

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 432**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.10.2009 PCT/EP2009/063356**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.04.2010 WO10043623**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2009 E 09783985 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2356503**

54 Título: **Cable óptico**

30 Prioridad:

**15.10.2008 DE 202008013688 U**

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

**21.02.2017**

73 Titular/es:

**CCS TECHNOLOGY INC. (100.0%)  
103 Foulk Road  
Wilmington, DE 19803, US**

72 Inventor/es:

**MERBACH, GERHARD y  
WUENSCH, GUENTER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 602 432 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**

Cable óptico

Área técnica

5 La presente revelación hace referencia a un cable óptico con micromódulos, que contiene al menos una guía de ondas óptica.

Antecedentes

10 Un cable óptico comprende una gran cantidad de elementos de transmisión óptica para transmitir la luz desde al menos una unidad de transmisión a una pluralidad de unidades de recepción. Los elementos de transmisión óptica se encuentran dispuestos en el interior del cable. Por ejemplo, la solicitud de patente WO 2004/051336 A1 revela un cable óptico de telecomunicaciones que comprende una pluralidad de elementos de transmisión óptica, donde cada uno comprende al menos una guía de ondas óptica; y una cubierta de cable que rodea la pluralidad de elementos de transmisión, en donde al menos uno de entre la pluralidad de la pluralidad de elementos de transmisión óptica se hace girar helicoidalmente de acuerdo a una trayectoria de hélice abierta, en donde los elementos de relajación de esfuerzos mecánicos están dispuestos entre la pluralidad de elementos de transmisión óptica y la cubierta del cable.

15 La calidad de transmisión de la luz a través de los elementos de transmisión óptica puede determinarse, por ejemplo, mediante atenuación, la cual ocurre a medida que la luz es guiada a través de los elementos de transmisión óptica. En particular en el caso de un pliegue en el cable óptico alrededor de un pequeño radio, puede tener lugar un incremento de atenuación. Además, el cable que está sometido a una fuerza de tracción puede también dar como resultado un incremento de atenuación. En el caso de pliegue, además de en el caso de cargas de tracción del cable

20 óptico, puede ocurrir un incremento considerable de atenuación en algunos de los elementos de transmisión óptica, mientras que otros elementos de transmisión óptica simplemente demuestran un ligero incremento de atenuación.

Por lo tanto, existe una necesidad de un cable óptico en el que los elementos de transmisión óptica contenidos en el cable presenten aproximadamente propiedades ópticas idénticas en el caso de que el cable se encuentre sometido a una fuerza de tracción.

25 Resumen

El problema ha sido resuelto mediante un cable óptico según la reivindicación 1. En una posible realización, un cable óptico comprende una pluralidad de elementos de transmisión óptica, que contienen al menos una guía de ondas, y además una cubierta de cable que rodea la pluralidad de elementos de transmisión óptica. La, al menos una, pluralidad de elementos de transmisión óptica está dispuesta de tal manera que se hace girar al menos tres veces

30 360° de forma helicoidal alrededor del eje del cable óptico en la dirección longitudinal del cable en una sección del cable óptico cuya longitud es al menos doscientas veces la del diámetro del cable.

La, al menos una, pluralidad de elementos de transmisión óptica puede estar dispuesta de tal manera que se hagan girar en una primera dirección en la sección del cable óptico y puede estar dispuesta de tal manera que se hagan girar en una segunda dirección, que sea diferente de la primera dirección, en una sección adicional del cable que

35 continúa desde dicha sección.

De acuerdo con un método para la fabricación de un cable óptico, una pluralidad de elementos de transmisión óptica, que contienen al menos una guía de ondas óptica, se encuentra dispuesta de tal manera que al menos uno de la pluralidad de elementos de transmisión óptica se hace girar al menos tres veces 360° de forma helicoidal

40 alrededor del eje longitudinal del cable óptico en la dirección longitudinal del cable óptico, en la sección del cable óptico cuya longitud es al menos doscientas veces el diámetro del cable.

La pluralidad de elementos de transmisión óptica puede además estar dispuesta de tal manera que el al menos uno de la pluralidad de elementos de transmisión óptica se hace girar en una primera dirección en la sección del cable óptico, y se hace girar en una segunda dirección, que es diferente a la primera dirección, en una sección adicional del cable óptico que continúa desde dicha sección.

45 Después de la etapa que implica la disposición de la pluralidad de los elementos de transmisión óptica, la cubierta del cable puede ser extruida alrededor de la pluralidad de elementos de transmisión óptica.

Una vez que la pluralidad de elementos de transmisión óptica hayan sido dispuestos, al menos una capa de elementos de relajación de esfuerzos puede disponerse alrededor de la pluralidad de elementos de transmisión óptica.

50 Breve descripción de los dibujos

Con el propósito de clarificar, la invención será explicada en mayor detalle a continuación en referencia a las figuras que muestran ejemplos de modos de realización de la invención y en los que:

La FIG. 1 muestra una sección de un cable óptico en una vista longitudinal,

La FIG. 2 muestra una sección transversal a través de un cable óptico en un área de corte transversal del cable,

5 FIG. 3 muestra una sección a través de un cable óptico en un área adicional de corte transversal del cable,

FIG. 4 muestra una vista longitudinal de un cable óptico,

FIG. 5 muestra la expansión de componentes de un cable óptico en función de una carga de fuerza de tracción,

FIG. 6 muestra una línea de producción para la fabricación de un cable óptico.

#### Descripción detallada

10 En un modo de realización de un cable óptico, una longitud de los elementos de transmisión óptica que están dispuestos en el interior del cable óptico puede corresponder a una longitud de la cubierta del cable. En el caso de un cable de ese tipo, tiene lugar un incremento en la atenuación de la potencia de la luz en el caso de una carga de fuerza de tracción. El incremento en la atenuación puede atribuirse en particular al hecho de que una fuerza de tracción que actúa sobre la cubierta del cable también puede tener un efecto en los elementos de transmisión óptica, que por tanto se expanden.

15 Para evitar la expansión de los elementos de transmisión óptica en el caso del efecto de una fuerza de tracción sobre el cable, los elementos de transmisión óptica pueden tener un exceso de longitud en relación a la cubierta del cable que rodea los elementos de transmisión. Por ejemplo, en una sección del cable, los elementos de transmisión óptica pueden ser entre un 0,1% y un 0,5% más grandes que la funda del cable, que rodea los elementos de transmisión óptica en esta sección del cable.

20 En el caso de un cable en el que los elementos de transmisión óptica presentan una longitud excesiva con respecto a la cubierta del cable, inicialmente únicamente la cubierta del cable se expande en el caso de una carga de fuerza de tracción. Como resultado del exceso de longitud de los elementos de transmisión óptica, la fuerza de tracción se transmite a los elementos de transmisión óptica con un retraso. La carga de fuerza de tracción no ocasiona, en un primer momento, directamente una expansión de los elementos de transmisión óptica como resultado del exceso de longitud de los elementos de transmisión óptica. Únicamente cuando los elementos de transmisión óptica son expandidos por la fuerza de tracción en el interior del cable, es cuando la carga de fuerza de tracción que continúa actuando sobre ellos tiene como resultado la expansión de los elementos de transmisión óptica en la dirección longitudinal.

25 La FIG. 1 muestra una sección de un cable óptico 100 en una vista longitudinal. Tal como se muestra en la FIG. 1, los elementos de transmisión óptica 10 se encuentran dispuestos en el interior del cable, en el alma del cable. Cada uno de los elementos de transmisión óptica forma un micromódulo, que contiene al menos una guía de ondas 1 óptica, que está rodeado por una capa a modo de camisa 2. En la realización que se muestra en la FIG. 1, cada uno de los micromódulos presenta, por ejemplo, cuatro guía de ondas ópticas, que están dispuestos en la camisa 2 del micromódulo. Un gran número de elementos de transmisión óptica pueden estar dispuestos en el interior del alma del cable. El número de elementos de transmisión óptica puede encontrarse, por ejemplo, entre dos y doce o más micromódulos.

30 La pluralidad de elementos de transmisión óptica 10 están rodeados por una capa de elementos de relajación de esfuerzos 30. Los elementos de relajación de esfuerzos pueden ser, por ejemplo, hilos que están previstos para absorber una fuerza de tracción que actúa sobre el cable. Hilos adecuados pueden ser, por ejemplo, hilos de vidrio o hilos que consisten en aramida. Una cubierta de cable 20 rodea los elementos de transmisión óptica. En la realización que se muestra en la FIG. 1, la cubierta del cable está dispuesta alrededor de la capa de elementos de relajación de esfuerzos 30.

35 El diseño adicional del cable será explicado en referencia a las FIGS. 2 y 3, cada una de las cuales muestra una sección transversal del cable que se muestra en la FIG. 1. La FIG. 2 muestra una sección transversal del cable óptico en el punto indicado como S1 en la FIG. 1. La FIG. 3 muestra una sección transversal a través del cable óptico en un punto del cable que está indicado como S2 en la FIG. 1 y que está desplazado con respecto al punto S1 en una dirección longitudinal LR del cable.

40 Un elemento de transmisión óptica 10.1, que se encuentra en la región de la derecha del alma del cable 40, en el punto S1 del cable, según se muestra en la FIG. 2, puede encontrarse en la región de la izquierda del alma del cable

5 en el punto S2 del cable óptico, tal como se muestra en la FIG. 3. El cambio en la posición del elemento de transmisión óptica 10.1 puede atribuirse a un giro helicoidal del elemento de transmisión óptica 10.1 en el alma del cable. El elemento de transmisión óptica 10.1 está dispuesto en la dirección longitudinal LR del cable óptico, en una sección del cable entre el punto S1 y el punto S2 de manera helicoidal con un paso alrededor de un eje longitudinal LA (que se muestra en la FIG. 1) del cable óptico.

Las dimensiones del cable óptico, el alma del cable y los elementos de transmisión óptica se explican en referencia a la FIG. 3. El diámetro D10 de los micromódulos se selecciona para ser de entre 0,5 mm y 1,5 mm, dependiendo del número de guía de ondas ópticas. Si, por ejemplo, un elemento de transmisión óptica contiene cuatro guías de ondas ópticas, el elemento de transmisión óptica tiene un diámetro de 0,85 mm.

10 El diámetro D40 del alma del cable puede estar entre 5,0 mm y 7,0 mm. Con dichos diámetros, se asegura que los elementos de transmisión óptica estén dispuestos holgadamente en el alma del cable. Si, por ejemplo, están previstos doce micromódulos con, en cada caso, cuatro guías de ondas ópticas en el alma del cable, el alma del cable puede ser fabricada, por ejemplo, con un diámetro de 5,0 mm para asegurar la disposición holgada de los elementos de transmisión óptica en el interior del alma del cable.

15 La cubierta del cable 20 puede presentar, por ejemplo, un grosor de pared D20 que se encuentra entre 1,0 mm y 1,5 mm, habitualmente 1,3 mm. La cubierta del cable puede tener un material termoplástico que se extrude alrededor de la capa de elementos de relajación de esfuerzos. Puede contener, por ejemplo, un material retardante de la llama y no corrosivo (material FRNC, por sus siglas en inglés). Con una cubierta con un grosor de pared de 1,3 mm, el cable óptico se caracteriza con una elevada resistencia al aplastamiento. Dependiendo del número de micromódulos en el interior del cable, el cable óptico tiene un diámetro que es menor de 10 mm. Por ejemplo, el cable óptico puede tener un diámetro de 7,6 mm cuando se utilizan cuatro micromódulos y un diámetro de 9,0 mm cuando se utilizan doce micromódulos en el interior del alma del cable.

20 La FIG. 4 muestra una sección de mayor longitud del cable óptico. Al menos uno de los elementos de transmisión óptica se dispone de tal manera que se haga girar de manera helicoidal en un ángulo específico en una dirección longitudinal del cable, a lo largo de la sección L1. Todos los elementos de transmisión óptica 10 provistos en el alma del cable pueden también estar dispuestos de tal manera que se hagan girar en un ángulo específico de manera helicoidal alrededor del eje longitudinal LA. Los elementos de transmisión óptica se pueden plegar girándose de manera helicoidal uno con respecto al otro, en particular cuando una pluralidad de o todos los elementos de transmisión óptica contenidos en el alma del cable 40 están dispuestos de tal manera que se hagan girar con paso elevado.

25 El rango del ángulo se selecciona de tal manera que al menos uno de los elementos de transmisión óptica, por ejemplo el elemento de transmisión óptica 10.1, o de otro modo cada uno de los elementos de transmisión óptica, se hace girar al menos tres veces 360° alrededor del eje longitudinal del cable óptica de manera helicoidal en la sección L1 del cable. La totalidad del interior del cable con el gran número de elementos de transmisión óptica 10.1, ..., 10.12, se pueden hacer girar, por ejemplo, en un ángulo de tres veces 360° en la sección L1 alrededor del eje longitudinal del cable óptico.

30 La sección L1 tiene una longitud que corresponde, por ejemplo, al menos doscientas veces el diámetro del cable.

35 La rotación de al menos uno de todos los elementos de transmisión óptica 10 tiene lugar en la sección L1 del cable cuya longitud corresponde a doscientas veces el diámetro del cable D100 en una determinada dirección. En una sección L2 que continúa desde la sección L1, la dirección de rotación de los elementos de transmisión óptica cambia. Por ejemplo, los elementos de transmisión óptica 10 se pueden plegar girándose hacia la izquierda de manera helicoidal alrededor del eje longitudinal LA del cable a lo largo de la sección L1 del cable óptico, mientras que se pliegan girando hacia la derecha de forma helicoidal alrededor del eje longitudinal LA del cable a lo largo de la sección L2 del cable óptico que se une a la sección L1.

40 El paso al que los micromódulos 10 se enrollan de forma helicoidal alrededor del eje longitudinal del cable se selecciona de tal manera que los micromódulos 10 se hagan girar alrededor del eje al menos tres veces 360° hacia la izquierda o la derecha, uno con respecto al otro de manera helicoidal antes de que la dirección de rotación cambie.

45 En un ejemplo comparativo, con un diámetro exterior del cable de 10 mm, los elementos de transmisión óptica pueden estar dispuestos de tal manera que se hagan girar en un giro completo de 360° de forma helicoidal alrededor del eje longitudinal del cable en una sección del cable de 2 m, por ejemplo. Si los elementos de transmisión óptica se pliegan girando una vez en un giro completo de 360° hacia la izquierda en una sección del cable óptico de 2 m de longitud, por ejemplo, éstos se disponen de tal manera que se pliegan girando 360° hacia la derecha en la siguiente sección de la longitud del cable, que igualmente tiene una longitud de 2 m, por ejemplo.

Como resultado del elevado paso de micromódulos arrollados helicoidalmente y de las dimensiones D10 de los micromódulos D40 del alma del cable, los elementos de transmisión óptica se pueden desplazar uno con respecto al otro en el interior del alma del cable. Como resultado, el cable óptico 100 tiene un alto grado de flexibilidad. El cable puede por lo tanto, además, flexionarse a través del pequeño radio de flexión sin que tenga lugar un incremento significativo de la atenuación en la transmisión de la luz a través de los elementos de transmisión óptica. Además, el paso elevado de los elementos de transmisión óptica que se hacen girar de forma helicoidal y la disposición holgada de los micromódulos, asegura que cada uno de los elementos de transmisión óptica pueda extraerse del cable fácilmente.

Para conectar una estación de recepción al cable óptico, se realizan unos cortes a modo de aberturas en la cubierta 20 del cable, por ejemplo a intervalos específicos. El elemento de transmisión óptica se corta en una primera abertura que se extrae adicionalmente de una estación de transmisión. En una segunda abertura en la cubierta del cable que está posicionado más cerca de la estación de transmisión, el elemento de transmisión óptica cortado se arrastra hacia el interior del alma del cable y se extrae de la segunda abertura. Como resultado del paso elevado de los elementos de transmisión dispuestos en forma de una bovina y la disposición holgada de los elementos de transmisión óptica dentro del alma del cable, los elementos de transmisión óptica pueden ser arrastrados en una longitud de entre cuatro y diez metros entre las dos aberturas y extraídos de la cubierta del cable. Para que los elementos de transmisión óptica puedan ser desplazados fácilmente uno con respecto al otro, el alma del cable puede estar diseñada para que esté libre de compuesto de relleno.

La disposición helicoidal de los elementos de transmisión óptica dentro del alma del cable tiene lugar durante la fabricación del cable mediante una oscilación de los micromódulos 10. Como resultado de la oscilación de los elementos de transmisión óptica 10, todos los elementos de transmisión óptica 10 contenidas en el alma del cable 40 tienen aproximadamente la misma longitud. Si, por ejemplo, los elementos de transmisión óptica están fabricados con un exceso de longitud del 0,2% con respecto a la cubierta del cable, la disposición oscilante de los elementos de transmisión óptica en el alma del cable hace posible lograr una situación en la que la longitud de todos los elementos de transmisión óptica fluctúa simplemente con una discrepancia de  $\pm 0,05\%$  alrededor del exceso de longitud deseado de un 0,2%. La dispersión relacionada con la longitud de los elementos de transmisión óptica 10 individuales, puede ser reducida notablemente por la disposición helicoidal de los micromódulos con un paso elevado con respecto a un cable óptico en el que los elementos de transmisión óptica están dispuestos con una extensión longitudinal.

La FIG. 5 muestra la respuesta de expansión de los elementos de transmisión óptica 10.1, ..., 10.12 dispuestos helicoidalmente, y, a modo de comparación, la respuesta de expansión de la cubierta del cable 20 en cada caso, con una carga de fuerza de tracción del cable óptico de hasta 1000 N. Una expansión de los materiales de la cubierta del cable tiene lugar incluso en el caso de una carga de fuerza de tracción baja. Con una carga de fuerza de tracción de aproximadamente 1000 N, el incremento de la longitud de la cubierta del cable en comparación con la longitud original de la cubierta del cable es de aproximadamente un 0,35%. Debido al exceso de longitud de los micromódulos 10.1, ..., 10.12, la longitud de los micromódulos solo se cambia dada una fuerza de tracción de aproximadamente 400 N. Con una fuerza de tracción de 1000 N, la expansión de los elementos de transmisión óptica es menor del 0,13% en comparación con su longitud original. Debido a la disposición helicoidal de los elementos de transmisión óptica como resultado de la oscilación de los elementos de transmisión óptica durante la producción del cable óptico, puede asegurarse que no se exceda un valor límite para la expansión de los micromódulos.

Además del pequeño grado de cambio en la longitud con una carga de fuerza de tracción, la dispersión de la longitud de los micromódulos es también muy baja. Esto significa que las propiedades ópticas de los micromódulos difieren entre sí únicamente en un pequeño grado dada una carga de fuerza de tracción. Por ejemplo, los elementos de transmisión óptica tienen una respuesta de atenuación similar bajo la acción de esfuerzos debidos a una fuerza de tracción o como resultado de una flexión.

La FIG. 6 muestra una línea de producción para la fabricación del cable óptico 100 en una ilustración esquemática. Los elementos de transmisión óptica, donde cada uno contiene una o más guías de ondas que están rodeadas por un fino tubo, se enrollan primero sobre tambores de almacenamiento R1. Los elementos de transmisión óptica 10 se alimentan desde los tambores R1 hacia una sección V1 de una unidad de procesamiento V. En la región V1 de la unidad de procesamiento V, la oscilación de los elementos de transmisión óptica tiene lugar mediante un aparato de oscilación O.

La oscilación se lleva a cabo de tal manera que la oscilación en una dirección tenga lugar, por ejemplo, hasta que los elementos de transmisión óptica hayan sido plegados girando de forma helicoidal uno con respecto a otro tres veces  $360^\circ$  a lo largo de una sección de cable cuya longitud corresponde a doscientas veces el diámetro del cable, por ejemplo.

A continuación, se cambia la dirección de rotación del aparato de oscilación O en la región V1 de la unidad de procesamiento V. Por ejemplo, los elementos de transmisión óptica se hacen girar tres veces  $360^\circ$  de forma

helicoidal en la dirección opuesta sobre una sección de un cable que corresponde a doscientas veces el diámetro del cable.

5 Los elementos de relajación de esfuerzos 30 que están dispuestos en los tambores R2 se alimentan hacia una región V2 de la unidad de producción V. Los elementos de relajación de esfuerzos pueden contener, por ejemplo, hilos realizados en vidrio o aramida. Los elementos de relajación de esfuerzos están dispuestos en una o más capas alrededor de los elementos de transmisión óptica 10.

10 La cubierta del cable 20 es extruida en la región V3 de la unidad de procesamiento V. Una mezcla polimérica realizada a partir de un material retardante de la llama y no corrosivo (material FRNC), se sitúa en un tanque B que se conecta a la unidad de procesamiento. La mezcla polimérica se calienta y el polímero fundido se alimenta a la región V3 de la unidad de procesamiento V. La región V3 de la unidad de procesamiento V comprende una extrusora mediante la cual el polímero fundido es extruido alrededor de la capa de elementos de relajación de esfuerzos 30. Después de enfriar el polímero fundido, los elementos de transmisión óptica están protegidos por la cubierta del cable 20.

15 Todas las etapas de procesamiento pueden realizarse en una etapa de trabajo en la unidad de procesamiento V, sin que sea necesario arrollar productos intermedios del cable en rodillos de almacenaje nuevamente y más tarde suministrarlos a una unidad de producción separada aguas abajo.

20 Después de la extrusión de la cubierta del cable, el cable óptico 100 se hace pasar a través de un baño de agua W. El cable óptico 100 se desvía en un rodillo de deflexión U y se hace pasar a través de un baño de agua nuevamente. El rodillo de deflexión U permite que la sección de enfriamiento se extienda. El cable óptico terminado se arrolla sobre el tambor de almacenamiento S después de enfriarse.

25 En el rodillo de deflexión U, se acoplan los elementos de transmisión óptica que se hacen girar en primer lugar de forma helicoidal en una dirección. La torsión de los elementos de transmisión óptica en una dirección se fija cuando el cable óptico pasa sobre el rodillo de deflexión U. Esto evita que los elementos de transmisión óptica 10 se hagan girar hacia atrás en el caso de un cambio de dirección de la rotación del aparato de oscilación O. Para una mejor fijación de los micromódulos de forma helicoidal uno con respecto a otro, el cable óptico puede también hacerse pasar alrededor del rodillo de deflexión una pluralidad de veces, por ejemplo.

30 Además, la fijación de los micromódulos 10 que están posicionados de manera helicoidal uno con respecto a otro, tiene lugar mediante los elementos de relajación de esfuerzos 30. Debido a su peso intrínseco, los micromódulos descansan sobre la capa de hilos y se fijan mediante la misma desde el punto de vista de su dirección de rotación. Para evitar que el elemento de transmisión óptica se haga girar hacia atrás en el caso de un cambio de dirección de rotación, la disposición helicoidal tiene lugar con un paso elevado. Para lograr un paso elevado, los elementos de transmisión óptica se pliegan girando tres veces  $360^\circ$  en una dirección sobre una distancia que corresponde a doscientas veces el diámetro del cable, antes de que se cambie la dirección de rotación en la unidad de procesamiento V1.

35 Como resultado de la oscilación de los elementos de transmisión óptica, la longitud de los micromódulos individuales puede ajustarse entre sí. Por tanto, puede reducirse la dispersión en la longitud de los elementos de transmisión óptica. Es posible, por ejemplo, producir cables ópticos en los que los micromódulos estén dispuestos en el interior del alma del cable con una discrepancia de  $\pm 0,05\%$  del exceso de longitud deseado de un  $0,2\%$  con respecto a la cubierta de cable que los protege. Los elementos de transmisión óptica por tanto presentan una respuesta similar con respecto a sus propiedades ópticas en el caso de una fuerza de tracción que actúa sobre el cable, con el resultado de que en caso de una carga de fuerza de tracción del cable, tenga lugar una atenuación aproximadamente idéntica con todos los elementos de transmisión óptica.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Guía de ondas óptica
- 45 2 Camisa
- 10 Elemento de transmisión óptica, micromódulo
- 30 Elementos de relajación de esfuerzos
- 20 Cubierta del cable
- 40 Alma del cable

100 Cable óptico

R Rodillo

V Unidad de procesamiento

U Rodillo de deflexión

5 W Baño de agua

S Tambor de almacenamiento

**REIVINDICACIONES**

1. Cable óptico (100), que comprende:

una pluralidad de elementos de transmisión óptica (10), donde cada uno de ellos presenta una pluralidad de guías de ondas (1) rodeadas por una camisa (2); y

5 una cubierta de cable (20) que rodea la pluralidad de los elementos de transmisión óptica (10), elementos de relajación de esfuerzos (30), en donde los elementos de relajación de esfuerzos (30) están dispuestos entre la pluralidad de elementos de transmisión óptica (10) y la cubierta del cable (20),

10 caracterizado porque la pluralidad de elementos de transmisión óptica (10) se hacen girar helicoidalmente en una dirección de rotación al menos tres veces 360° alrededor de un eje longitudinal (LA) del cable óptico en una dirección longitudinal a lo largo de una sección (L1) del cable óptico (100) cuya longitud es al menos doscientas veces un diámetro (D100) del cable (100) antes de que la dirección de rotación cambie.

2. Cable óptico (100) según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de elementos de transmisión óptica (10) difieren entre sí desde el punto de vista de sus respectivas longitudes en menos de un 0,05%.

15 3. Cable óptico (100) según las reivindicaciones 1 o 2, en donde la pluralidad de elementos de transmisión óptica (10) se pueden desplazar uno con respecto al otro.

4. Cable óptico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde los elementos de transmisión óptica (10) presentan un exceso de longitud de menos del 0,2% en relación a la cubierta del cable (20).

20 5. Cable óptico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde en una región del cable óptico entre la pluralidad de los elementos de transmisión óptica (10) y la cubierta del cable (20) está libre de compuesto de relleno.

6. Cable óptico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde los elementos de relajación de esfuerzos (30) contienen al menos uno de entre hilo de aramida e hilo de vidrio.

7. Cable óptico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde las camisas (2) y la cubierta (20) son poliméricas.

25 8. Cable óptico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde cada elemento de transmisión óptica (10) tiene un diámetro interno (D10) de menos de 1,5 mm.

9. Cable óptico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde un grosor (D20) de la cubierta del cable (20) es menor de 2,0 mm.

30 10. Cable óptico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el cable óptico presenta un diámetro exterior (D100) de menos de 10 mm.

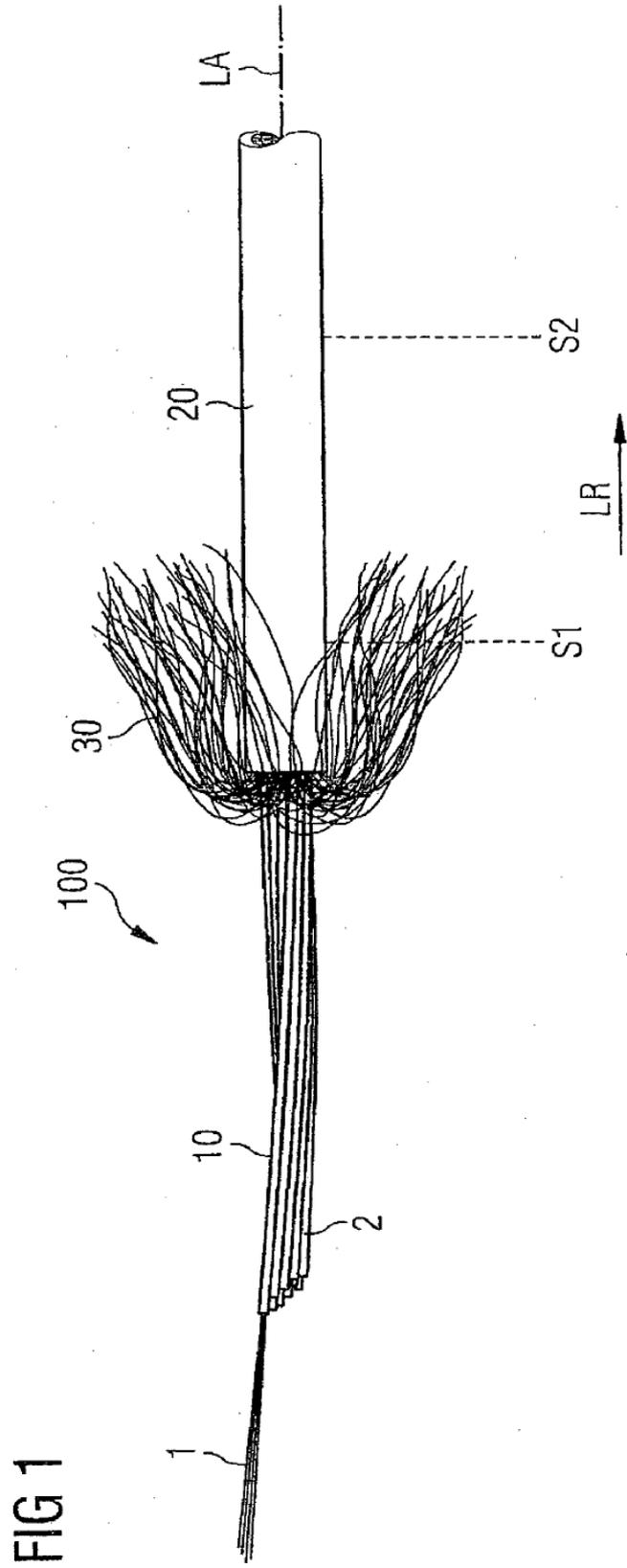


FIG 2

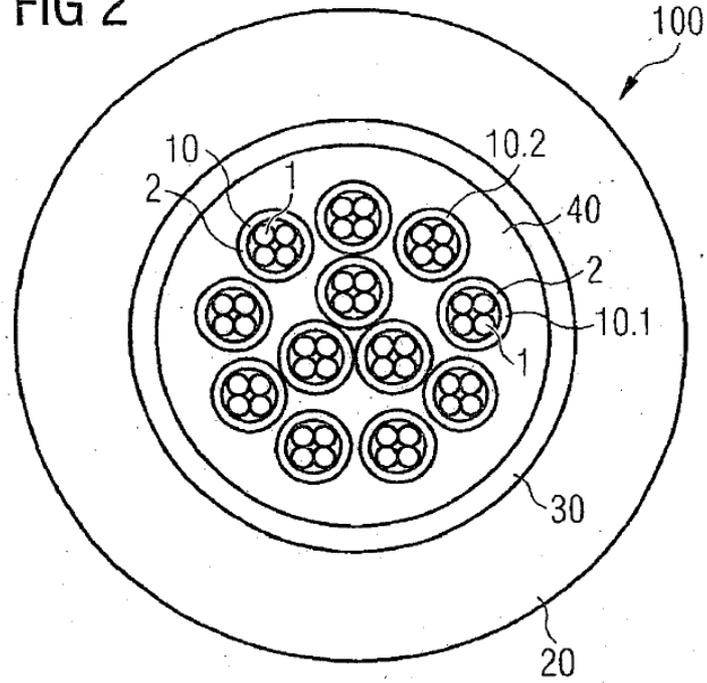


FIG 3

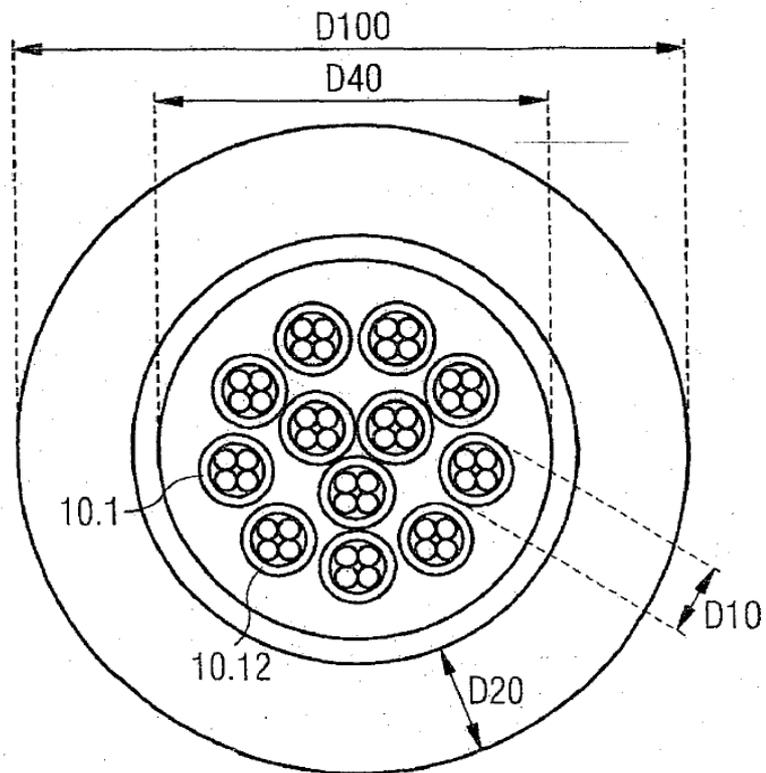


FIG 4

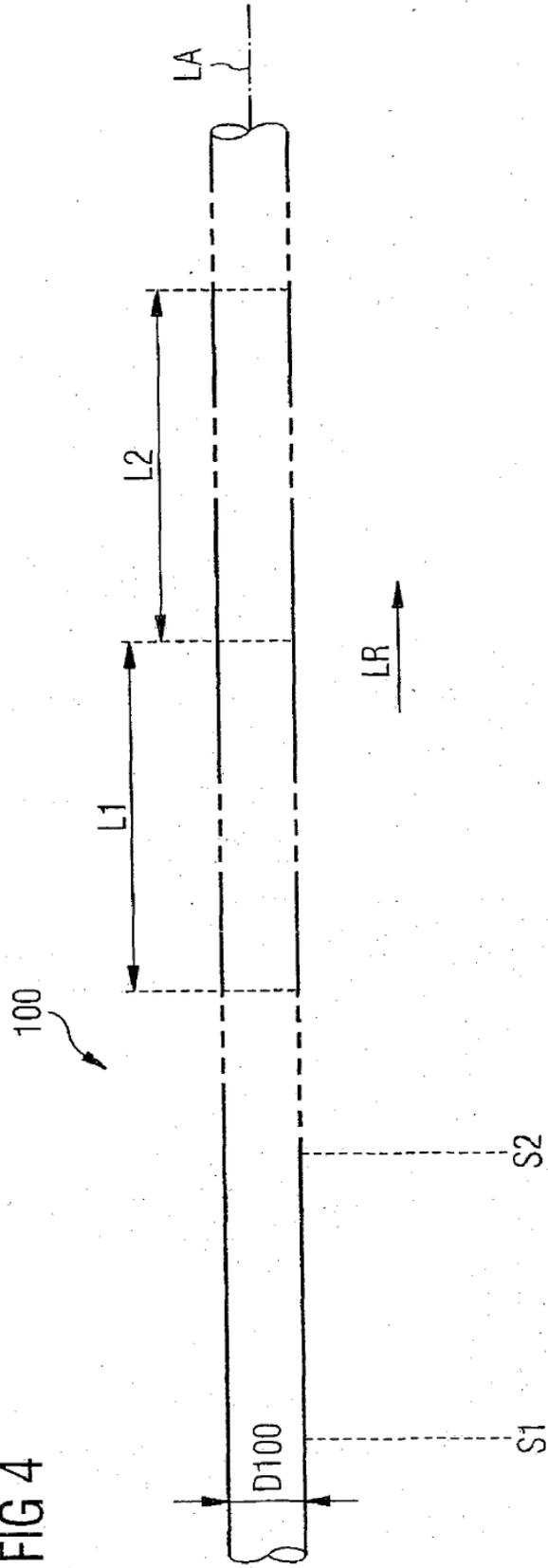
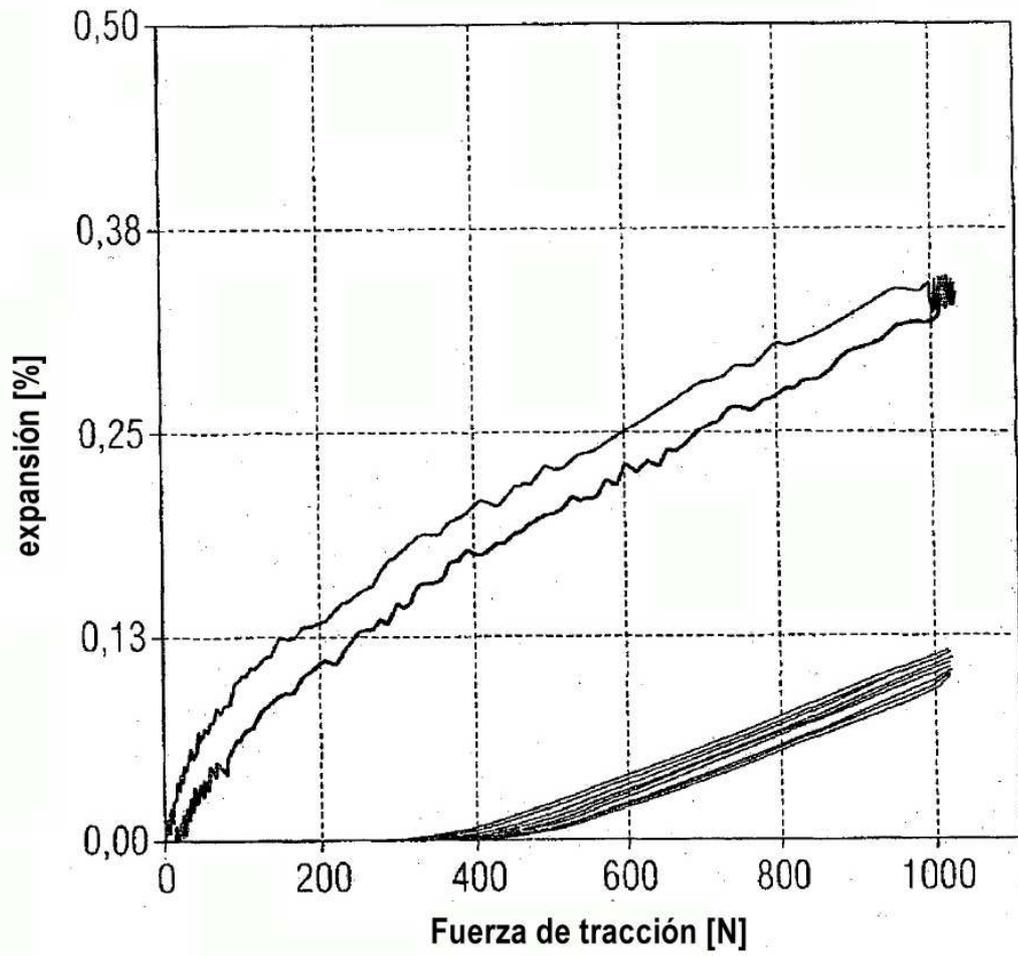


FIG 5



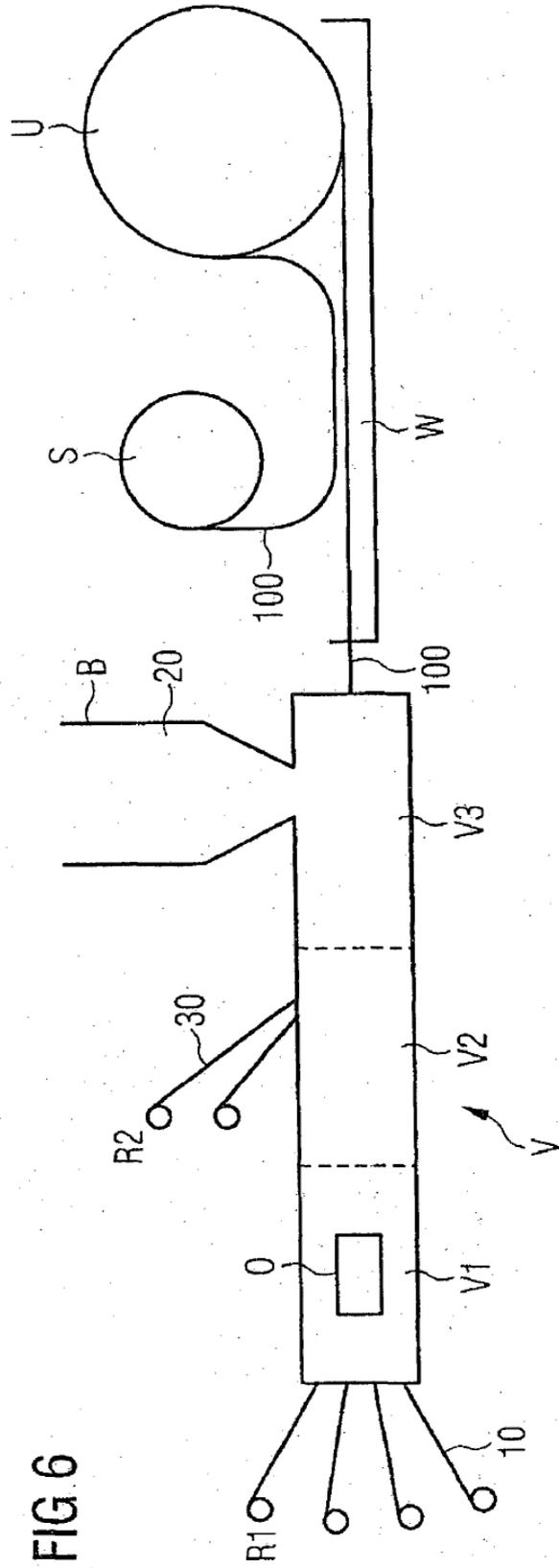


FIG. 6