señal.

Por ejemplo, dos fibras ópticas montadas de manera móvil que cruzan de manera idéntica, cuando una se presiona contra la otra en o cerca del cruce, pueden proporcionar una deformación mutua suficiente para poder detectarse en cualquiera de las fibras.

Las partes de línea de señal primera y segunda pueden ser partes de una sola disposición de transmisión de señal, siendo en particular partes de una línea de señal, como partes de una línea de señal invertida, por ejemplo, una fibra óptica en bucle. Esto permite disponer tanto los extremos de entrada como de salida de señal de la línea de señal en o cerca de un lado físico del cable de sensor, y cuando ambas líneas de señal primera y segunda pueden deformarse bajo la misma carga, la señal puede combinarse para comprobar y/o aumentar un nivel de señal tal como se describió anteriormente.

En una realización particular, la primera parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal alrededor del núcleo con una primera quiralidad e inclinación con respecto al eje y la segunda parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal alrededor del núcleo y la primera parte de línea de señal en una quiralidad opuesta y con una inclinación diferente con respecto al eje que la primera parte de la línea de señal. Esto facilita la fabricación del cable de sensor.

En una realización, la segunda parte de línea de señal se extiende de manera sustancialmente axial a lo largo del eje de cable y la primera parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal alrededor de la segunda parte de línea de señal, formando la segunda parte de línea de señal el núcleo alrededor del cual la primera parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal. Esto permite la construcción de un cable de sensor relativamente delgado. En particular, cuando las líneas de señal primera y segunda son similares o incluso idénticas, las líneas de señal primera y segunda pueden formar partes rígidas para deformar mutuamente las líneas de señal bajo la carga.

En una realización, una parte del núcleo comprende un eje de núcleo y una ranura helicoidal alrededor del eje de núcleo para recibir al menos parte de la línea de señal. Por tanto, la línea de señal puede estar parcialmente integrada en el núcleo, definiendo la posición de la línea de señal con respecto al núcleo, protegiendo la línea de señal contra la deformación más allá del dominio de la deformación plástica y/o facilitando la manipulación del cable de sensor.

En una realización particular, dicha parte del núcleo también comprende una segunda ranura helicoidal alrededor del

eje de núcleo para recibir una segunda parte de línea de señal. Por tanto, también la segunda parte de línea de señal puede estar parcialmente integrada en el núcleo y, además de los beneficios mencionados anteriormente para cada parte de línea de señal, las posiciones relativas de varias partes de línea de señal pueden estar bien definidas.

Una o, cuando sea aplicable, más partes de las ranuras en el núcleo puede dotarse de una corrugación (regular o irregular) dispuesta para proporcionar la una o más partes rígidas. En una realización, el núcleo comprende una parte interior y una capa de cubierta, en el que la parte interior comprende una parte roscada con una primera quiralidad e inclinación, y la capa de cubierta proporciona la ranura helicoidal, en el que la ranura tiene otra quiralidad y/o inclinación que la parte interior, de manera que la rosca helicoidal de la parte interior proporciona corrugaciones para deformar una línea de señal recibida en la ranura.

En una realización que tiene dos ranuras helicoidales, las ranuras pueden disponerse para cruzarse entre sí y en las posiciones de los cruces proporcionarse con rebajes y/o partes relativamente uniformes, permitiendo el movimiento radial de las partes de línea de señal recibidas en las ranuras en la ubicación de los cruces.

En una realización, el cable comprende un revestimiento deformable alrededor de la línea de señal y el núcleo, que protege la línea de señal y el núcleo mientras que se permite la deformación deseada bajo la carga.

En un aspecto y según lo anterior, se proporciona un sistema, que comprende un cable de sensor tal como se proporciona en el presente documento y que comprende además una fuente dispuesta para transmitir una señal a través de la línea de señal del cable de sensor y un receptor dispuesto para detectar al menos parte de la señal emitida por la fuente y transmitida a través de la línea de señal. Por tanto, el sistema proporciona un sensor para detectar la presencia de la carga completa con fuente de señal y detector de señal. También pueden incluirse otros subsistemas y/o dispositivos adicionales, por ejemplo, uno o más suministros de energía, controladores, etc.

El sistema puede comprender varios cables de sensor, lo que permitirá la detección de cargas en varias ubicaciones. Preferiblemente, dicho sistema comprende varios detectores asociados con diferentes cables de sensor y/o líneas de señal diferentes. Opcionalmente, el sistema comprende varias fuentes de señal, por ejemplo, asociadas con diferentes cables de sensor y/o líneas de señal diferentes. Esto facilita la instalación y funcionamiento, ya que el sistema comprende de manera efectiva varios sensores más o menos independientes.

Preferiblemente, el sistema comprende varios cables de sensor dispuestos estrechamente adyacentes entre sí, en particular, paralelos uno con respecto a otro. Esto permite la detección de cargas en varias ubicaciones, y en particular la detección de una dirección de propagación y/o una velocidad de una o más cargas, en caso de que el sistema esté dotado de un contador y/o un reloj.

En una realización, la fuente comprende una fuente de luz, la línea de señal comprende una guía de luz y el receptor comprende un receptor óptico. Se disponen fuentes luminosas adecuadas para emitir luz continua, pulsada y/o modulada con una longitud de onda en un intervalo de aproximadamente 0,1 a 10 micrómetros, en particular longitudes de onda de infrarrojo cercanas y/o visibles en un intervalo de aproximadamente 0,4-2 micrómetros, por ejemplo, en uno o más intervalos de unos 400-500 nanómetros (azul), 520-550 nanómetros (verde), 570-590 nanómetros (amarillo), 630-680 nanómetros (rojo), 800-900 nanómetros, 1,2-1,4 micrómetros, 1,5-1,6 micrómetros o 2-2,2 micrómetros (todas las longitudes de onda de telecomunicaciones); para tales longitudes de onda, en particular, están disponibles comercialmente diodos emisores de luz (LED). Los LED pueden proporcionar luz incoherente o coherente (láser) con anchura espectral de banda relativamente estrecha y tienden a ser altamente versátiles y controlables. Sin embargo, también pueden concebirse otras fuentes de luz, aunque policromáticas y/o de banda ancha. Las fibras ópticas y los detectores que funcionan a tales longitudes de onda también están fácilmente disponibles comercialmente.

En el sistema, uno o más detectores pueden disponerse para detectar una señal característica que puede verse afectada por la deformación de la línea de señal sometida a la carga tanto antes como después de la transmisión a través del cable de sensor, de modo que puedan tenerse en cuenta los desplazamientos y/o derivas de señal.

El sistema podrá además comprender un controlador y al menos un dispositivo de señalización, memoria y/o dispositivo de comunicación. Los dispositivos de señalización adecuados pueden comprender contadores, sistemas de alerta, semáforos, dispositivos de carga de peaje, cámaras, etc. Memorias adecuadas pueden comprender memorias de solo lectura, solo escritura y/o programables, permanentes y/o intercambiables. Dispositivos de comunicación adecuados pueden comprender puertos de conexión, transmisores y/o receptores para comunicación inalámbrica, para sistemas de alerta de autoridades, sistemas de control remoto, etc.

En una realización, al menos parte del cable de sensor se dispone en o bajo un objeto deformable para soportar una persona, en particular, una alfombra, un asiento, una cama (por ejemplo, en o debajo de un colchón), etc. Tales objetos pueden detectar al menos la presencia de una persona, por ejemplo, para sistemas de seguridad y/o en hospitales para monitorizar perímetros o áreas restringidas y/o comportamiento de la persona, por ejemplo, el movimiento del paciente.

Una realización comprende una carretera que tiene una capa de superficie de carretera y al menos parte del uno o más cables de sensor se dispone en o debajo de la capa de superficie de carretera para detectar el tráfico en la capa de superficie de carretera. El documento WO 2004/006200, mencionado anteriormente, describe la detección de peatones basándose en la detección de deformación de una línea de señal óptica dotada de medios de agarre especiales. El cable de sensor y el sistema proporcionados actualmente tienen una sensibilidad aumentada tal que no es necesario aplicar medios especiales de agarre y pueden colocarse baldosas directamente sobre el cable de sensor. Esto facilita el uso.

De manera más interesante, el cable de sensor y el sistema proporcionados actualmente permiten la detección de vehículos en carreteras para su uso en vehículos, por ejemplo, carreteras asfaltadas o de ladrillo, cuando al menos parte del cable de sensor está insertada en o debajo la capa de superficie de carretera. Esto facilita un control de tráfico discreto y/o robusto.

En una realización particular, la carretera tiene una o más zonas de tráfico, por ejemplo, que proporcionan uno o más carriles de tráfico, que tienen un sentido de flujo de tráfico, y uno o más cables de sensor adyacentes se disponen en o debajo de la capa de superficie de carretera en una o más de las zonas de tráfico que se extienden de manera sustancialmente transversal al sentido de flujo de tráfico respectivo. Monitorizar señales de los varios sensores adyacentes facilita la detección de la presencia y del sentido y/o velocidad del tráfico en la carretera.

La naturaleza mecánica del presente mecanismo de detección que se basa en la deformación de la línea de señal permitirá el funcionamiento y el uso del sistema en geometrías que experimentarían blindaje de señales electromagnéticas. Como resultado, el sistema actualmente disponible puede utilizarse con una carretera que tiene una capa de superficie, en la que la carretera tiene una o más zonas de tráfico y la capa de superficie de carretera comprende una estructura de refuerzo integrada, en particular, una estructura de refuerzo sintética o metálica, como barras y/o malla de metal, y en la que la estructura de refuerzo se extiende por encima de al menos uno o más cables de sensor dispuesto en o debajo de la capa de superficie de carretera en una zona de tráfico para detectar el tráfico en la capa de superficie de carretera. El refuerzo fortalece la capa de superficie de carretera, en particular, una capa de asfalto, reduciendo el desgaste y/o la deformación de larga duración de la capa. Debe observarse que existen sensores mecánicos piezoeléctricos. Sin embargo, estos son caros y delicados y también más grandes y menos sensibles que el sistema proporcionado actualmente.

Las capas de superficie de asfalto tienden a comprender varios estratos, por ejemplo, un lecho de arena, una o más capas de escombros o guijarros y una o más capas de asfalto con diferentes composiciones con respecto a tipos, tamaños y/o concentraciones de materiales de relleno. El presente cable de sensor puede disponerse en uno cualquiera de estos estratos, se proporciona una conexión mecánica rígida sustancialmente incompresible dotada de la capa superior en contacto con el tráfico. Preferiblemente, cada cable de sensor está integrado en la capa más baja que contiene asfalto, por lo que existe un buen acoplamiento mecánico con la capa superior pero ese mantenimiento y/o reparación de las capas superiores puede realizarse sin dañar el cable de sensor integrado.

En un aspecto, se proporciona un método con el presente documento, que comprende disponer al menos uno de los cables de sensor en o debajo de una capa de superficie de carretera, comprendiendo el método proporcionar un canal en o debajo de la capa de superficie de carretera para alojar un cable de sensor, en el que el canal se proporciona desde un lado lateral de la carretera. Por tanto, la capa de superficie de carretera no necesita penetrarse desde arriba para lo cual sería necesario que se bloquease el tráfico. Además, las posibles estructuras de refuerzo pueden permanecer intactas.

El presente cable de detector, sistema y método proporcionan una gran ventaja con respecto a sistemas de control de tráfico existentes que se basan en inducción electromagnética entre vehículos que pasan y un bucle de medición integrado en la capa de superficie de carretera. Tales sistemas requieren grandes superficies de detección y no pueden funcionar con estructuras de refuerzo metálicas entre el bucle de medición y los vehículos. Como resultado, las superficies de carretera alrededor y por encima de los bucles de medición son relativamente delicadas, mientras que necesitan generalmente ubicarse en las partes más pesadas utilizadas de las carreteras, por ejemplo, cerca de semáforos y/o en partes de carretera que se utilizan por un elevado número de vehículos que pasan y/o que sufren frecuentes atascos de tráfico. Un cable de sensor tal como el que se proporciona en el presente documento puede extenderse varios metros y tener una anchura (por ejemplo, un diámetro) de solo unos pocos centímetros. Una serie de dos, tres o más cables de sensor paralelos adyacentes puede requerir menos área de superficie de carretera en el sentido de flujo de tráfico que un solo bucle de medición de inducción. La detección también funciona con cargas eléctricamente poco conductoras o aislantes, que difícilmente serían detectables por inducción, por ejemplo, motocicletas y/o coches en gran medida no metálicos.

Un solo orificio perforado en o debajo de una capa de superficie de carretera sería suficiente para proporcionar un canal que aloja adecuadamente el cable; los espacios restantes pueden llenarse con un relleno adecuado para fijar el cable a la capa de superficie de carretera y establecer una conexión mecánica a la capa de superficie de carretera. Tal perforación y disposición del cable de sensor en el canal puede hacerse mientras la carretera está en uso y/o mientras la estructura de refuerzo permanece intacta.

Breve descripción de los dibujos

Los aspectos descritos anteriormente se explicarán más a continuación en el presente documento con detalles y beneficios adicionales con referencia a los dibujos que muestran una realización de la invención a modo de ejemplo.

La figura 1 muestra una realización de un cable de sensor;

las figuras 2-3 indican un método de funcionamiento del cable de sensor de la figura 1, en vista en sección transversal, tal como se indica con II en la figura 1;

la figura 4 muestra otra realización de un cable de sensor;

la figura 4A muestra partes de línea de señal del cable de sensor de la figura 4;

las figuras 5-6 y 7-8 indican métodos de funcionamiento del cable de sensor de la figura 4, en vistas en sección transversal, tal como se indica con V y VII, respectivamente en la figura 4;

la figura 9 muestra una realización adicional de un cable de sensor;

la figura 9A muestra partes de línea de señal del cable de sensor de la figura 4;

las figuras 10-11 y 12-13 indican métodos de funcionamiento del cable de sensor de la figura 9;

la figura 14 muestra otra realización de un cable de sensor.

Descripción detallada de realizaciones

Debe observarse que los dibujos son esquemáticos, no necesariamente a escala y que pueden haberse omitido detalles que no se requieren para entender la presente invención. Los términos "hacia arriba", "hacia abajo", "por debajo", "por encima" y similares se refieren a las realizaciones tal como se orientan en los dibujos, a menos que se especifique de otro modo. Además, elementos que son al menos sustancialmente idénticos o que realizan al menos una función sustancialmente idéntica se indican con el mismo número.

La figura 1 muestra un cable de sensor 1 que tiene una forma generalmente cilíndrica con respecto a un eje A. El cable comprende un núcleo 3, una línea de señal deformable para transmitir una señal en forma de una fibra óptica de plástico 5 y un revestimiento 7 alrededor del núcleo 3 y la fibra 5. La fibra 5 se bobina de manera helicoidal alrededor del núcleo 3 que se recibe en una ranura helicoidal 9 alrededor del núcleo 3; la figura 1A indica la forma de la fibra 5. El núcleo 3, la fibra 5 y el revestimiento 7 son flexibles para que el cable 1 en su conjunto sea flexible.

El principio de funcionamiento del cable de sensor 1 está indicado en las figuras 2-3, que muestran una vista muy esquemática de un tramo del cable de sensor 1 sin el revestimiento 7 que comprende parte de un bobinado 11 de la fibra 5 alrededor del núcleo 3 en una configuración inicial. El núcleo 3 (y/o la fibra 5) está(n) dotado(s) además de una capa resiliente 13, por ejemplo, un revestimiento (natural o artificial) de caucho o plástico, de modo que al menos parte de la fibra 5 es móvil con respecto al núcleo 3 y al eje A. En la ranura 9 se proporcionan partes rígidas 15 (no mostradas en la figura 1), por ejemplo, en forma de parte inferior corrugada y/o partes de pared y/o inclusiones duras en el material del núcleo 3.

Puede verse en la figura 3 que bajo la influencia de una carga externa variable en el cable de sensor 1 (indicado con la flecha L en la figura 3) la fibra 5 se presiona contra el núcleo 3 y la parte rígida 15 para que la fibra 5 se deforme localmente. Esto afecta a las propiedades de transmisión de señal de la fibra 5. En particular, es posible que la luz que discurre a través de la fibra 5 pueda no experimentar las condiciones para una reflexión interna total dentro de la fibra óptica 5 y parte de la luz pueda fugarse fuera de (el núcleo de) la fibra 5, de modo que una señal óptica enviada a través de la fibra deformada 5 se atenúa de forma detectable. La deformación también puede inducir esfuerzo de compresión y/o o flexión, que puede rotar un plano de polarización de la luz y/o inducir dispersión cromática para señales ópticas policromáticas. Cuando la carga L se reduce (parcialmente), se fuerza la fibra 5 hacia su forma inicial (figuras 1-2) por la resiliencia de los respectivos materiales.

La figura 4 muestra otro cable de sensor 10, similar al cable de la figura 1, pero, además de una primera parte de línea de señal 5 como en la figura 1, estando dotado de una segunda parte de línea de señal 17 que discurre generalmente paralela al eje A en un lado radialmente hacia fuera de la primera parte de línea de señal 5, que está cubierta también en el revestimiento 7. La segunda parte de línea de señal 17 en este caso de nuevo está en forma de fibra óptica de plástico. Las posiciones relativas de las fibras primera y segunda 5, 17 se muestran en la figura 4A. Las fibras ópticas 5, 17 se cruzan en cada bobinado de la primera fibra 5, también indicado en las figuras 5-6 que muestran un tramo en sección transversal de la realización de la figura 4 como las figuras 2-3, tal como se indica con V en la figura 4, e indicado en las figuras 7-8 que muestran un tramo axial de la realización, tal como se indica con VII en la figura 4. La segunda fibra 17 puede soportarse por las primeras fibras 5 a una pequeña distancia del

núcleo 3, tal como se muestra en la figura 7, cuya distancia puede estar vacía o llena con un material compresible de manera resiliente.

Cada fibra óptica 5, 17 es más rígida que el material (una capa 13 alrededor) del núcleo 3 y el revestimiento 7 en dirección transversal con respecto a la dirección de propagación de la fibra 5, 17, de modo que la fibra puede flexionarse y doblarse, pero también es en gran medida incompresible.

Bajo la influencia de una carga externa variable en el cable de sensor 1 (véase la flecha L en la figura 3) las fibras 5 y 17 se presionan una contra otra y contra el núcleo 3. Luego, la segunda fibra 17, que forma una parte relativamente rígida contra la primera fibra 5, deforma localmente la fibra 5, tal como se indica en la figura 6. Al mismo tiempo, los bobinados de la primera fibra 5 forman partes relativamente rígidas contra las que puede deformarse la segunda fibra 17 (figura 8). Las deformaciones afectan de forma detectable las propiedades de transmisión de señal de las fibras 5, 17. Cuando la carga L se reduce (parcialmente), las fibras 5, 17 se restauran hacia sus formas iniciales (figura 4, 5, 7) por la resiliencia de los respectivos materiales.

La cantidad de deformación para cada (parte afectada de una) fibra 5, 17 está determinada por las rigideces, flexibilidades y/o dimensiones relativas de las partes (fibras 5, 17, núcleo 3, revestimiento 7, ranuras 9, capas 13, etc.). Puede preferirse que las fibras primera y segunda 5, 17 sean generalmente idénticas, formando parte posiblemente de una sola fibra en bucle (por ejemplo, hacia partes de línea de señal de avance y retorno).

En lugar o además de una segunda fibra 17, puede proporcionarse otro objeto rígido con posición y función similares a la segunda fibra 17, por ejemplo, un reborde o varilla, y/o un cable eléctrico, etc. Uno de tales objetos rígidos puede proporcionar una mayor sensibilidad en una dirección, correspondiente a la orientación del objeto rígido. Varios objetos rígidos de este tipo distribuidos alrededor del eje A facilitan la detección de cargas en diferentes direcciones. Debe observarse que la sensibilidad direccionalmente dependiente puede ser beneficiosa para algunas situaciones, por ejemplo, cuando el cable de sensor va a incluirse en una estructura de plano para detectar fuerzas dentro del plano o normales al plano.

La figura 9 muestra otro cable de sensor 100, similar al cable de la figura 4, pero en este caso, también la segunda fibra 17 se bobina de manera helicoidal alrededor del núcleo 3 y se superpone con la primera fibra 5. El núcleo 13 comprende ranuras para ambas fibras 5, 17. Los pasos de las hélices son iguales, pero las quiralidades (lateralidades) de las fibras 5, 17 con respecto al eje A son opuestas (véase también la figura 9A), de modo que las fibras 5, 17 se cruzan entre sí después de cada medio giro.

En los puntos de cruce, el núcleo puede comprender partes o rebajes relativamente uniformes y/o resilientes para alojar la deflexión de una o ambas fibras 5, 17. También o alternativamente y tal como se muestra en las figuras 10-13 (véanse a continuación), al menos la fibra interior 5, preferiblemente tanto la fibra interior 5 como la fibra exterior 17, puede comprender un revestimiento exterior relativamente uniforme y resistente alrededor de una parte interior más rígida, evitando variaciones de profundidad en las ranuras. Esto facilita la fabricación y el uso.

En los cruces, los efectos bajo la influencia de una carga en el cable de sensor 100 discutido con respecto a las figuras 2-3 y con respecto a las figuras 5-6 se producen para cada una de las respectivas fibras 5, 17 simultáneamente: la fibra exterior 17 se presiona contra el núcleo y la fibra interior 5 mediante lo cual se deforma debido a la rigidez relativa local de la fibra interior 5 (figuras 10-11). Al mismo tiempo, la fibra interior 5 está deprimida localmente y, por tanto, deformada por la rigidez relativa local de la fibra exterior 17 (figuras 12-13). Por tanto, ambas fibras 5, 17 se deforman y las propiedades de transmisión de señal de ambas fibras 5, 17 se ven afectadas de manera detectable.

La figura 14 muestra otro cable de sensor 100, similar al cable de la figura 4, pero en este caso, los pasos de las hélices de ambas fibras difieren además de las quiralidades opuestas (lateralidades) de las fibras 5, 17 con respecto al eje A. Por tanto, los puntos de cruce de ambas fibras 5, 17 se distribuyen alrededor del eje A en lugar de estar en una o más líneas rectas como en la figura 9, que puede resultar en sensibilidad direccionalmente dependiente. La distribución circunferencial de la figura 14 facilita la detección de cargas en diferentes direcciones.

La cantidad de deformación para cada (parte afectada de una) fibra 5, 17 está determinada por las rigideces, flexibilidades y/o dimensiones relativas de las partes (fibras 5, 17, núcleo 3, revestimiento 7, ranuras 9, capas 13, etc.). En las realizaciones de las figuras 4-14, puede preferirse que las fibras primera y segunda 5, 17 sean generalmente idénticas, formando posiblemente parte de una sola fibra en bucle (por ejemplo, partes de línea de señal de avance y retorno). Por tanto, una señal transmitida a través de la fibra puede verse afectada dos veces por la misma carga y puede aumentarse la detección de señal.

Las figuras 15 y 16 muestran una realización de una línea de señal 110 donde una parte de línea de señal 5 se bobina de manera helicoidal alrededor de otra parte de línea de señal 17 que se extiende de manera sustancialmente axial a lo largo del eje A formando el núcleo alrededor del cual la primera parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal. Ambas partes de línea de señal 5, 17 comprenden una capa exterior relativamente resiliente alrededor de una capa interna relativamente rígida, por ejemplo, una fibra óptica con un revestimiento

resiliente. Bajo la influencia de una carga L, ambas líneas de señal 5, 17 se deforman y proporcionan partes rígidas y resilientes unas con respecto a otras para deformarse de manera reversible entre sí y afectar a sus respectivas propiedades de transmisión.

La figura 17 muestra de manera esquemática un sistema 19 que comprende una carretera 21 que tiene una capa de superficie de carretera con una zona de tráfico 23 que proporciona un sentido de flujo de tráfico tal como se indica con la flecha 25. El sistema comprende además varios cables de sensor 100 tal como se comentó anteriormente, en el que las partes de línea de señal primera y segunda 5, 17 están conectadas entre sí en un extremo del cable de sensor 100 proporcionando una parte de línea de avance y una parte de línea de retorno a través de la longitud del cable de sensor 100. Tal interconexión puede hacerse dentro del cable, por ejemplo, plegando la línea de señal y trazando parte de la misma hacia atrás, o conectando extremos respectivos de las partes de línea de señal con un conector, por ejemplo, por ejemplo, un acceso rápido.

Cada cable de sensor 100 está conectado con una fuente 27 dispuesta para transmitir una señal a través de una línea de señal 5, 17 del respectivo cable de sensor 100 y un receptor 29 dispuesto para detectar al menos parte de la señal emitida por la fuente 27 y transmitida a través de la respectiva línea de señal 100. Las fuentes y detectores se disponen en un solo lado de la carretera.

Las fuentes de señal 27 y los detectores 29 están conectados con un controlador 31, a su vez conectado con semáforos 33, una cámara 35 y un dispositivo de comunicación inalámbrica 37 que comprende un transmisor y un receptor. El controlador también puede comprender puertos de comunicación y/o interfaces de usuario adicionales 39.

La capa de superficie de carretera 21 comprende una estructura de refuerzo integrada 41, por ejemplo, en forma de red de acero. Los cables de sensor 100 se disponen en canales individuales que se extienden desde un lado lateral 43 de la capa de superficie de carretera. Los cables de sensor 100 se disponen estrechamente adyacentes y generalmente paralelos uno con respecto a otro en la capa de superficie de carretera 21, en la que los cables de sensor 100 se extienden por debajo de la estructura de refuerzo 41 en la zona de tráfico 23 de manera sustancialmente transversal al sentido de flujo de tráfico 25. Una manera adecuada de disponer los sensores es perforando un canal en la capa superficial 21, insertando los sensores y rellenando el canal.

Vehículos itinerantes y/u otro tráfico en la capa de superficie de carretera 21 comprimirán y deformarán ligeramente la capa de superficie de carretera 21, lo que da como resultado una carga transitoria L sobre cada uno de los cables de sensor 100 a su vez, afectando de ese modo a la transmisión de las señales a través de cada cable de sensor 100 tal como se explicó anteriormente. Tales diferencias de transmisión debido a las cargas variables proporcionan una señal de salida del sistema indicativo del uso de carretera. La detección de señales posteriores de los cables de sensor de proximidad 100 y la comparación con datos de reloj proporciona indicaciones de la velocidad real y el sentido de desplazamiento de un participante de tráfico, que pueden utilizarse para controlar secuencias de conmutación de los semáforos 33, fotografiando a los infractores de tráfico con la cámara 35 y/o sistemas remotos de señalización, como los servicios de información de tráfico y/o sistemas de alerta contra el uso incorrecto de una zona de tráfico 23.

La invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente que pueden variarse de varias maneras dentro del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, un cable de sensor puede comprender más de dos partes de línea de señal, que pueden proporcionar diferentes partes de bobinado helicoidal, por ejemplo, en partes idénticas y/o diferentes del cable de sensor.

Las relaciones de tamaño pueden diferir, por ejemplo, un diámetro de núcleo más pequeño con respecto a parte(s) de línea de señal. Tamaños adecuados comprenden diámetros de línea de señal de aproximadamente 1-5 mm y tamaños de núcleo de 1-100 mm. Un cable de sensor habitual para la detección de carreteras puede comprender una fibra óptica multimodo de plástico de 1 mm de diámetro con un revestimiento de 0,5 mm (es decir, el diámetro total de fibra es 2 mm), bobinado alrededor de un núcleo de espuma o fibra de vidrio de aproximadamente 50 mm de diámetro y dotado de un revestimiento de plástico o cobre, integrado en una capa de superficie de carretera a una profundidad de aproximadamente 150-450 mm.

Pueden transmitirse diferentes señales electromagnéticas a través de las partes de línea de señal, por ejemplo, diferentes longitudes de onda y/o señales eléctricas a través de cables eléctricamente conductores, en los que una carga variable afecta a una impedancia para señales variables de tiempo, por ejemplo, reduciendo los tiempos de subida de pulso y/o retardos que pueden proporcionar una dispersión y/o distorsión de señal detectable, en particular, en disposiciones de señalización diferencial.

Un (cable de sensor de un) sistema puede hacerse funcionar parcialmente en un material textil, por ejemplo, trenzado, reticulado y/o tejido, para la detección de movimientos de una persona u objeto que lleve el material textil.

La comparación de una fracción de realmente señales de entrada con la salida de esa señal que pasa a través de una línea de señal puede reducir los efectos de desplazamientos y/o desviaciones y facilitar la detección de cargas

que cambian lentamente, por ejemplo, el peso de una capa de agua y/o nieve en un tejado.

Una línea de señal puede incluir un medio gaseoso o fluido, por ejemplo, un líquido o un gel en el que una carga transitoria en la línea de señal proporciona una onda de presión detectable y/o amortiguación de la misma a través de la línea de señal.

Diversas realizaciones de la invención, en particular con respecto al procesamiento y/o detección de señal, instrucciones de funcionamiento para el controlador, etc. pueden implementarse como un producto de programa para su uso con un sistema informático, donde el/los programa(s) del producto de programa definen funciones de las realizaciones (incluyendo los métodos descritos en el presente documento). En una realización, el/los programa(s) puede(n) estar contenido(s) en una variedad de medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios, donde, tal como se utiliza en el presente documento, la expresión "medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios" comprende todos los medios legibles por ordenador, con la única excepción de que sea una señal de propagación transitoria. En otra realización, el/los programa(s) puede(n) estar contenido(s) en una variedad de medios de almacenamiento legibles por ordenador transitorios. Medios de almacenamiento legibles por ordenador ilustrativos incluyen, pero no se limitan a: (i) medios de almacenamiento que no permiten escritura (por ejemplo, dispositivos de memoria de solo lectura dentro de un ordenador, como discos CD-ROM legibles por una unidad de CD-ROM, chips ROM o cualquier tipo de memoria de semiconductor no volátil de estado sólido) en los que se almacena permanentemente la información; y (ii) medios de almacenamiento que pueden escribirse (por ejemplo, memoria flash, discos flexibles dentro de una unidad de disquete o unidad de disco duro o cualquier tipo de memoria de semiconductor de acceso aleatorio de estado sólido) en la que se almacena información modificable.

Los elementos y aspectos comentados para o en relación con una determinada realización pueden combinarse adecuadamente con elementos y aspectos de otras realizaciones, a menos que se indique expresamente de otro modo.

REIVINDICACIONES

1. Cable de sensor (1) que comprende una línea de señal deformable para transmitir una señal, y una o más partes rígidas, y partes resilientes para deformar de manera reversible la línea de señal en el cable bajo la influencia de una carga externa variable (L) en el cable y afectar con la misma a una propiedad de transmisión de señal de la línea de señal para transmitir la señal,
5 en el que una parte del cable comprende un eje (A) y un núcleo (3) que se extiende a lo largo del eje, una parte de la línea de señal que se bobina de manera helicoidal alrededor del núcleo y las partes rígidas y resilientes que se disponen para, bajo la influencia de la carga externa variable en el cable de sensor, deformar de manera reversible la línea de señal con respecto al eje, de manera que se crean varias zonas de deformación bien separadas a lo largo de la línea de señal mediante
10 una sola parte rígida que deforma varios bobinados de línea de señal y/o
15 un número de partes rígidas que deforman varios bobinados de línea de señal y/o varias partes de un bobinado de línea de señal.
2. Cable de sensor según la reivindicación 1, en el que la línea de señal comprende una guía de luz alargada.
20
3. Cable de sensor según cualquier reivindicación anterior, en el que las partes resilientes están formadas por la línea de señal.
4. Cable de sensor según cualquier reivindicación anterior, en el que al menos algunas de las partes rígidas y/o las partes resilientes se disponen radialmente hacia el interior de la línea de señal, en relación con el eje.
25
5. Cable de sensor según cualquier reivindicación anterior, en el que en al menos parte del cable de la línea de señal se bobina alrededor del núcleo en un patrón helicoidal con una quiralidad y una inclinación con respecto al eje y las partes rígidas se proporcionan en un patrón helicoidal alrededor del núcleo con una quiralidad y/o inclinación diferente con respecto al eje.
30
6. Cable de sensor según cualquier reivindicación anterior, en el que la parte de línea de señal es una primera parte de línea de señal y el cable comprende una segunda parte de línea de señal que se extiende a través de y/o adyacente al núcleo.
35
7. Cable de sensor según la reivindicación 6, en el que la primera parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal alrededor del núcleo con una primera quiralidad e inclinación con respecto al eje y la segunda parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal alrededor del núcleo y la primera parte de línea de señal con una quiralidad e inclinación diferentes con respecto al eje que la primera parte de la línea de señal.
40
8. Cable de sensor según la reivindicación 6, en el que la segunda parte de línea de señal se extiende de manera sustancialmente axial a lo largo del eje y la primera parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal alrededor de la segunda parte de línea de señal, formando la segunda parte de línea de señal el núcleo alrededor del que la primera parte de línea de señal se bobina de manera helicoidal.
45
9. Cable de sensor según cualquier reivindicación anterior, en el que una parte del núcleo comprende un eje de núcleo y una ranura helicoidal (9) alrededor del eje de núcleo para recibir al menos parte de la línea de señal, y en el que preferiblemente la parte del núcleo también comprende una segunda ranura helicoidal alrededor del eje de núcleo para recibir una segunda parte de línea de señal.
50
10. Sistema (19) que comprende uno o más cables de sensor (100) según cualquier reivindicación anterior y que comprende, además, al menos una fuente de señal (27) dispuesta para transmitir una señal a través de una línea de señal de al menos uno de los uno o más cables de sensor y al menos un receptor (29) dispuesto para detectar al menos parte de la señal emitida por la fuente y transmitida a través de al menos una de las líneas de señal, en el que preferiblemente el sistema comprende varios cables de sensor (100) dispuestos estrechamente adyacentes entre sí, en particular paralelos uno con respecto a otro.
55
11. Sistema según la reivindicación 10, que comprende un controlador (31) y al menos un dispositivo de señalización, memoria y/o dispositivo de comunicación (37).
60
12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10-11, en el que al menos parte del cable de sensor se dispone en o debajo de un objeto deformable para soportar una persona, por ejemplo, una alfombra, un asiento y/o una cama.
65

13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10-12, que comprende una carretera (21) que tiene una capa de superficie de carretera con una o más zonas de tráfico (23) en el que al menos parte del uno o más cables de sensor se dispone en o debajo de la capa de superficie de carretera para detectar el tráfico en la capa de superficie de carretera, y

5 en el que la carretera tiene una o más zonas de tráfico que tienen un sentido de flujo de tráfico y en el que uno o más cables de sensor adyacentes se disponen en o debajo de la capa de superficie de carretera en una o más zonas de tráfico que se extienden de manera sustancialmente transversal al sentido de flujo de tráfico respectivo (25).

- 10 14. Sistema según la reivindicación 13, en el que la carretera tiene una o más zonas de tráfico y la capa de superficie de carretera comprende una estructura de refuerzo integrada (41), y en el que la estructura de refuerzo se extiende por encima de al menos uno de los uno o más cables de sensor en o debajo de la capa de superficie de carretera en una zona de tráfico.

- 15 15. Método para proporcionar un sistema según la reivindicación 13 o 14, que comprende disponer al menos uno de los cables de sensor en o debajo de una capa de superficie de carretera, que comprende proporcionar un canal en o debajo de la capa de superficie de carretera para alojar un cable de sensor, en el que el canal se proporciona desde un lado lateral (43) de la carretera.

20

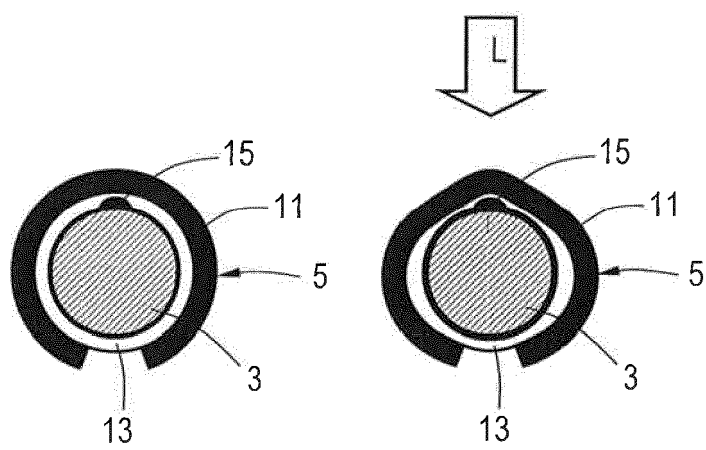
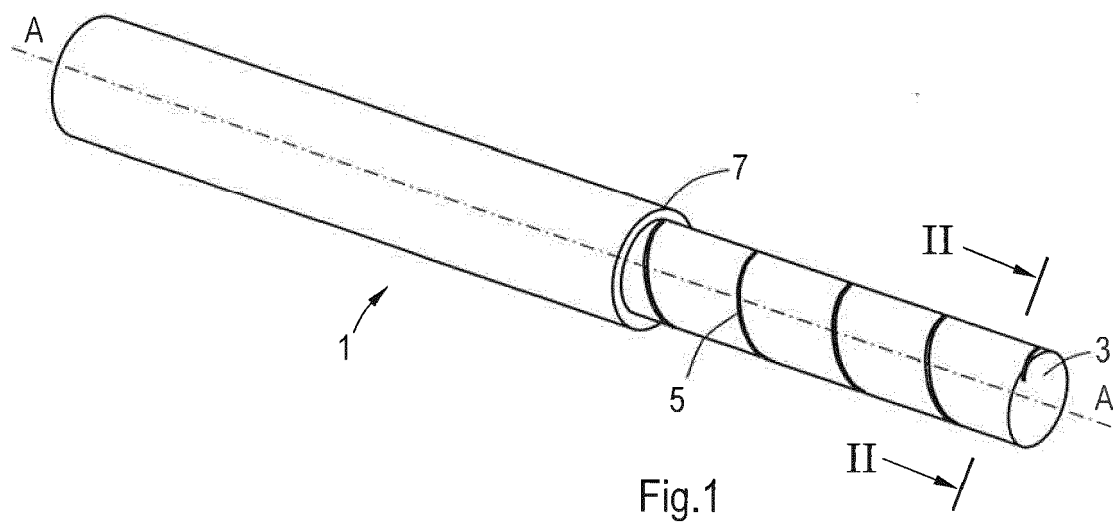
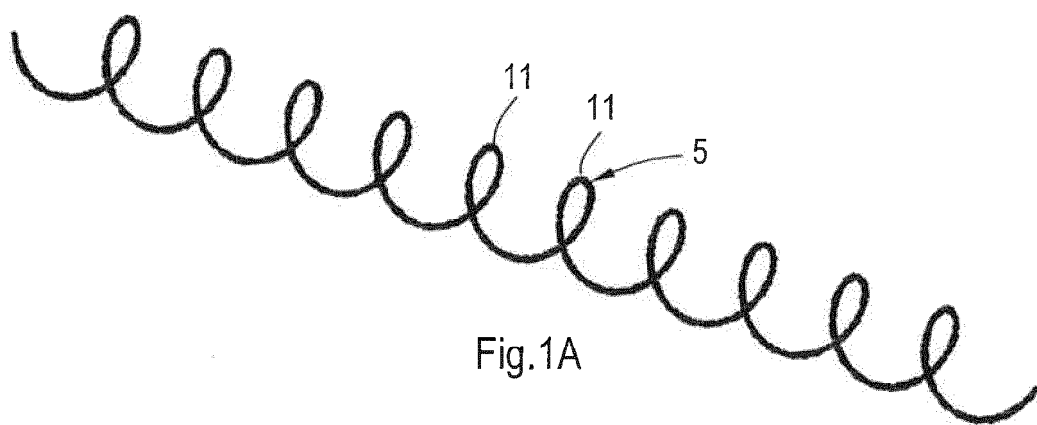
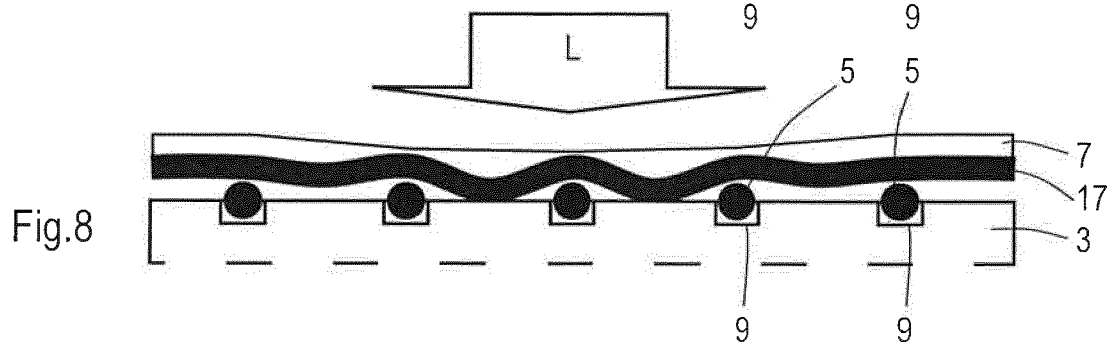
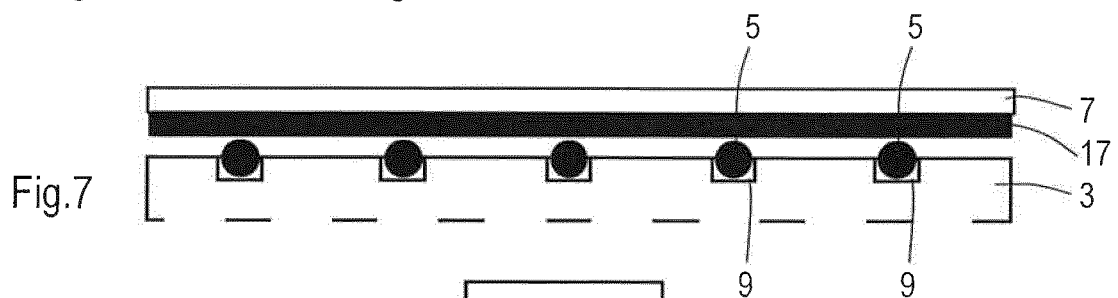
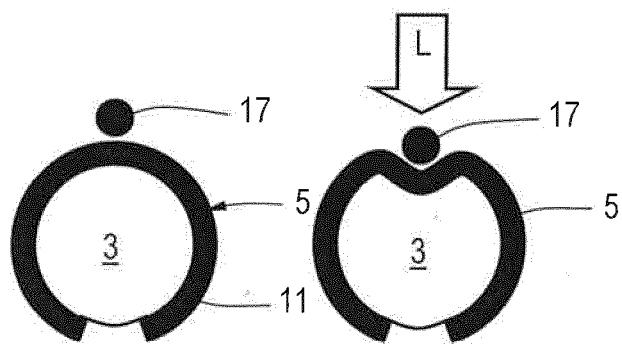
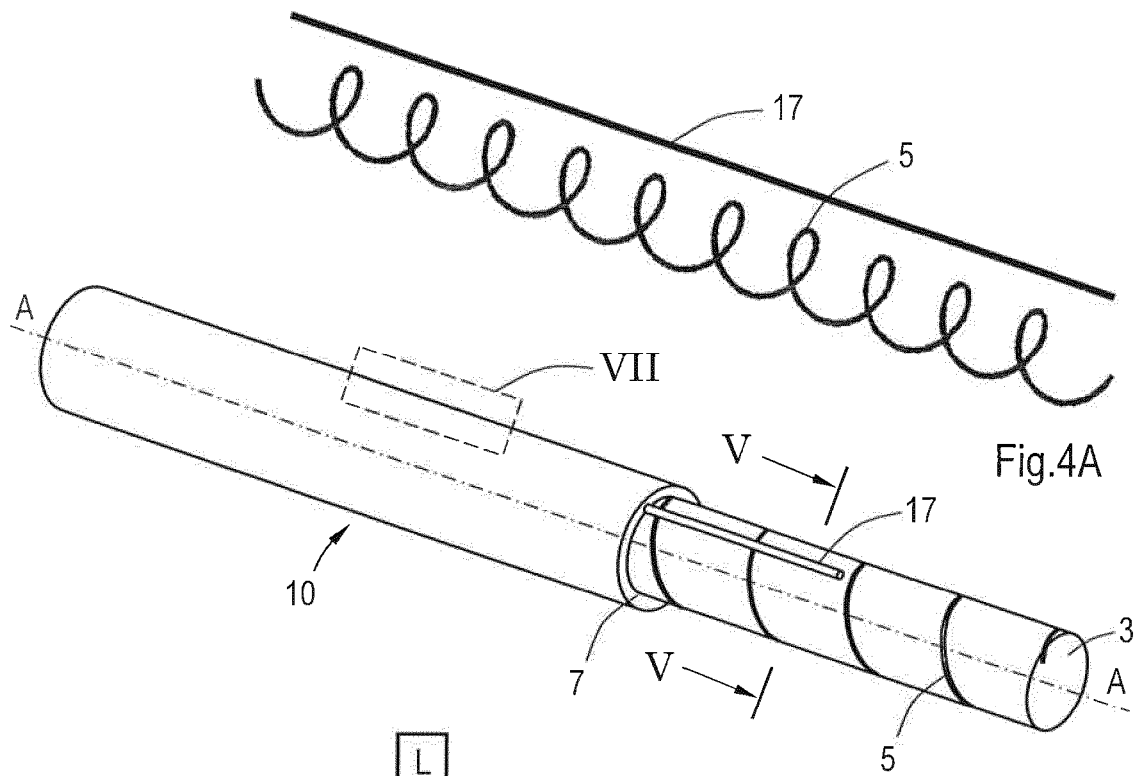
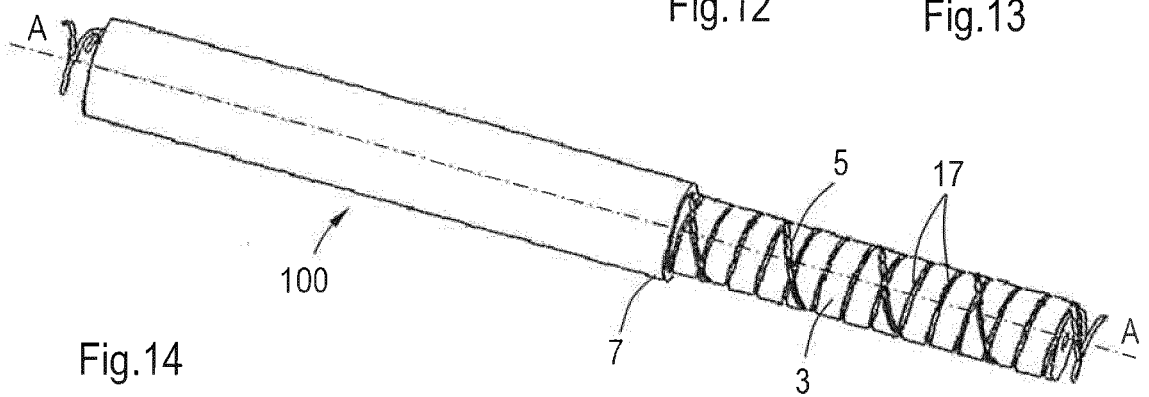
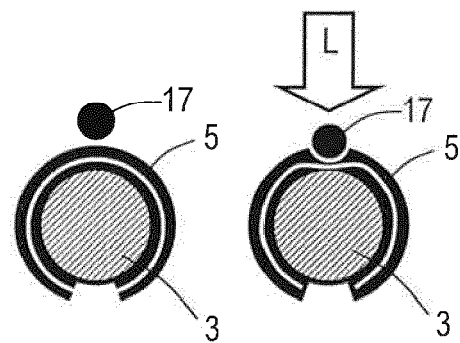
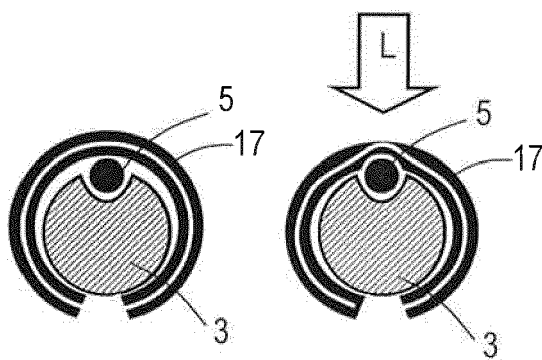
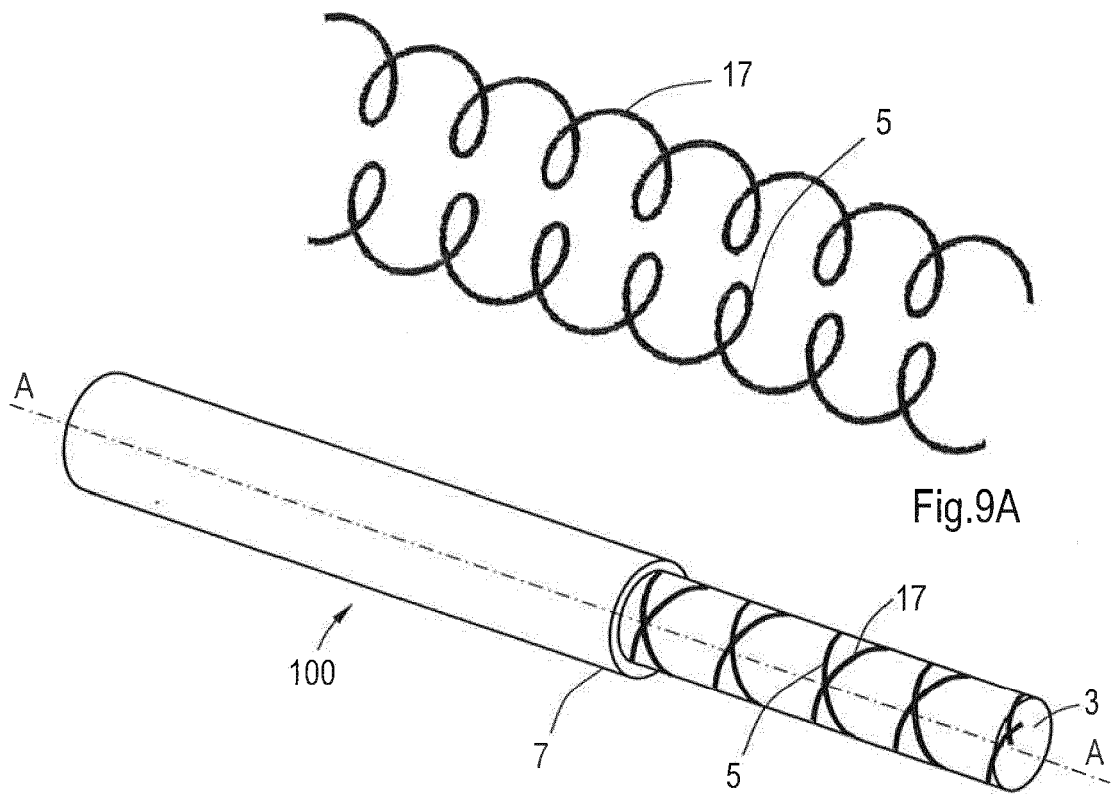


Fig.2

Fig.3





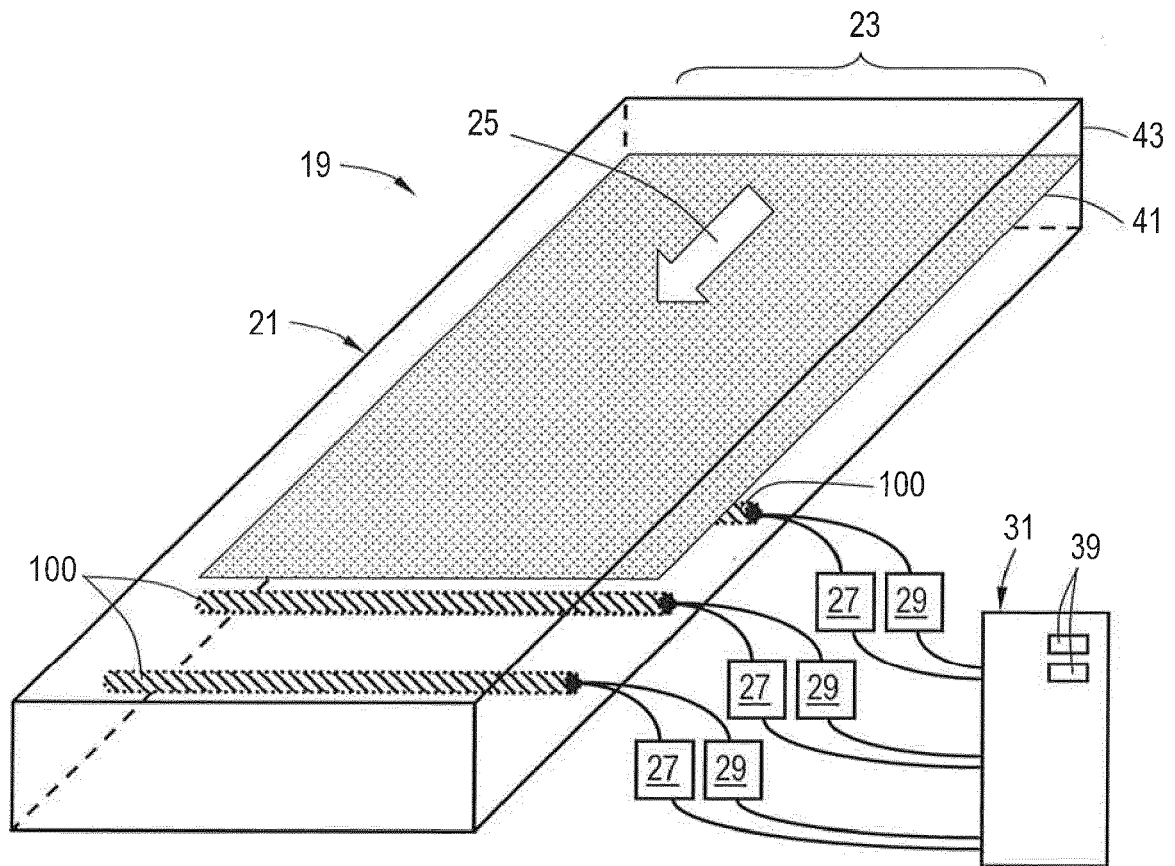


Fig.17

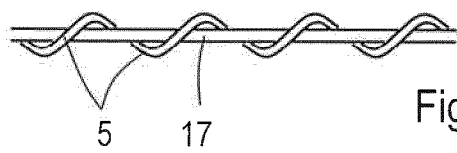


Fig.15

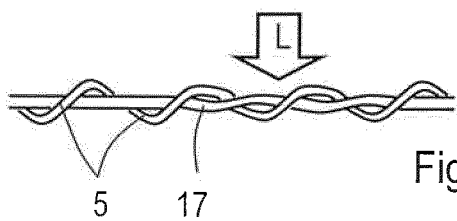


Fig.16

