

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 521**

51 Int. Cl.:

G01D 5/353 (2006.01)

G01D 11/24 (2006.01)

G01M 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2011 PCT/FR2011/050047**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2011 WO11083286**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2011 E 11704278 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 2524194**

54 Título: **Banda flexible que comprende al menos una fibra óptica para efectuar unas mediciones de deformación y/o de temperatura**

30 Prioridad:

11.01.2010 FR 1050136

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

03.11.2017

73 Titular/es:

**TERRE ARMEE INTERNATIONALE (100.0%)
280 avenue Napoléon Bonaparte
92500 Rueil Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**FREITAG, NICOLAS;
TURPIN, MARC y
CHARBONNIER, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 640 521 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

Banda flexible que comprende al menos una fibra óptica para efectuar unas mediciones de deformación y/o de temperatura

5

Sector de la técnica

La presente invención se refiere a una banda flexible que comprende al menos una fibra óptica para efectuar unas mediciones de deformación y/o temperatura en o sobre una construcción de ingeniería civil.

10

En concreto, tiene por objeto permitir localizar y medir unas perturbaciones tales como unas deformaciones y/o unas variaciones de temperatura en o sobre unas construcciones de ingeniería civil. Tales mediciones se efectúan, en general, durante largos periodos de tiempo con el fin de determinar, por ejemplo, si la construcción se daña y corre el riesgo de desgradarse; estos controles o mediciones permiten un seguimiento de seguridad, en concreto, un mantenimiento predictivo.

15

Estado de la técnica

En unos dispositivos conocidos del estado de la técnica, se disponen unas fibras ópticas sobre una superficie de una construcción que hay que vigilar o en el seno de esta construcción con el fin de proceder a unas mediciones sobre el terreno. Estas fibras ópticas tienen, en general, un diámetro comprendido entre 80 y 500 μm , en concreto, de aproximadamente 150 μm , que comprende una parte central constituida por un núcleo y una funda óptica adecuados para dejar que la luz se propague y al menos una funda de protección.

20

La integración de tales fibras ópticas sobre o en una construcción de ingeniería civil, presenta, no obstante, algunos inconvenientes. De hecho, estas fibras ópticas son frágiles y pueden dañarse en el momento de la colocación o posteriormente por efecto de las tensiones a las que están sometidas (en concreto esfuerzos de cizalla, esfuerzo cortante, curvaturas no deseadas de la fibra). Por otra parte, en ciertos casos, pueden degradarse con el curso del tiempo, en concreto, en unos medios "hostiles" donde hay riesgos de penetración de agua o de iones alcalinos, por ejemplo, seguido de un contacto prolongado con tal medio "hostil".

25

30

Objeto de la invención

Un objetivo de la presente invención es el de proponer un dispositivo que permita efectuar unas localizaciones y unas mediciones de deformación y/o unas mediciones de temperatura de una estructura, es decir, una construcción de ingeniería civil o de una parte de una construcción de ingeniería civil, que obvie los inconvenientes mencionados anteriormente. Por otra parte, el objetivo de la invención busca, asimismo, proponer tal dispositivo a un coste razonable y permitir una colocación más fácil en la estructura.

35

La invención propone pues una banda flexible según la reivindicación 1. Conviene destacar que dicha banda flexible puede ser sustancialmente neutra con respecto a la resistencia mecánica de la estructura de la construcción de ingeniería civil o bien participar como refuerzo de dicha estructura. No obstante, el material de la banda flexible es diferente del esencial de dicha estructura. Este último está constituido, por ejemplo, por soleras, hormigón, materiales de sellado.

40

45

Gracias a la banda flexible según la invención es posible, en concreto, proteger la o las fibra(s) óptica(s) de las agresiones mecánicas y fisicoquímicas mencionadas anteriormente y asegurar una transferencia de carga adaptada a las mediciones entre la estructura (medio anfitrión) y la o las fibra(s) óptica(s) que permiten efectuar unas localizaciones y unas mediciones de deformación y/o unas mediciones de temperatura de una estructura.

50

Se entiende por "banda" una pieza susceptible de extenderse longitudinalmente, según un eje longitudinal, cuya longitud es muy significativamente superior a la anchura en el sentido perpendicular al eje longitudinal y donde esta anchura es muy significativamente superior al espesor. A modo de ejemplos, la longitud de tal banda es al menos de un metro, por ejemplo, de aproximadamente 3 a 10 metros, incluso significativamente más larga (de varias decenas a centenas de metros, incluso de algunos kilómetros); la anchura está comprendida entre 1 y 30 cm, por ejemplo, entre 5 y 10 cm; el espesor está comprendido entre 1 milímetro y algunos centímetros, por ejemplo, entre 2 y 10 mm.

55

A modo de ejemplo, tales bandas flexibles pueden equipar terraplenes, diques, construcciones con suelo reforzado o compactado. Tales bandas también pueden introducirse en los suelos naturales (mediante perforaciones simples o dirigidas) y/o inundadas con materiales de sellado (morteros, resinas u otros materiales de sellado). Tales bandas pueden posicionarse, asimismo, en la superficie de elementos de estructuras metálicas o de hormigón, incluso estar directamente integradas en el hormigón (elementos de puentes, presas, barreras,...). Puede, asimismo, integrarse en el transcurso de la construcción en presas de hormigón compactado con rodillo (BCR). Pueden colocarse en unas zanjas poco profundas en la superficie de un terreno natural, por ejemplo, en una zona de riesgo en lo referente a hundimientos cársticos o una zona de grandes deslizamientos de terreno.

60

65

Se califica de "muy significativamente superior", a una magnitud que sea al menos el doble de la magnitud con la que se compara.

Según un modo de realización, la anchura de la banda es al menos cinco veces superior a su espesor.

5 Se entiende por "banda flexible" una banda susceptible de deformarse fácilmente según su longitud. A modo de ejemplo, se considera que una banda es flexible cuando puede curvarse según un radio de curvatura de 200 mm.

Según un modo de realización, una banda flexible puede curvarse según un radio de curvatura de 50 mm.

10 Según un modo de realización, la banda se produce con una gran longitud y puede cortarse para formar bandas con la longitud deseada, destinadas a instalarse en o sobre una construcción. Gracias a su flexibilidad, una banda de gran longitud puede enrollarse sobre un mandril para formar una bobina o una devanadera de obra. Es, por tanto, muy fácil desplazar la banda de gran longitud y desenrollarla y eventualmente cortarla, por ejemplo, en una obra, a la longitud deseada.

15 Por otra parte, la flexibilidad de esta banda permite adaptarla a las irregularidades que pueden encontrarse en o sobre una construcción, a la vez que se preserva la (o las) fibra(s) óptica(s) destinada(s) a efectuar las mediciones deseadas y comprendida(s) en dicha banda flexible. Estas irregularidades pueden, por ejemplo, estar vinculadas a la forma de la construcción, a la presencia de componentes de la construcción susceptibles de dañar una fibra óptica, como, por ejemplo, unos agregados, unas armaduras, unas gravas presentes en los suelos compactados, unos elementos compuestos por morteros de sellado...

20 Además, los inventores han podido constatar que la elección de un dispositivo, que comprende al menos una fibra óptica, en forma de banda es particularmente ventajosa para efectuar mediciones de deformación en una construcción, por ejemplo, en un terraplén, un dique o una construcción con suelo reforzado. De hecho, la forma de una banda permite una buena transferencia de carga entre el entorno (mensurando) y el sensor y puede conllevar, según los casos, una amplificación de los efectos del mensurando mediante el aumento de la sección eficaz de detección.

25 Los inventores han constatado que la perdurabilidad y la transferencia de carga de una banda flexible, en concreto, insertada en una construcción, se mejora de manera muy significativa cuando la fibra (o las fibras ópticas) está(n) rodeada(s) con una matriz polimérica termoplástica que comprende unas fibras continuas de refuerzo que se extienden sustancialmente según el eje longitudinal de la banda flexible. Los inventores han podido determinar que una mejora significativa del comportamiento de tal banda flexible intervenía cuando la cantidad másica de fibras continuas de refuerzo, que se extienden sustancialmente según el eje longitudinal, es superior o igual a diez veces la cantidad másica de fibra(s) óptica(s).

30 Según la invención, se entiende por una orientación "sustancialmente según un eje", a una orientación comprendida entre +10° y -10° con respecto a ese eje, comprendida, en concreto, entre +5° y -5°. Según un modo de realización, las fibras continuas de refuerzo se extienden según el eje longitudinal de la banda flexible.

35 Según un modo de realización, la matriz polimérica termoplástica se selecciona de entre la siguiente lista de matrices: polietileno, polipropileno, PVC, poliéter.

40 La matriz polimérica termoplástica también puede comprender unos elastómeros.

45 Según un modo de realización, las fibras continuas de refuerzo son unas fibras poliméricas cuya matriz se selecciona concretamente de la siguiente lista de matrices: poliéster, poliamida, poliolefina.

50 Según otro modo de realización, que puede combinarse con el anterior, las fibras continuas de refuerzo se seleccionan de entre las fibras de vidrio, las fibras de aramida, las fibras de carbono, los hilos de fibras vegetales, tales como fibras de lino o de cáñamo, las fibras metálicas. Las fibras continuas de refuerzo están ensambladas, en general, pero de manera no limitativa, en forma de hilos que comprenden una pluralidad de fibras.

55 Las fibras continuas de refuerzo se disponen esencialmente, incluso exclusivamente, paralelas entre sí y siguiendo la dirección del eje de la banda. También pueden ensamblarse en forma de cuerda(s), trenza(s) o cordón(es).

60 Según un modo de realización, la parte central de la fibra óptica, adecuada para dejar que la luz se propague, es mineral, en concreto a base de sílice.

Según otro modo de realización, esta parte central de la fibra óptica es orgánica (denominadas "POF" por sus siglas en inglés de "Plastic Optical Fiber" Fibra óptica de plástico).

65 Con el fin de calcular la cantidad másica, MFO, de fibra(s) óptica(s) en una banda flexible, se toma en consideración la parte central (núcleo y funda óptica) y la funda de protección solidaria con esta parte central. La fibra óptica puede

estar, además, recubierta por otras protecciones, en concreto para formar un cable, pero las demás protecciones no se toman en cuenta para calcular el valor de MFO. Estas otras protecciones pueden consistir en un revestimiento de metal, en diversas coberturas, por ejemplo, constituidas por tejidos y/o capas orgánicas. El conjunto puede presentarse en forma de cable.

5 La fibra óptica utilizada puede ser de tipo monomodo o multimodo.

Según un modo de realización, la fibra óptica comprende unas redes de Bragg. Según otro modo de realización, la fibra óptica se utiliza directamente sin adición de un elemento transductor cualesquiera.

10 La o las fibra(s) óptica(s) de una banda flexible está (están) destinada(s) a conectarse a un dispositivo de metrología susceptible de emitir luz y de medir unas características de la luz reflejada, retrodispersada o transmitida por la fibra óptica.

15 De entre los dispositivos de medición utilizables, pueden citarse los siguientes: OTDR (por sus siglas en inglés de "Optical-Time-Domain-Reflectometer", (Reflectómetro óptico en el dominio de tiempo), OTDR-R (OTDR-Raman), BOTDR (OTDR de difusión Brillouin), OBR (por sus siglas en inglés de "Optical-backscatter-reflecometry", reflectometría óptica de retrodispersión), reflectometría Rayleigh coherente en múltiples longitudes de onda, metrología de reflexiones sobre unas redes de Bragg, metrología por interferometría, metrología por polarimetría.

20 Una banda flexible según la invención, que comprende al menos una fibra óptica puede comprender, además, una o varias de las características opcionales enumeradas a continuación, bien consideradas individualmente o según todas las combinaciones posibles:

25 - la cantidad másica de fibras de refuerzo continuas, que se extienden sustancialmente según el eje longitudinal, MFC, es superior o igual a cincuenta veces la cantidad másica de fibra(s) óptica(s), MFO;

- una zona de la matriz polimérica comprende fibras continuas de refuerzo y está desprovista de fibra óptica, y esta zona se dispone al menos parcialmente alrededor de una fibra óptica;

30 - al menos una fibra óptica se dispone en contacto directo con la matriz polimérica;

- al menos una fibra óptica se dispone en un tubo cuya pared externa está en contacto directo con la matriz polimérica; puede contemplarse que una misma fibra óptica esté en contacto directo con la matriz sobre una parte de su longitud y en un tubo sobre otra parte de su longitud, en este caso, unas partes diferentes de una misma fibra óptica pueden tener funciones diferentes (por ejemplo, medición de alargamiento y medición de temperatura, respectivamente, para cada una de las partes mencionadas anteriormente);

40 - la banda flexible comprende una pluralidad de zonas donde la matriz polimérica comprende unas fibras continuas de refuerzo y al menos una fibra óptica y donde estas zonas se disponen paralelamente entre sí en el sentido de la longitud de la banda, lado a lado en el sentido de la anchura de la banda y separadas por unas zonas de matriz polimérica desprovista de fibra continua de refuerzo;

45 - al menos una fibra óptica se dispone sustancialmente en paralelo al eje longitudinal de la banda flexible;

- al menos una fibra óptica se dispone alrededor de una dirección sustancialmente paralela al eje longitudinal de la banda flexible, por ejemplo, según una trayectoria sinusoidal;

50 - una fibra óptica está recubierta con al menos 0,1 mm de matriz polimérica, incluso al menos 0,5 mm de matriz polimérica;

- al menos una superficie externa de la banda flexible presenta un grado de rugosidad o de asperezas más o menos marcadas que permiten optimizar la transferencia de cargas entre el medio anfitrión y dicha banda;

55 - al menos un borde externo de la banda flexible presente para una parte dentada que permite optimizar la transferencia de cargas entre el medio anfitrión y dicha banda.

60 La presente invención tiene, asimismo, por objeto una red de bandas flexibles solidarizadas entre sí, en concreto por termosoldadura, donde las bandas flexibles comprenden las características de uno cualquiera de los modos de realización anteriores. De este modo es posible efectuar mediciones en un espacio bidimensional.

65 La presente invención trata, asimismo, sobre un dispositivo de localización y de mediciones de deformación y/o de medición de temperatura que comprende al menos una banda flexible según las características de uno cualquiera de los modos de realización anteriores o una red de bandas flexibles como la anterior y un dispositivo de metrología conectado a al menos una fibra óptica de una banda flexible y susceptible de emitir luz y medir unas características de la luz reflejada, retrodispersada o transmitida por dicha fibra óptica.

Según un modo de realización de dicho dispositivo, al menos una banda flexible comprende al menos una fibra óptica dispuesta en contacto directo con la matriz polimérica y esta fibra óptica se utiliza para proceder a unas mediciones de deformación.

5 Según un modo de realización de dicho dispositivo, al menos una banda flexible comprende al menos una fibra óptica dispuesta en un tubo cuya pared externa está en contacto directo con la matriz polimérica y esta fibra óptica se utiliza para proceder a unas mediciones de temperatura.

10 La presente invención también tiene por objeto un procedimiento de localización y de mediciones de deformación y/o de medición de temperatura en una o sobre una estructura de una construcción de ingeniería civil que aplica un dispositivo, según una cualquiera de las características expuestas más adelante, que comprende una etapa de emisión de luz y una etapa de medición de las características de la luz reflejada, retrodispersada o transmitida por al menos una fibra óptica.

15 Según un modo de realización de este procedimiento, al menos una banda flexible comprende al menos una fibra óptica dispuesta en contacto directo con la matriz polimérica y esta fibra óptica se utiliza para proceder a unas mediciones de deformación y al menos una fibra óptica dispuesta en un tubo cuya pared externa está en contacto directo con la matriz polimérica y esta fibra se utiliza para proceder a unas mediciones de temperatura a la vez que se procede a la medición de deformación y la medición de temperatura.

20 Según otro modo de realización de este procedimiento, al menos una banda flexible comprende al menos una fibra óptica dispuesta en contacto directo con la matriz polimérica y al menos una fibra óptica dispuesta en un tubo cuya pared externa está en contacto directo con la matriz polimérica y estas dos fibras ópticas se utilizan simultáneamente para tomar mediciones interferométricas.

25

Descripción de las figuras

30 La invención se comprenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción, aportada únicamente a modo de ejemplo y realizada con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- las figuras 1 y 2 son unas vistas esquemáticas en perspectiva de un modo de realización de una banda flexible según la invención;
- 35 - las figuras 3 a 5 son unas vistas esquemáticas en sección perpendicular al eje longitudinal de un modo de realización de una banda flexible según la invención;
- las figuras 6 y 7 son unas vistas esquemáticas en perspectiva de un modo de realización de una banda flexible según la invención;
- 40 - las figuras 8 y 9 son unas vistas esquemáticas en sección en el espesor y según el eje longitudinal de un modo de realización de una banda flexible según la invención;
- las figuras 10a, b y c son unas vistas esquemáticas en planta de una banda flexible según la invención;
- 45 - la figura 11 es una vista esquemática en perspectiva de una red de bandas flexibles solidarizadas entre sí según la invención.

Descripción detallada de la invención

50 En aras de una mayor claridad, los diferentes elementos representados en las figuras no están necesariamente a escala. En estas figuras, las referencias idénticas corresponden a elementos idénticos.

55 La figura 1 presenta una vista esquemática en perspectiva de un modo de realización de una banda flexible 1 según la invención.

Esta banda flexible 1 comprende una fibra óptica 20 dispuesta según el eje longitudinal, perpendicular a la anchura L y al espesor e de dicha banda flexible y rodeada de una matriz polimérica termoplástica que comprende unas fibras continuas de refuerzo 30. Estas fibras continuas de refuerzo 30 se disponen en una zona 10 formando un canal en el seno del cual está dispuesta la fibra óptica 20. La zona 10, de anchura L1, está dispuesta sustancialmente en el núcleo de la banda 1 y está rodeada por una zona 40 de matriz polimérica desprovista de fibra continua de refuerzo. En el caso representado, la zona 40 comprende dos zonas laterales 41 situadas a cada lado de la anchura de la zona 10 que comprende las fibras continuas de refuerzo y dos zonas 42 situadas a cada lado del espesor de dicha zona 10. La banda flexible 1 representada comprende una superficie principal 70 que se extiende en sentido de la anchura y sentido longitudinal de la banda y un borde 80 que se extiende en el sentido del espesor y del sentido longitudinal de dicha banda. En este ejemplo, la superficie 70 es sustancialmente plana y uniforme y el borde 80 está

65

redondeado.

A modo de ejemplo:

- 5 L = 20 mm
 e = 3 mm
 L1 = 15 mm
 10 MFO = 330 dtex
 (la unidad "dtex" corresponde a g de 10.000 m)
 MFC = 150.000 dtex
 15 MFC/MFO = 450

La figura 2 presenta una vista esquemática en perspectiva de un segundo modo de realización de una banda flexible 1 según la invención. Esta banda flexible comprende una pluralidad de zonas 10 que forman canales en el seno de cada uno de los cuales se dispone una fibra óptica 20. Dos canales contiguos están separados por una pared 43 de matriz polimérica desprovista de fibras de refuerzo. Se puede considerar que una banda ilustrada en la figura 2 corresponde a la yuxtaposición de una pluralidad de "pseudo-bandas" 50, del tipo a las ilustradas en la figura 1.

A modo de ejemplo:

- 25 L (anchura total de la banda 1) = 50 mm
 e = 4 mm
 30 MFO = 1.320 dtex
 MFC = 350.000 dtex
 35 MFC/MFO = 265

Según otro modo de realización representado en sección en la figura 3, la banda flexible 1 tiene una sección sustancialmente rectangular, al igual que las zonas 10 que forman canales en el seno de cada uno de los cuales se dispone una fibra óptica 20. A modo de ejemplo, el espesor e2 de la zona 42, entre una zona 10 que forma un canal y la superficie principal 70 de la banda está comprendida entre 10 y 30 % del espesor total e de dicha banda. Una fibra óptica 20 está situada a una distancia e1 de la superficie principal 70 de la banda. En el ejemplo representado, la fibra óptica está situada en el centro de la banda.

Según un modo de realización, el espesor entre el exterior de la fibra óptica y una pared exterior de la banda flexible según la invención, por ejemplo, el espesor e1, es de al menos 0,1 mm de matriz polimérica (con o sin fibra continua de refuerzo), incluso de al menos 0,5 mm de dicha matriz polimérica.

De manera ventajosa, las bandas flexibles que corresponden a las figuras 1 a 3 pueden enrollarse sobre un mandril para formar una bobina o una devanadera de obra. Según estos modos de realización, el arrollamiento puede ser compacto, con una superficie principal 70 superior en contacto con una superficie principal 70 inferior.

Las figuras 4 y 5 representan unas vistas en sección de otros modos de realización de una banda flexible según la invención donde la superficie principal no es plana. Estas bandas pueden, no obstante, enrollarse sobre un mandril para formar una bobina o una devanadera de obra, pero de manera menos compacta que con los modos de realización anteriores.

En el modo de realización representado en la figura 4, unas fibras ópticas 20 se disponen en una parte central 45 de la banda, de matriz polimérica desprovista de fibras continuas de refuerzo y una zona 15 de matriz polimérica que comprende unas fibras continuas de refuerzo 30 se dispone a cada lado de la parte central 45 que comprende las fibras ópticas 20. Esta parte central 45 está prolongada por cada lado, en el sentido de la anchura, por unas alas 44 desprovistas de fibras continuas de refuerzo y de fibra óptica. La zona 15 de matriz polimérica que comprende unas fibras continuas de refuerzo está recubierta, además, con una capa 46 de matriz polimérica desprovista de fibras continuas de refuerzo. La zona 15 permite asegurar la resistencia mecánica de la banda y la dimensión de las alas 44 puede seleccionarse de manera que se optimice la transferencia de la carga entre la banda flexible y el medio que la rodea.

Según una variante del modo de realización de la figura 4, representada en la figura 5, se disponen unas fibras

ópticas 20 en las alas 44.

A modo de ejemplo, para los modos de realización según las figuras 4 y 5:

5 e (espesor total de la banda flexible) = 20 mm

e3 (espesor de la parte central) = 5 mm

e4 (espesor máximo de la zona 15) = 5 mm

10

e5 (espesor de la capa 46) = 2,5 mm

MFC = 150.000 dtex

15

Para el modo de realización de la figura 4: MFO = 990 dtex

MFC / MFO = 150

Para el modo de realización de la figura 5: MFO = 1650 dtex

20

MFC / MFO = 90

25 Las figuras 6 y 7 presentan unas vistas esquemáticas en perspectiva de unos modos de realización según la invención donde al menos una fibra óptica 20 se dispone libre de tensiones en un tubo 60. Estos modos de realización se han representado en el caso de una configuración de la banda flexible similar a la de la figura 1. Se da por sentado que estos modos de realización pueden encontrar aplicaciones en las otras bandas flexibles descritas anteriormente o en cualquier otra banda flexible según la invención. Cabe destacar que la fibra 20 dispuesta en un tubo 60 puede disponerse en este tubo sobre toda su longitud o solamente sobre una parte de su longitud, siendo la otra parte solidaria o no con la matriz polimérica. La fibra óptica "entubada", libre de tensiones, puede estar integrada en un canal 10 (representado) o en una zona 41 de matriz polimérica desprovista de fibra continua de refuerzo (no representada).

30

Conviene destacar que una fibra óptica dispuesta en un tubo es esencialmente independiente de los esfuerzos que se aplican sobre la banda flexible en la que se encuentra. Tal disposición está particularmente adaptada para proceder a unas mediciones de temperatura.

35

Según el modo de realización de la figura 7, una fibra óptica dispuesta en un tubo 60 está asociada con una fibra óptica solidaria con la matriz polimérica. Tal banda está particularmente adaptada para tomar simultáneamente mediciones de temperatura, gracias a la fibra libre de tensiones en el tubo y unas mediciones de deformación. Gracias a la medición de temperatura, es posible corregir las mediciones de eventuales deformaciones termo-mecánicas y termo-ópticas y obtener así unas mediciones precisas de deformaciones locales de origen esencialmente mecánico.

40

También es posible efectuar unas mediciones interferométricas con estas dos fibras ópticas.

45

Las figuras 8 y 9 presentan unas vistas esquemáticas, en sección en el espesor y en el sentido de la longitud, de modos de realización de bandas flexibles según la invención, del tipo a las ilustradas en la figura 1, de manera a hacer aparecer unas trayectorias de la fibra en la banda flexible. Se ha representado la zona 10, donde se ha dispuesto una fibra óptica 20 y donde la matriz polimérica comprende unas fibras continuas de refuerzo, bordeada por la zona 41 de matriz polimérica desprovista de fibra continua de refuerzo.

50

Según el ejemplo de la figura 8, la fibra óptica está dispuesta en una dirección paralela al eje longitudinal de la banda flexible. En este modo de realización, se hace que la fibra óptica se deforme en el sentido longitudinal de manera sustancialmente idéntica a la deformación de la banda flexible. Esta configuración se selecciona, preferentemente, en aquellos casos en los que se desean medir pequeñas deformaciones, por ejemplo, inferiores a un 4 %, incluso inferiores a un 2 %. De hecho, se estima que la deformación antes de la ruptura de una fibra óptica es en general inferior o igual a un 4 % en el caso de las fibras ópticas à base de sílice.

55

Según el ejemplo de la figura 9, la fibra óptica se dispone de manera sinusoidal alrededor de una dirección sustancialmente paralela al eje longitudinal de la banda flexible, con una longitud de paso LP. Este modo de realización puede permitir efectuar unas mediciones donde la deformación de la banda flexible es superior a la deformación de la ruptura de la fibra óptica. De hecho, cuando la banda flexible se alarga, la fibra óptica puede, en un primer tiempo, adoptar una posición sinusoidal con un paso LP creciente, hasta acercarse a una posición sustancialmente paralela al eje longitudinal de la banda flexible. De este modo, es posible incrementar la extensión de medición de manera significativa y medir, por ejemplo, unas deformaciones de aproximadamente de un 10 % a un 20 %.

60

65

Las figuras 10a a c representan unas vistas esquemáticas en planta de modos de realización de bandas flexibles según la invención. Los diferentes modos de realización presentados ofrecen posibilidades de ajustar la transferencia de carga entre el medio y la banda flexible.

5 La figura 10a presenta un modo de realización donde la superficie principal 71 de la banda flexible es ligeramente rugosa. De ello resulta un coeficiente de rozamiento medio entre el medio y dicha banda flexible.

10 La figura 10b presenta un modo de realización donde la superficie principal 72 de la banda flexible comprende unas rugosidades significativas, por ejemplo, obtenidas gracias a unos rodetes de material 73 dispuestos en el sentido lateral en la superficie de dicha banda flexible. De ello resulta un coeficiente de rozamiento acrecentado entre el medio y dicha banda flexible en comparación con la configuración ilustrada en la figura 10a.

15 La figura 10c presenta un modo de realización donde la banda flexible comprende una porción central 75 que se extiende longitudinalmente y dos porciones laterales de anchura variable que comprenden una pluralidad de segmentos 76 dispuestos con una continuidad de materia a lo largo de la porción central 75. Un borde del tamaño de tal banda flexible comprende unos segmentos rectilíneos 82 que limitan la porción central 75 y unos segmentos rectilíneos 81 que limitan la mayor anchura de las porciones laterales. En el ejemplo representado, la superficie principal 74 de la banda flexible es ligeramente rugosa. La presencia de unos segmentos 76 permite aumentar muy sustancialmente la adherencia, mediante unos anclajes distribuidos, entre el medio y la banda, en comparación con
20 la configuración ilustrada en la figura 10a.

De manera general, las bandas flexibles según la invención pueden fabricarse por extrusión siguiendo unas técnicas conocidas por un experto en la materia.

25 La figura 11 ilustra de manera esquemática un modo de realización según la invención donde una pluralidad de bandas flexibles 1, según la invención, se disponen en una red 2 y solidarizadas entre sí en sus puntos de intersección. A modo de ejemplo, es posible solidarizar las bandas flexibles en las zonas de intersección 90 por termosoldadura, por ejemplo, llevándolas en la superficie a unas temperaturas comprendidas entre 100 y 200 °C.

30 De este modo es posible obtener un mallado para la metrología dimensional de una estructura y obtener una cartografía en planta de deformaciones y/o de temperaturas.

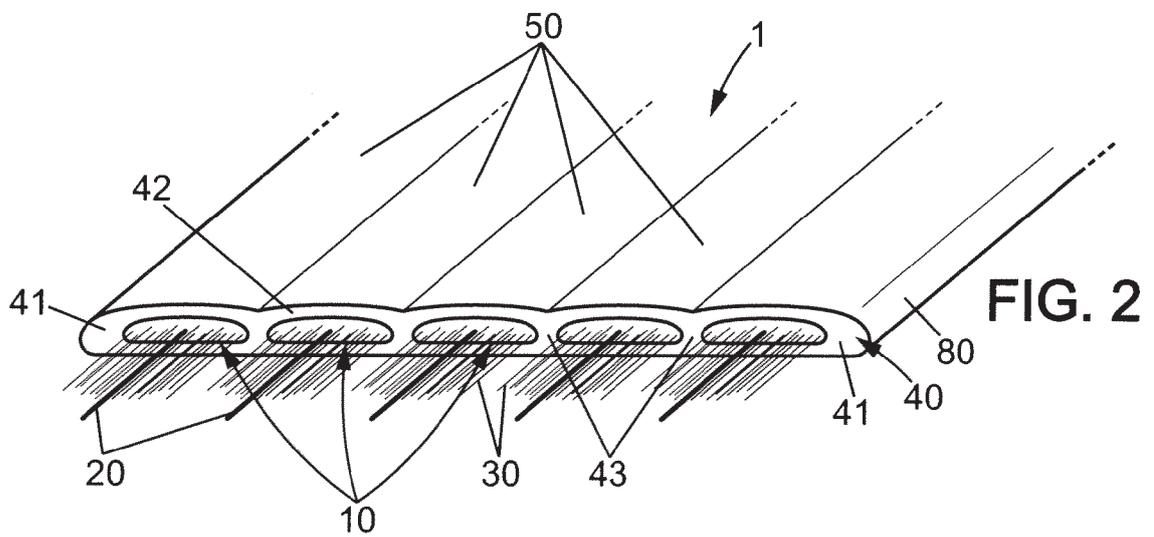
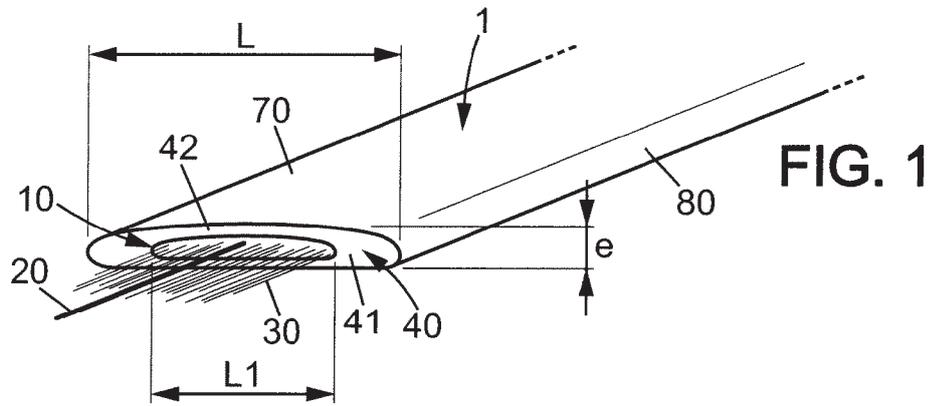
35 Las bandas flexibles descritas anteriormente pueden estar conectadas a unos dispositivos de metrología susceptibles de emitir luz y medir las características de la luz reflejada, retrodispersada o transmitida por la o las fibra(s) óptica(s) comprendida(s) en dichas bandas flexibles. Así se constituyen unos dispositivos que permiten la localización y medición de deformaciones y/o de temperatura, susceptibles de instalarse en o sobre una construcción.

40 Cabe destacar que las bandas flexibles pueden disponerse, en función de las necesidades, horizontalmente o verticalmente o de manera inclinada en la construcción.

La invención no se limita a estos tipos de realización y debe interpretarse de manera no limitativa y englobando cualquier modo de realización equivalente tal como se ha definido en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Banda flexible (1), destinada a ser enrollada y luego instalada sobre o en una construcción de ingeniería civil, susceptible de extenderse longitudinalmente según un eje longitudinal, que comprende al menos una fibra óptica (20) que permite efectuar unas localizaciones y unas mediciones de deformación y/o unas mediciones de temperatura de una estructura donde dicha fibra óptica (20) está dispuesta sustancialmente según el eje longitudinal, **caracterizada por que** dicha fibra óptica (20) está rodeada de una matriz polimérica termoplástica al menos parcialmente reforzada, sustancialmente según el eje longitudinal, extendiéndose unas fibras continuas de refuerzo (30) sustancialmente según el eje longitudinal, donde la cantidad másica de fibras continuas de refuerzo, que se extienden sustancialmente según el eje longitudinal, MFC, es superior o igual a diez veces la cantidad másica de fibra(s) óptica(s), MFO, que comprende al menos una zona (10, 15) donde la matriz polimérica comprende unas fibras continuas de refuerzo (30), distribuidas de manera sustancialmente uniforme, rodeada de una zona (40) de matriz polimérica desprovista de fibra continua de refuerzo, estando dicha fibra óptica (20) dispuesta en el seno de dicha al menos una zona (10) donde la matriz polimérica comprende unas fibras continuas de refuerzo (30).
2. Banda flexible según la reivindicación 1 **caracterizada por que** comprende una pluralidad de zonas donde la matriz polimérica comprende unas fibras continuas de refuerzo (30) y al menos una fibra óptica (20) y donde estas zonas están dispuestas paralelamente entre sí en el sentido de la longitud de la banda, lado a lado en el sentido de la anchura de la banda y separadas por unas zonas (43) de matriz polimérica desprovista de fibra continua de refuerzo.
3. Banda flexible según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** al menos una fibra óptica se dispone sustancialmente en paralelo al eje longitudinal de la banda flexible.
4. Banda flexible según una de las reivindicaciones 1 o 2 **caracterizada por que** al menos una fibra óptica se dispone alrededor de una dirección sustancialmente paralela al eje longitudinal de la banda flexible, por ejemplo, según una trayectoria sinusoidal.
5. Red de bandas flexibles solidarizadas entre sí, en concreto por termosoldadura, donde las bandas flexibles comprenden las características de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
6. Dispositivo de localización y de mediciones de deformación y/o de medición de temperatura que comprende al menos una banda flexible (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 o que comprende una red de bandas flexibles según la reivindicación 5 y un dispositivo de metrología conectado a al menos una fibra óptica de una banda flexible y susceptible de emitir luz y medir unas características de la luz reflejada, retrodispersada o transmitida por dicha fibra óptica.
7. Procedimiento de localización y de mediciones de deformación y/o de medición de temperatura que aplica un dispositivo según la reivindicación 6 que comprende una etapa de emisión de luz y una etapa de medición de las características de la luz reflejada, retrodispersada o transmitida por al menos una fibra óptica de dicho dispositivo.



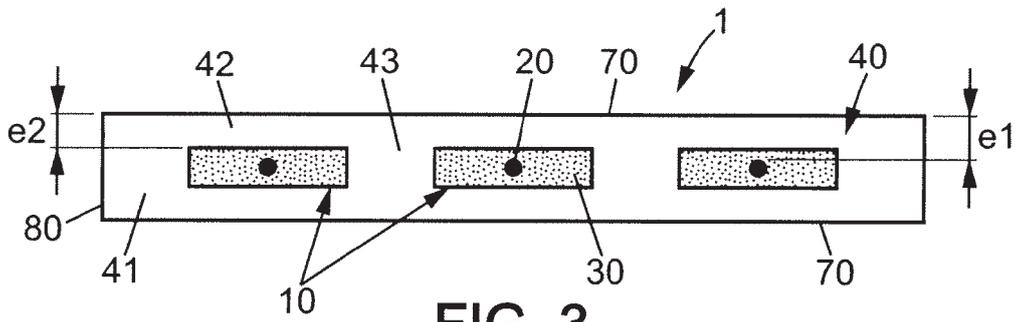


FIG. 3

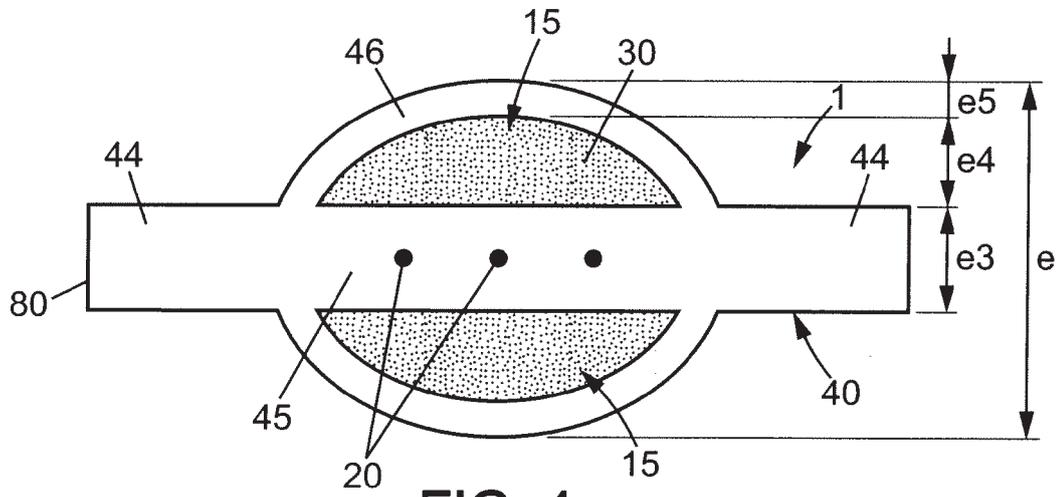


FIG. 4

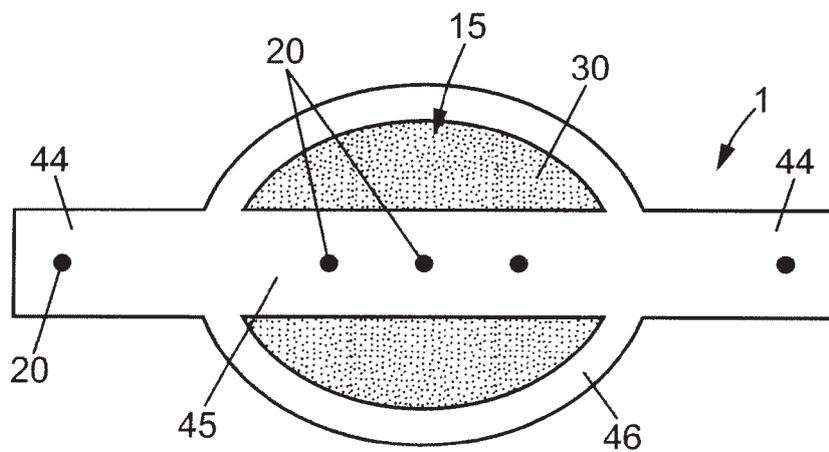


FIG. 5

FIG. 6

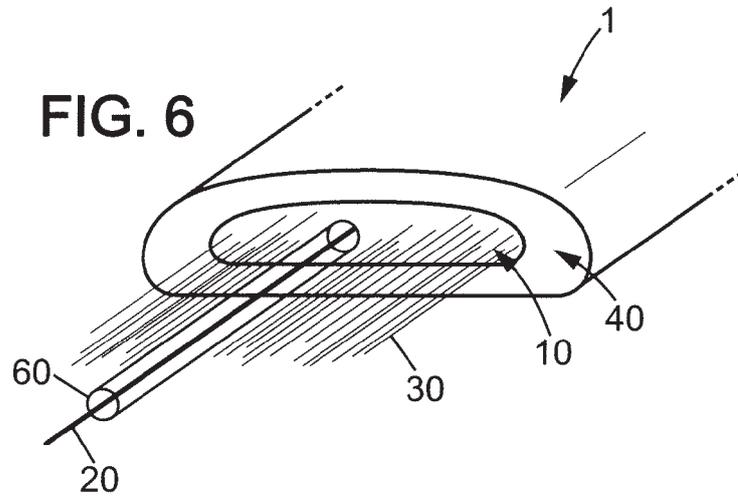
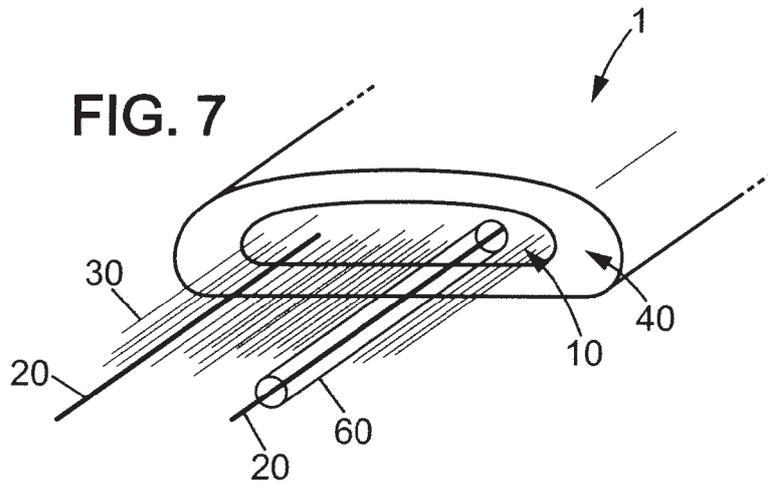
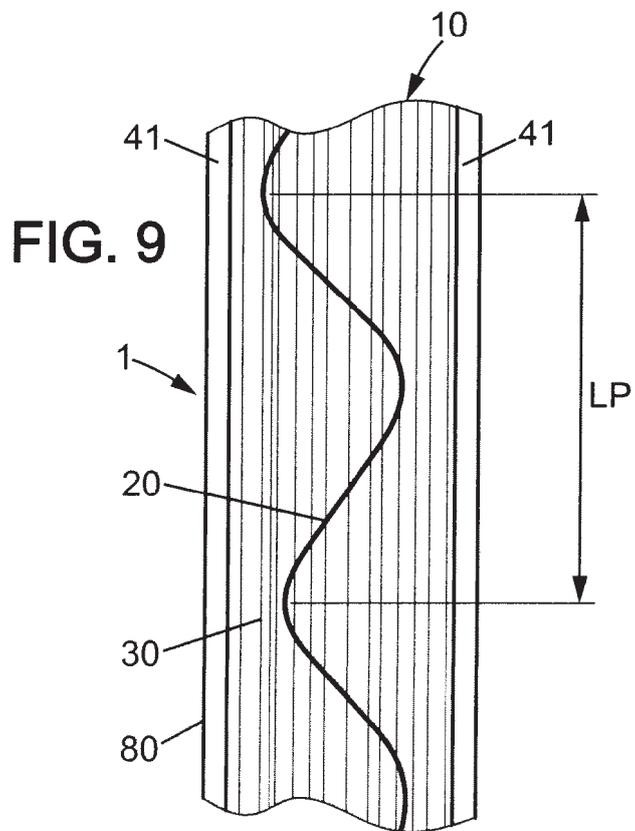
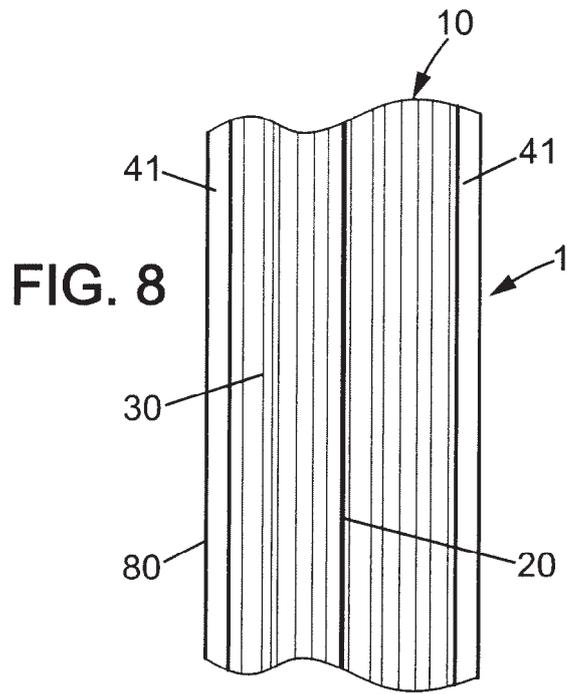


FIG. 7





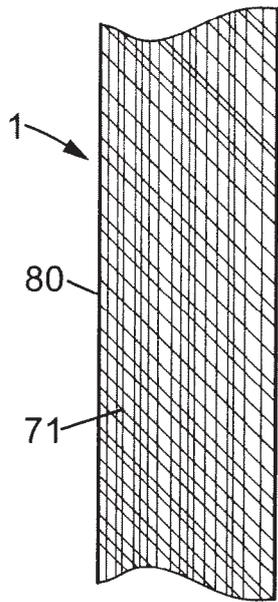


FIG. 10a

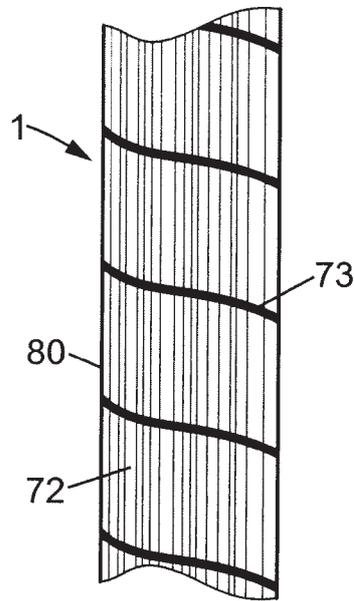


FIG. 10b

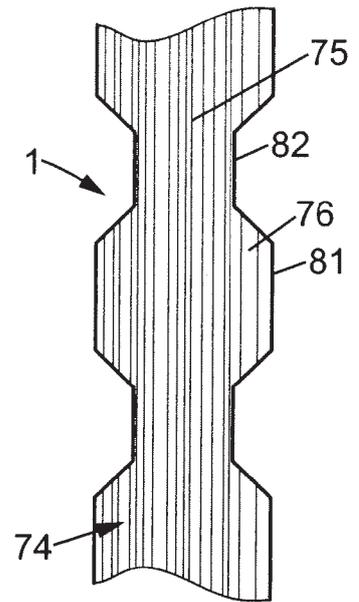


FIG. 10c

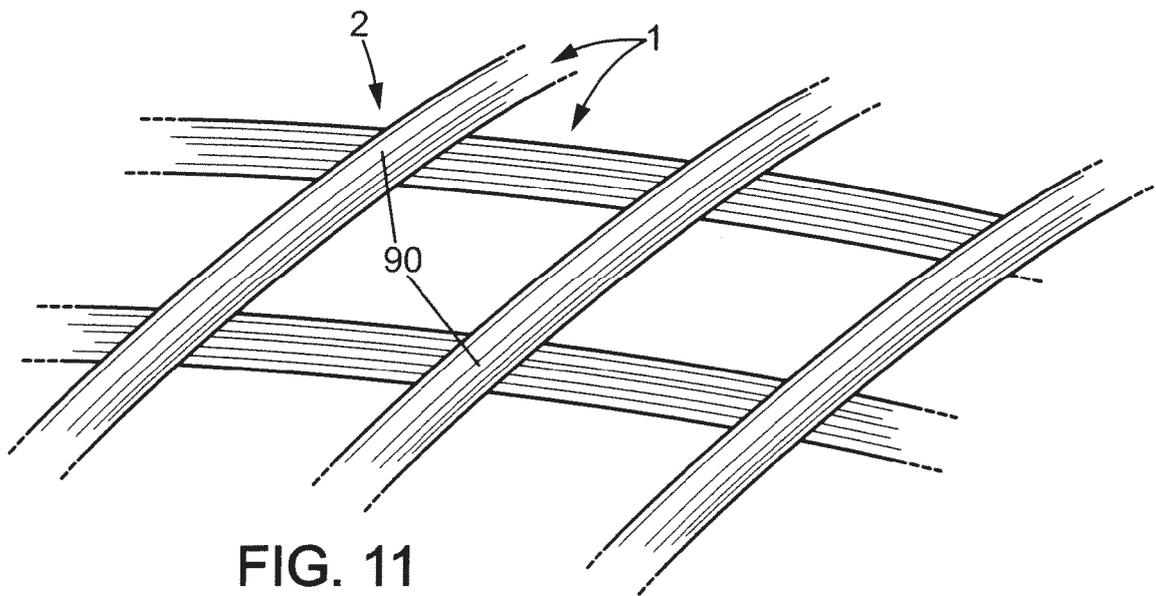


FIG. 11