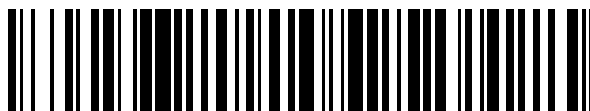


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 874**

51 Int. Cl.:

G01K 11/32	(2006.01)
G01K 1/14	(2006.01)
E01D 19/16	(2006.01)
G01L 1/24	(2006.01)
G01M 5/00	(2006.01)
E04C 5/12	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2009 PCT/CN2009/001340**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2011 WO2011038536**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2009 E 09849944 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2484834**

54 Título: **Sistema de cable inteligente de puente con sensor de rejilla de fibra incorporado**

30 Prioridad:

30.09.2009 CN 200910145152

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2017

73 Titular/es:

**FASTEN GROUP COMPANY LTD (100.0%)
No.203 Tongjiang North Road
Jiangyin, Jiangsu 214433, CN**

72 Inventor/es:

**LIU, LIHUA;
ZHAO, XIA;
JIANG, DESHENG;
XUE, HUAJUAN;
ZHOU, ZHUBING;
ZHOU, MINGBAO;
ZHANG, ENLONG;
LIU, SHENGCHUN y
LI, SHENG**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 617 874 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 de cable inteligente de puente con sensor de rejilla de fibra incorporado.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un sistema de cable inteligente con un sensor incorporado, aplicable a una estructura portante de cables, tal como un puente atirantado, un puente de suspensión y un puente en arco.

TÉCNICA RELACIONADA

[0002] Un sistema de cables de un puente moderno de gran luz constituye un componente central en un puente atirantado y un puente de suspensión, y el peso propio del puente de gran luz y una carga dinámica ejercida sobre el puente son dirigidos, en su mayor parte, hacia un pilar a través del sistema de cables y, por lo tanto, el estado de funcionamiento del cable es uno de los signos importantes que reflejan de manera directa si el estado del puente es seguro. No obstante, debido al diseño constructivo, la corrosión por causas ambientales o la acumulación de fatiga, es inevitable que el cable en servicio sufra daños y deterioros en diversos grados. Si el cable cuenta con un sensor incorporado orgánicamente, de manera que el cable pueda medir parámetros tales como una temperatura y tensión internas, y se aplica una mejora al cable, pasando de un cable con sostenimiento puro a un cable inteligente provisto de una función de detección automática y, al mismo tiempo, se ofrece la posibilidad de monitorizar la tensión global y la tensión parcial del cable, se facilita aún más el control de la seguridad estructural y el estado de funcionamiento del cable y de todo el puente, y la detección a tiempo de señales que predicen algún accidente, con lo que se evita que se produzcan accidentes repentinos. Una rejilla de fibra es un elemento sensible con un rendimiento excelente, y detecta leves cambios en la deformación externa a través del desplazamiento de la longitud de onda de reflexión de Bragg, a fin de llevar a cabo la monitorización en línea de parámetros como la tensión estructural y la temperatura. La rejilla de fibra posee características como la resistencia a condiciones ambientales rigurosas, inmunidad ante las interferencias del ruido ambiental y las interferencias electromagnéticas, integración de detección y transmisión, estructura sencilla, comodidad de uso y gran precisión en las mediciones. No obstante, sin un tratamiento especial, la rejilla de fibra resulta muy frágil y se rompe con facilidad si se deposita directamente en el cable. La combinación de la rejilla de fibra y el cable conlleva ciertos problemas, por ejemplo: cómo y en qué forma se encapsula la rejilla de fibra a fin de mejorar el índice de subsistencia del sensor de rejilla de fibra y las fibras en la fabricación del cable y los procesos de aplicación; cómo incorporar en el cable el sensor de rejilla de fibra encapsulado, a fin de garantizar la fiabilidad de la tecnología de inserción del sensor de rejilla de fibra; y cómo dar salida de manera eficaz a una señal de rejilla de fibra desde un cuerpo de cable sin distorsión.

[0003] En el documento de patente JP 2006 250647 A, se describe un sensor de deformación de rejilla de fibra integrado en un cable de puente de la técnica anterior.

40 RESUMEN DE LA INVENCION

[0004] Para superar las anteriores deficiencias, la presente invención tiene como objeto un sistema de cable inteligente de puente con un sensor de rejilla de fibra incorporado, que puede mejorar los índices de subsistencia del sensor de rejilla de fibra y las fibras en los procesos de fabricación y aplicación de cable, garantizar la fiabilidad de la tecnología de inserción del sensor de rejilla de fibra, y dar salida de manera eficaz a una señal de rejilla de fibra desde un cuerpo de cable sin distorsión.

[0005] El objetivo de la presente invención se logra del siguiente modo. Se proporciona un sistema de cable inteligente de puente con un sensor de rejilla de fibra incorporado tal como se especifica en la reivindicación 1.

[0006] Los efectos beneficiosos de la presente invención son los siguientes.

[0007] A través del sistema de cable inteligente con el sensor de rejilla de fibra incorporado en el cilindro de conexión del cable, se mide el cambio de la longitud de onda central de la rejilla de fibra a través del desmodulador externo de la rejilla de fibra, y se puede monitorizar en tiempo real el estado de la distribución de la tensión en el cable y el estado de la tensión global del cable, con lo cual se cumplen los requisitos de monitorización de la salud

de puentes de dimensiones especialmente grandes y se mejora la seguridad del puente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 **[0008]** La fig. 1 es una vista esquemática estructural de un sensor de deformación de rejilla de fibra de acuerdo con la presente invención;
 la fig. 2 es una vista esquemática de un segundo tubo de acero de acuerdo con la presente invención;
 la fig. 3 es una vista que ilustra partes de un soporte de acuerdo con la presente invención;
 10 la fig. 4 es una vista en sección A-A de la fig. 3;
 la fig. 5 es una vista esquemática que ilustra la conexión de un sensor de rejilla de fibra y un hilo de acero de un cable de acuerdo con la presente invención;
 la fig. 6 es una vista esquemática estructural de un sensor de temperatura de rejilla de fibra de acuerdo con la presente invención;
 15 la fig. 7 es una vista esquemática estructural de un cable común;
 la fig. 8 es una vista esquemática en sección de una placa separadora de hilos de un cable de acuerdo con la presente invención;
 la fig. 9 es una vista esquemática de un tubo de acero preservado en el cable de acuerdo con la presente invención;
 20 la fig. 10 es una vista esquemática estructural de un sistema de cable inteligente de puente con un sensor de rejilla de fibra incorporado de acuerdo con la presente invención; y
 la fig. 11 es una vista esquemática que ilustra la monitorización del sistema de cable inteligente de puente con el sensor de rejilla de fibra incorporado de acuerdo con la presente invención.
- 25 **[0009]** A continuación, se expone una lista de los números de referencia de los dibujos adjuntos:
1. cubeta de anclaje, 2. relleno de anclaje de resina epoxídica de colada, 3. hilo de acero, 4. cilindro de conexión, 5. placa separadora de hilos, 5-1. orificio, 6. relleno de sellado de cilindro de conexión, 7. tubo de acero preservado, 8. cable de fibra, 9. sensor de deformación de rejilla de fibra, 10. sensor de temperatura de rejilla de fibra, 11. cuerpo de cable, 12. desmodulador de rejilla de fibra;
- 30 9-1. primera rejilla de fibra, 9-2. segunda rejilla de fibra, 9-3. primer tubo de acero, 9-4. soporte, 9-5. segunda vaina termorretráctil, 9-6. primer tubo de protección;
- 35 10-1. segunda rejilla de fibra, 10-2. segundo tubo de protección, 10-3. segunda vaina termorretráctil.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- [0010]** La medición de un estado de tensión de un cable con un sensor incorporado siempre supone una dificultad en la investigación. A continuación, se detalla una estructura de cápsula de un sensor de rejilla de fibra incorporado 9 de un cable.
- 40 **[0011]** En referencia a la fig. 1, se trata de una vista esquemática estructural de un sensor de deformación de rejilla de fibra de acuerdo con la presente invención. En la fig. 1, se puede observar que el sensor de deformación de rejilla de fibra 9 de acuerdo con la presente invención incluye una primera rejilla de fibra 9-1, unos segundos tubos de acero 9-2, unos primeros tubos de acero, 9-3, un primer tubo de acero de protección 9-6 con un diámetro ligeramente más grande, y unos soportes 9-4 para la conexión con un hilo de cable de acero, en el que existen un primer tubo de acero de protección 9-6, dos primeros tubos de acero 9-3, dos soportes 9-4 y dos segundos tubos de acero 9-2. Los dos primeros tubos de acero 9-3, los dos soportes 9-4 y los dos segundos tubos de acero 9-2 están dispuestos en dos lados del primer tubo de acero de protección 9-6 guardando una simetría bilateral, en la que el diámetro del segundo tubo de acero 9-2 < el diámetro del primer tubo de acero de 9-3 < el diámetro del primer tubo de acero de protección 9-6. En la parte central del segundo tubo de acero 9-2, se abre axialmente una ranura, tal como se muestra en la fig. 2. En una zona superior del soporte 9-4, hay un orificio perforado, tal como se muestra en las figs. 3 y 4. El primer tubo de acero 9-3 con una cierta longitud de referencia pasa a través del orificio de la zona superior del soporte 9-4 y está conectado con el soporte 9-4, y el primer tubo de acero 9-3 está cortado en dos piezas radialmente en la parte central, con el objeto de dirigir una fuerza directamente a una rejilla de fibra, es decir, tirando directamente de la rejilla de fibra, con lo que se evita que el primer tubo de acero 9-3 se vea sometido
- 45
50
55

directamente a una gran deformación. Dos extremos del primer tubo de acero de protección 9-6 con el diámetro ligeramente grande y la longitud adecuada ciñen respectivamente un extremo de los dos primeros tubos de acero 9-3 para proteger una posición de conexión después de cortar el tubo de acero delgado 9-3, el otro extremo del primer tubo de acero 9-3 ciñe un extremo del segundo tubo de acero 9-2, la primera rejilla de fibra 9-1 pasa a través del primer tubo de acero 9-3, el segundo tubo de acero 9-2, y el primer tubo de acero de protección 9-6, una zona de rejilla está situada en una posición central del primer tubo de acero de protección 9-6, dos extremos de la primera rejilla de fibra 9-1 están fijados en las ranuras de los segundos tubos de acero 9-2 mediante un adhesivo, una segunda vaina termorretráctil 9-5 ciñe el exterior del segundo tubo de acero 9-2 para proteger la parte ranurada, y unos cabos de fibras en los dos extremos de la primera rejilla de fibra 9-1 salen por el otro extremo del segundo tubo de acero 9-2.

[0012] A continuación, se describe la estructura de cápsula del sensor de temperatura de rejilla de fibra. Tal como se muestra en la fig. 6, el sensor de temperatura de rejilla de fibra 10 incluye una segunda rejilla de fibra 10-1, un segundo tubo de acero de protección 10-2, y una segunda vaina termorretráctil 10-3. La segunda rejilla de fibra 10-1 está suspendida en el segundo tubo de acero de protección 10-2, unos cabos de fibras salen por el segundo tubo de acero de protección 10-2, fijados mediante un adhesivo en el lugar por el que salen, y protegidos por la segunda vaina termorretráctil 10-3.

[0013] La disposición del sensor de deformación de rejilla de fibra 9 y el sensor de temperatura de rejilla de fibra 10 en el interior del cable conlleva el problema de cómo dar salida de manera eficaz a las señales de detección del sensor de deformación de rejilla de fibra 9 y el sensor de temperatura de rejilla de fibra 10 desde un cuerpo de cable. En la fig. 7, se muestra una vista esquemática estructural de un cable común, que está formado por una cubeta de anclaje 1, un relleno de anclaje de resina epoxídica de colada, un hilo de acero 3, un cilindro de conexión 4, una placa separadora de hilos 5, un relleno de sellado de cilindro de conexión 6 y un cuerpo de cable 11. En la placa separadora de hilos 5 del cable, se preserva una pluralidad de orificios 5-1, tal como se muestra en la fig. 8. Un tubo de acero preservado 7 con la longitud apropiada y el diámetro apropiado pasa a través del orificio preservado 5-1, a fin de producir un canal preservado para un cable de fibra 8. El tubo de acero preservado 7 es necesario para mantener un cierto ángulo de plegamiento y una presión lateral existente durante el vertido del relleno de anclaje de resina epoxídica de colada 2. El relleno de anclaje de resina epoxídica de colada 2 se vierte en la cubeta de anclaje 1, y la cubeta de anclaje 1 se introduce en un horno para su calentamiento y solidificación, de manera que la cubeta de anclaje y el hilo de acero interno se integran. Una vez concluido el proceso de vertido del anclaje, el sensor de deformación de rejilla de fibra 9 se conecta con el hilo de acero de la capa externa 3 del cilindro de conexión 4 del cable a través del soporte 9-4, tal como se muestra en las figs. 5 y 9, con el fin de que la fuerza ejercida sobre el hilo de acero 3 se dirija de manera eficaz hacia la rejilla de fibra del sensor de deformación de rejilla de fibra 9. El sensor de deformación de rejilla de fibra 9 está protegido por una cubierta de protección, un hueco entre la cubierta de protección y el hilo de acero está sellado con mástique, y después se utiliza una cinta adhesiva para sellar el exterior con el fin de proteger el sensor de deformación de rejilla de fibra y, por tanto, se forma un sensor de deformación de rejilla de fibra 9 totalmente encapsulado, tal como se muestra en la fig. 9. El sensor de temperatura de rejilla de fibra 10 encapsulado está suspendido sobre el hilo de acero en el cilindro de conexión 4, y el cable de fibra 8 se encaja dentro del tubo de acero preservado 7. El cilindro de conexión 4 se coloca a modo de vaina, se vierte el relleno de sellado del cilindro de conexión 6, y se lleva a cabo la solidificación del cilindro de conexión a temperatura normal. En la fig. 10, se muestra una última vista esquemática estructural de un cable inteligente.

[0014] El cable de fibra 8 que sale por un extremo de anclaje del cable inteligente va conectado a un desmodulador de rejilla de fibra 12, tal como se muestra en la fig. 11. El cambio de temperatura en el cable se monitoriza en tiempo real a través del sensor de temperatura de rejilla de fibra incorporado mediante la monitorización del cambio de una longitud de onda central de la rejilla de fibra, y un estado de distribución de la tensión del hilo de acero del cable y el estado de tensión global del cable se monitorizan en tiempo real a través del sensor de deformación de rejilla de fibra incorporado, junto con un resultado de compensación de la temperatura de la rejilla de fibra.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de cable inteligente de puente con un sensor de rejilla de fibra incorporado, que comprende: una cubeta de anclaje (1), una placa separadora de hilos (5), un cilindro de conexión (4), un sensor de rejilla de fibra
5 incorporado en el cilindro de conexión (4), y un cuerpo de cable (11), en el que el sensor de rejilla de fibra comprende un sensor de deformación de rejilla de fibra (9) y un sensor de temperatura de rejilla de fibra (10),
en el que el sensor de deformación de rejilla de fibra (9) y el sensor de temperatura de rejilla de fibra (10) están encapsulados, unos cabos de fibra del sensor de deformación de rejilla de fibra (9) y el sensor de temperatura de rejilla de fibra (10) se extienden a través del cilindro de conexión (4), el sensor de deformación de
10 rejilla de fibra (9) encapsulado está conectado de forma fija con un hilo de acero de una capa exterior (3) del cilindro de conexión (4), el sensor de temperatura de rejilla de fibra (10) está suspendido en el hilo de acero (3) del cilindro de conexión (4), una placa separadora de hilos (5) está provista de unos orificios (5-1), un tubo de acero (7) está embutido en el cilindro de conexión (4) y la cubeta de anclaje (1), el tubo de acero (7) se extiende a través de los orificios (5-1) de la placa separadora de hilos (5), cada uno de los cabos de fibra del sensor de deformación de rejilla
15 de fibra (9) y el sensor de temperatura de rejilla de fibra (10) está conectado a un cable de fibra (8),
en el que el cable de fibra (8) se extiende a través del tubo de acero (7), y el cable de fibra (8) que se extiende a través del tubo de acero (7) se puede conectar a un desmodulador de rejilla de fibra (12);
en el que una estructura de cápsula del sensor de deformación de rejilla de fibra comprende: el sensor de deformación de rejilla de fibra (9) que comprende una primera rejilla de fibra (9-1), unos primeros tubos de acero
20 (9-3), unos segundos tubos de acero (9-2), un primer tubo de acero de protección (9-6) y unos soportes (9-4); en el que el número de primeros tubos de acero de protección (9-6) es uno, el número de primeros tubos de acero (9-3) es dos, el número de soportes (9-4) es dos y el número de segundos tubos de acero (9-2) es dos,
en el que los dos primeros tubos de acero (9-3), los dos soportes (9-4) y los dos segundos tubos de acero (9-2) están dispuestos en dos lados del primer tubo de acero de protección (9-6) guardando una simetría
25 bilateral, un diámetro del segundo tubo de acero (9-2) es menor que un diámetro del primer tubo de acero (9-3) que es menor que un diámetro del primer tubo de acero de protección (9-6); en la parte central del segundo tubo de acero (9-2) se abre axialmente una ranura; una zona superior del soporte (9-4) está provista de un orificio, en la que el primer tubo de acero (9-3) pasa a través del orificio de la zona superior del soporte (9-4) y está conectado con el soporte (9-4); dos extremos del primer tubo de acero de protección (9-6) ciñen respectivamente un extremo de los
30 dos primeros tubos de acero (9-3); el otro extremo del primer tubo de acero (9-3) ciñe un extremo del segundo tubo de acero (9-2), la primera rejilla de fibra (9-1) pasa a través del segundo tubo de acero (9-2), el primer tubo de acero (9-3) y el primer tubo de acero de protección (9-6); una zona de rejilla está situada en una posición central del primer tubo de acero de protección (9-6), dos extremos de la primera rejilla de fibra (9-1) están fijados en las ranuras de los segundos tubos de acero (9-2) mediante un adhesivo, una segunda vaina termorretráctil (9-5) ciñe el exterior de una zona ranurada del segundo tubo de acero (9-2); unos cabos de fibras en los dos extremos de la primera rejilla de
35 fibra (9-1) se extienden a través de del otro extremo del segundo tubo de acero (9-2); el soporte del sensor de deformación de rejilla de fibra (9) está conectado con el hilo de acero del cilindro de conexión (4), una cubierta de protección cubre el sensor de deformación de rejilla de fibra (9) para protegerlo, una zona de sellado de la cubierta de protección y el hilo de acero va sellada con mástique, y una cinta adhesiva sella un hueco del hilo de acero
40 sellado con mástique para formar el sensor de deformación de rejilla de fibra totalmente encapsulado; y
en el que una estructura de cápsula del sensor de temperatura de rejilla de fibra (10) comprende: el sensor de temperatura de rejilla de fibra (10) que comprende una segunda rejilla de fibra (10-1), un segundo tubo de acero de protección (10-2), y una segunda vaina termorretráctil (10-3), en el que la segunda rejilla de fibra (10-1) está suspendida en el segundo tubo de acero de protección (10-2); la segunda rejilla de fibra (10-1) está conectada
45 con cabos de fibras del segundo tubo de acero de protección (10-2); los cabos de fibras están fijados mediante un adhesivo en el lugar por el que salen del segundo tubo de acero de protección (10-2), y la segunda vaina termorretráctil (10-3) está dispuesta a modo de vaina.

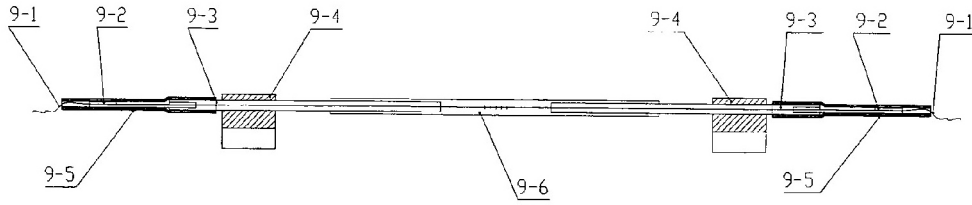


FIG. 1



FIG. 2

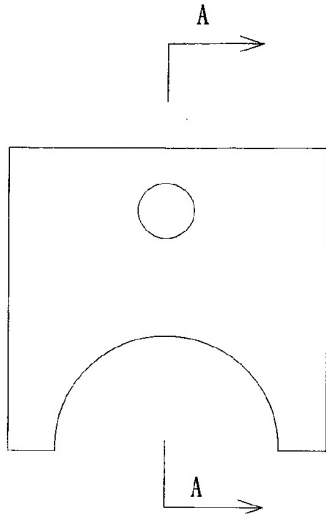


FIG. 3

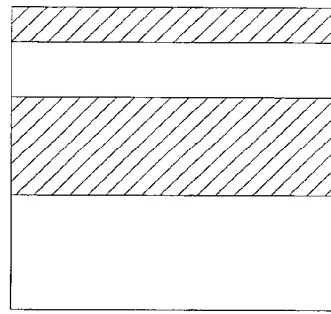


FIG. 4

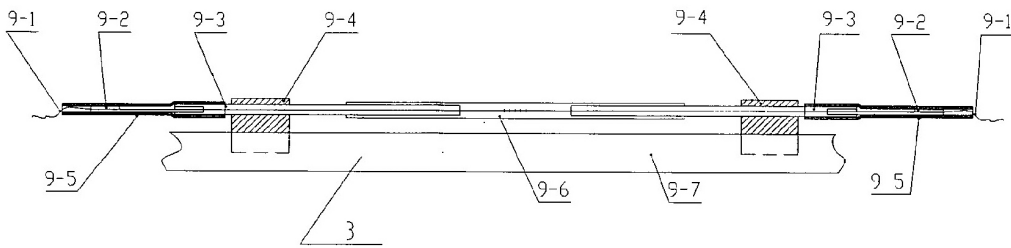


FIG. 5

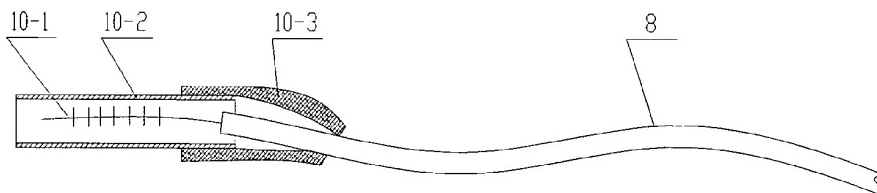


FIG. 6

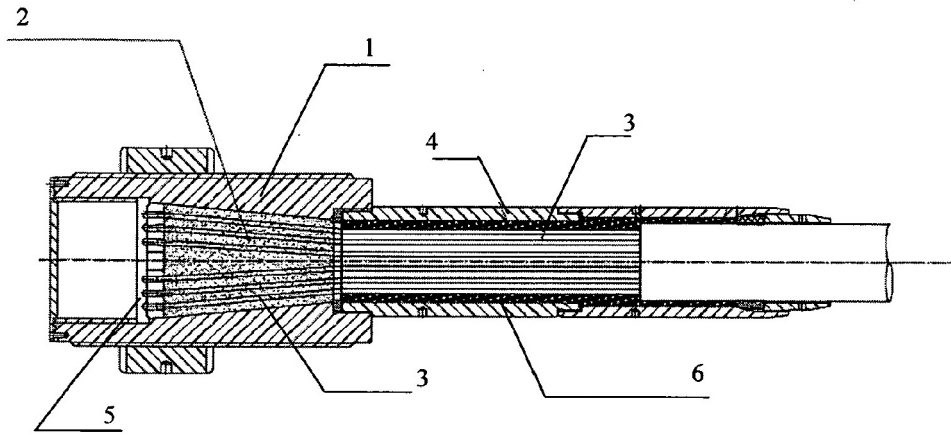


FIG. 7

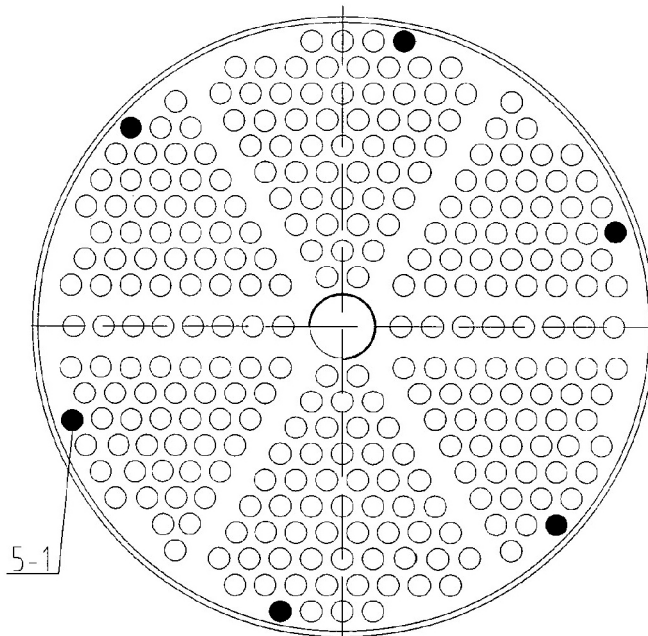


FIG. 8

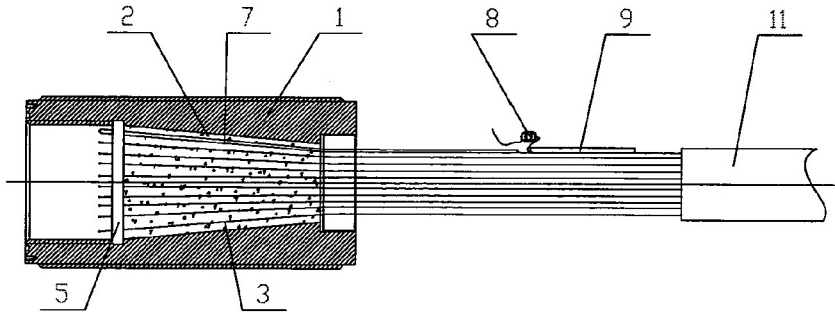


FIG. 9

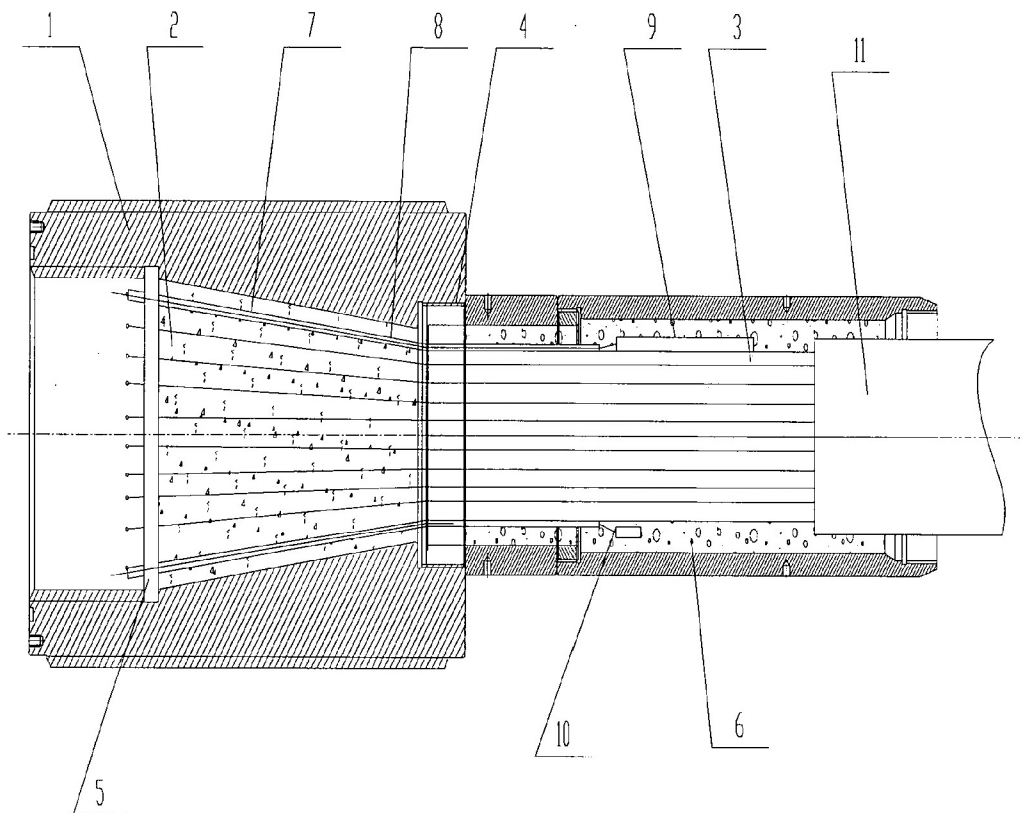


FIG. 10

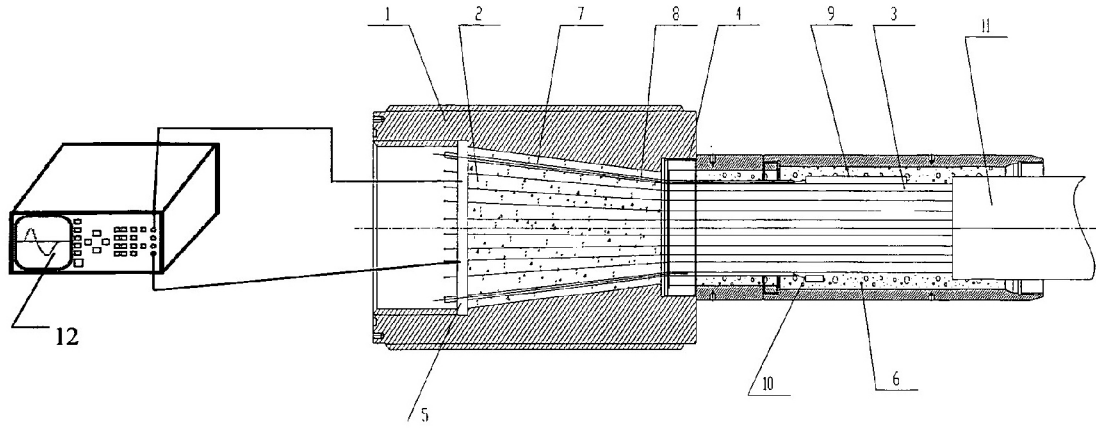


FIG. 11