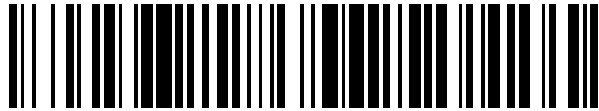


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 824**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.08.2016 PCT/JP2016/073723**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.03.2017 WO17047305**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2016 E 16840323 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3185059**

54 Título: **Cable de fibra óptica, método para fabricar cable de fibra óptica y dispositivo de fabricación**

30 Prioridad:

18.09.2015 JP 2015185293

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

11.06.2020

73 Titular/es:

**FUJIKURA LTD. (100.0%)
5-1, Kiba 1-chome, Koto-ku
Tokyo 135-8512, JP**

72 Inventor/es:

**ITO, NAOTO;
OSATO, KEN;
YAMANAKA, MASAYOSHI y
OKADA, NAOKI**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 765 824 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 de fibra óptica, método para fabricar cable de fibra óptica y dispositivo de fabricación

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un cable de fibra óptica, y a un método y un aparato para fabricar el cable de fibra óptica.

10 Estado de la técnica

En los últimos años, con el aumento en la demanda de comunicación, se ha requerido un cable de fibra óptica de diámetro pequeño en el que las fibras ópticas están montadas en una alta densidad. Los ejemplos de dicho cable de fibra óptica incluyen un cable de fibra óptica que tiene una estructura que no usa ranura, tal como un cable de fibra óptica que tiene un núcleo obtenido al montar cables de núcleo de fibra óptica (o unidades cada una de las cuales es un haz de cables de núcleo de fibra óptica) (por ejemplo, hágase referencia al Documento de Patente 1).

En un cable de fibra óptica, una característica de deformación de una fibra óptica en una posición alejada de una línea neutra de flexión es importante cuando se aplica flexión a la misma. Por lo tanto, para reducir la cantidad de deformación, un cable de núcleo de fibra óptica (o una unidad) generalmente se retuerce en una dirección o en una dirección SZ. En particular, un cable de núcleo de fibra óptica se ramifica fácilmente y, por lo tanto, con frecuencia se solicita un cable de fibra óptica retorcido SZ.

Los ejemplos de una estructura para mantener un estado retorcido de un cable de núcleo de fibra óptica (o una unidad) en un cable de fibra óptica retorcido SZ incluyen (i) el devanado de una interposición fibrosa y (ii) la restricción mediante una cubierta de cable.

Cuando se emplea el devanado de una interposición, el coste es alto debido al uso de la interposición. Además, es necesario cortar la interposición para extraer el cable del núcleo de fibra óptica y, por lo tanto, aumenta el tiempo de trabajo. Asimismo, el cable del núcleo de fibra óptica puede cortarse por accidente.

Los ejemplos del cable de fibra óptica que emplea la estructura para mantener un estado retorcido de una unidad mediante una cubierta incluyen un cable de fibra óptica 110 que se muestra en las Figs. 8(A), 8(B), 9(A) y 9(B).

Como se muestra en la Fig. 8(A), el cable de fibra óptica 110 incluye un núcleo 13, un par de miembros tensores 4, un par de hilos de desgarró 5 y una cubierta 6.

El núcleo 13 se constituye montando una pluralidad de unidades 32, cada una de las cuales incluye una pluralidad de fibras ópticas 1. Las unidades 32 se disponen girando las unidades 32 doblemente para formar dos capas (capa interna 21 y capa externa 22).

Como se muestra en las Figs. 9(A) y 9(B), cada una de las unidades 32 que constituyen la capa interna 21 y la capa externa 22 tiene una forma retorcida SZ.

Como se muestra en la Fig. 8(A), el par de miembros tensores 4 está dispuesto para enfrentarse entre sí con el núcleo 13 interpuesto entre ellos.

La cubierta 6 cubre el núcleo 13, los hilos de desgarró 5 y los miembros tensores 4 conjuntamente. La cubierta 6 mantiene un estado retorcido de las unidades 32.

Como se muestra en la Fig. 8(A), se produce una fuerza para eliminar la torsión (fuerza en una dirección de torsión indicada por una flecha hueca) en cada una de las unidades 32 por rigidez (o tensión).

La cubierta 6 se ablanda inmediatamente después de formarse y, por lo tanto, se deforma fácilmente por la fuerza en una dirección sin torcer. Por lo tanto, la fuerza en una dirección de torsión (flecha hueca) puede ser mayor que una fuerza de retención por la cubierta 6 (flecha negra), y una forma de sección transversal del cable de fibra óptica 110 puede deformarse para volverse no circular como se muestra en la Fig. 8(B).

Cuando la forma de la sección transversal del cable de fibra óptica 110 se vuelve no circular, pueden ocurrir desventajas en la hermeticidad al agua por un cierre o similar, cableado en un conducto, y similares. Un ejemplo de unidad de fibra óptica y cable de fibra óptica se puede encontrar en el Documento de Patente 2. El Documento de Patente 3 identifica un ejemplo de cable eléctrico blindado no giratorio y en el Documento de Patente 5 se identifica un ejemplo de cable de fibra óptica.

65 Documentos de la técnica anterior

Documentos de patente

- [Documento de Patente 1] Patente japonesa N.º 5568071
- [Documento de Patente 2] Solicitud de patente japonesa JP 2013/186286 A
- [Documento de Patente 3] Solicitud de patente de EE. UU. US 2604509 A
- [Documento de Patente 4] Modelo de utilidad japonés JP S6033714 U
- [Documento de Patente 5] Solicitud de patente japonesa JP 2005/301159 A

Objeto de la invención

Problemas a resolver por la invención

La presente invención se ha logrado en vista de los problemas anteriores, y proporciona un cable de fibra óptica que incluye una fibra óptica retorcida en SZ y capaz de evitar la deformación de una forma de sección transversal de la misma, y un método y un aparato para fabricar el cable de fibra óptica.

Medios para resolver los problemas

Un primer aspecto de la presente invención es un cable de fibra óptica como se define en la reivindicación 1.

Un segundo aspecto de la presente invención es el cable de fibra óptica de acuerdo con el primer aspecto, en el que un ángulo de torsión de las unidades de la primera capa y un ángulo de torsión de las unidades de la segunda capa satisfacen preferiblemente la siguiente expresión (1):

ángulo de torsión de las unidades de la segunda capa - ángulo de torsión de las unidades de la primera capa $\leq 120^\circ$ (1).

Un tercer aspecto de la presente invención es el cable de fibra óptica de acuerdo con el segundo aspecto, en el que el ángulo de torsión de las unidades de la primera capa es preferiblemente mayor que el ángulo de torsión de las unidades de la segunda capa.

Un cuarto aspecto de la presente invención es el cable de fibra óptica de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero a tercero, en el que cada uno de los ángulos de torsión de las unidades de la primera capa y las unidades de la segunda capa es preferiblemente 180° o mayor.

Un quinto aspecto de la presente invención es un método de fabricación del cable de fibra óptica de acuerdo con uno cualquiera de los aspectos primero a cuarto usando una placa de distribución de fibra que tiene una pluralidad de porciones de distribución de fibra. La pluralidad de porciones de distribución de fibra incluye una primera porción de distribución de fibra que tiene una primera porción de inserción de unidad en la que se insertan las unidades de la primera capa y una segunda porción de distribución de fibra que tiene una segunda porción de inserción de unidad en la que se insertan las unidades de la segunda capa. Las unidades de la primera capa se insertan en la primera porción de inserción de unidad, y las unidades de la segunda capa se insertan en la segunda porción de inserción de unidad. Mientras se reciben las unidades de la primera capa y las unidades de la segunda capa, la primera porción de distribución de fibra y la segunda porción de distribución de fibra se hacen girar independientemente en una dirección de rotación del eje del cable para torcer las unidades de la primera capa y las unidades de la segunda capa. Durante la rotación, la primera porción de distribución de fibra y la segunda porción de distribución de fibra se hacen girar de tal manera que una dirección de torsión de las unidades de la primera capa es opuesta a una dirección de torsión de las unidades de la segunda capa para formar el núcleo, y la cubierta se forma para cubrir el núcleo y el par de miembros tensores conjuntamente.

Un sexto aspecto de la presente invención es un aparato para fabricar el cable de fibra óptica de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero a cuarto, incluyendo una placa de distribución de fibra que tiene una pluralidad de porciones de distribución de fibra, un mecanismo de montaje que tuerce y monta las unidades de la primera capa y las unidades de la segunda capa, y un aparato de formación de cubierta que forma la cubierta. La pluralidad de porciones de distribución de fibra incluye una primera porción de distribución de fibra que tiene una primera porción de inserción de unidad en la que se insertan las unidades de la primera capa y una segunda porción de distribución de fibra que tiene una segunda porción de inserción de unidad en la que se insertan las unidades de la segunda capa. La primera porción de distribución de fibra y la segunda porción de distribución de fibra se pueden girar independientemente en una dirección de rotación del eje del cable.

Efectos de la invención

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la dirección de torsión de las unidades de la primera capa es opuesta a la dirección de torsión de las unidades de la segunda capa. Por lo tanto, una dirección de una fuerza de las unidades de la primera capa para eliminar la torsión es opuesta a una dirección de una fuerza de las unidades de la segunda capa para eliminar la torsión. Por lo tanto, estas fuerzas se cancelan entre sí en al menos una porción, y una

fuerza en una dirección sin torsión se reduce en su conjunto.

Por lo tanto, es posible evitar que un cable de fibra óptica se deforme en una forma no circular debido a la fuerza en una dirección de desenrollado.

5

Descripción de las figuras

La Fig. 1 es una vista en sección transversal que muestra un ejemplo de un cable de fibra óptica de acuerdo con una realización de la presente invención.

10 La Fig. 2 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo de una unidad utilizada para el cable de fibra óptica mostrado en la Fig. 1.

La Fig. 3(A) es una vista lateral que muestra una unidad de capa externa del cable de fibra óptica mostrado en la Fig. 1. La Fig. 3(B) es una vista lateral que muestra una unidad de capa interna del cable de fibra óptica mostrado en la Fig. 3(A).

15 La Fig. 4(A) es una vista esquemática que muestra una placa de distribución de fibra de un aparato de fabricación que puede usarse para fabricar el cable de fibra óptica mostrado en la Fig. 1.

La Fig. 4(B) es un diagrama para describir un método de fabricación que usa el aparato de fabricación mostrado en la Fig. 4(A).

20 La Fig. 5 es un diagrama que muestra el resultado de un ensayo.

La Fig. 6 es un diagrama que muestra el resultado de un ensayo.

La Fig. 7 es una vista en sección transversal que muestra un ejemplo modificado del cable de fibra óptica de acuerdo con la realización de la presente invención.

25 La Fig. 8(A) es una vista en sección transversal que muestra un ejemplo del cable de fibra óptica. La Fig. 8(B) es una vista en sección transversal que muestra un estado deformado del cable de fibra óptica mostrado en la Fig. 8(A).

La Fig. 9(A) es una vista lateral que muestra una unidad de capa externa del cable de fibra óptica mostrado en las Figs. 8(A) y 8(B). La Fig. 9(B) es una vista lateral que muestra una unidad de capa interna del cable de fibra óptica mostrado en la Fig. 9(A).

30 Descripción detallada de la invención

En lo sucesivo en el presente documento, la presente invención se describirá en base a una realización preferible con referencia a los dibujos.

35 Cable de fibra óptica

40 La Fig. 1 es una vista en sección transversal que muestra un cable de fibra óptica 10 de acuerdo con la realización de la presente invención. La Fig. 1 es una vista en sección transversal del cable de fibra óptica 10, vertical respecto a una dirección longitudinal del mismo. La Fig. 2 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo de una unidad 2 utilizada para el cable de fibra óptica 10. La Fig. 3(A) es una vista lateral que muestra una unidad de capa externa 2B. La Fig. 3(B) es una vista lateral que muestra una unidad de capa interna 2A.

45 Obsérvese que una dirección longitudinal del cable de fibra óptica 10 se denomina "dirección longitudinal del cable". En la Fig. 1, la dirección longitudinal del cable es una dirección vertical respecto a una superficie de papel, y es una dirección izquierda-derecha en la Fig. 3.

Tal y como se muestra en la Fig. 1, el cable de fibra óptica 10 incluye un núcleo 3, un par de miembros tensores 4, un par de hilos de desgarrador 5 y una cubierta 6.

50 El núcleo 3 se constituye montando una pluralidad de unidades 2, cada una de las cuales se obtiene montando una pluralidad de fibras ópticas 1. Tal y como se muestra en la Fig. 2, por ejemplo, la pluralidad de fibras ópticas 1 que constituyen cada una de las unidades 2 está agrupada, y un material de unión 7 (hilo de identificación) puede enrollarse a su alrededor.

55 La forma de la sección transversal del núcleo 3 es preferiblemente circular. Obsérvese que la forma de la sección transversal del núcleo 3 no necesita ser completamente circular, y puede ser, por ejemplo, elíptica.

Cada una de las fibras ópticas 1 es preferiblemente un cable de núcleo de fibra óptica, y puede ser un hilo de fibra óptica, un cable de núcleo de cinta de fibra óptica, o similar.

60 Como se muestra en las Figs. 1, 3(A) y 3(B), las unidades 2 están dispuestas girando las unidades 2 doblemente para formar dos capas (capa interna 11 y capa externa 12).

65 Cada una de las unidades 2 que constituyen la capa interna 11 se denomina unidad de capa interna 2A (primera capa), y cada una de las unidades 2 que constituyen la capa externa 12 se denomina unidad de capa externa 2B (segunda capa). La capa interna 11 es adyacente a la capa externa 12 en una dirección de apilamiento de la capa (dirección del

diámetro del núcleo 3). La capa interna 11 y la capa externa 12 pueden estar en contacto entre sí, o pueden estar separadas entre sí parcialmente por una cinta protectora o similar.

5 Como se muestra en las Figs. 3(A) y 3(B), las unidades 2 (2A y 2B) que constituyen la capa interna 11 y la capa externa 12 se forman en una forma retorcida en SZ, es decir, para repetir el giro en S y giro en Z alternativamente.

10 Una porción en la cual el giro de las unidades 2 se cambia de giro S a giro Z (o de giro Z a giro S) se conoce como una porción inversa R. Una distancia entre las porciones inversoras R y R adyacentes entre sí en la dirección longitudinal del cable se denomina paso de torsión p.

10 Como se muestra en la Fig. 3(A), la porción de inversión R de las unidades 2 en la capa externa 12 se denomina porción de inversión R2, y el paso de torsión p de las unidades 2 en la capa externa 12 se denomina paso de torsión p2.

15 Como se muestra en la Fig. 3(B), la porción de inversión R de las unidades 2 en la capa interna 11 se denomina porción de inversión R1, y el paso de torsión p de las unidades 2 en la capa interna 11 se denomina paso de torsión p1.

20 El paso de torsión p2 de las unidades 2 en la capa externa 12 es preferiblemente igual al paso de torsión p1 de las unidades 2 en la capa interna 11.

25 Cuando los pasos de torsión p1 y p2 son iguales entre sí, una dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 puede ser opuesta a la de la capa externa 12 en un amplio intervalo en la dirección longitudinal del cable. Por lo tanto, las fuerzas de las unidades 2 en la capa interna 11 y la capa externa 12 en una dirección de torsión se cancelan fácilmente entre sí.

30 La fuerza en una dirección de torsión es una fuerza generada por la rigidez de las unidades 2 (o la tensión aplicada a las unidades 2), y es una fuerza para eliminar la torsión (por ejemplo, una fuerza en la dirección de la flecha en el sentido de las agujas del reloj en la Fig. 1). La fuerza en una dirección de torsión tiene una dirección opuesta a la dirección de torsión de las unidades 2 indicada por una flecha en el sentido contrario a las agujas del reloj.

Como se muestra en las Figs. 3(A) y 3(B), la porción de inversión R2 en la capa externa 12 está preferiblemente en la misma posición que la porción de inversión R1 en la capa interna 11 en la dirección longitudinal del cable.

35 Cuando las porciones de inversión R1 y R2 están en la misma posición entre sí en la dirección longitudinal del cable, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 puede ser opuesta a la de la capa externa 12 en un amplio intervalo en la dirección longitudinal del cable. Por lo tanto, las fuerzas de las unidades 2 en la capa interna 11 y la capa externa 12 en una dirección de torsión se cancelan fácilmente entre sí.

40 En el cable de fibra óptica 10, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es opuesta a la de la capa externa 12. En lo sucesivo en el presente documento, se proporcionará una descripción específica.

45 Como se muestra en la Fig. 3(A), una sección entre una primera porción de inversión R21 y una segunda porción de inversión R22 adyacente a la primera porción de inversión R21 en la porción de inversión R2 en la capa externa 12 se denomina primera sección S21. Una sección entre la segunda inversión de R22 y una tercera porción de inversión R23 adyacente a la segunda inversión de R22 se denomina segunda sección S22.

50 En la primera sección S21, la dirección de torsión de las unidades 2 es en el sentido contrario a las agujas del reloj hacia una primera dirección D1 (dirección derecha en la Fig. 3). En la segunda sección S22, la dirección de torsión de las unidades 2 es en el sentido de las agujas del reloj hacia la primera dirección D1.

Obsérvese que la primera dirección D1 es una dirección en la dirección longitudinal del cable.

55 Como se muestra en la Fig. 3(B), una sección entre una primera porción de inversión R11 y una segunda porción de inversión R12 adyacente a la misma en la porción de inversión R1 en la capa interna 11 se denomina primera sección S11. Una sección entre el segundo R12 de inversión y una tercera porción R13 de inversión adyacente al mismo se denomina segunda sección S12.

60 En la primera sección S11, la dirección de torsión de las unidades 2 es en el sentido de las agujas del reloj hacia la primera dirección D1. En la segunda sección S12, la dirección de torsión de las unidades 2 es en el sentido contrario a las agujas del reloj hacia la primera dirección D1.

65 En el cable de fibra óptica 10, la porción de inversión R2 en la capa externa 12 y la porción de inversión R1 en la capa interna 11 están en la misma posición entre sí en la dirección longitudinal del cable. Por lo tanto, la primera sección S21 en la capa externa 12 y la primera sección S11 en la capa interna 11 están en la misma posición entre sí en la dirección longitudinal del cable.

ES 2 765 824 T3

De manera similar, la segunda sección S22 en la capa externa 12 y la segunda sección S12 en la capa interna 11 están en la misma posición entre sí en la dirección longitudinal del cable.

5 En las primeras secciones S11 y S21, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa externa 12 es en el sentido contrario a las agujas del reloj, y la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es en el sentido de las agujas del reloj. En las segundas secciones S12 y S22, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa externa 12 es en el sentido de las agujas del reloj, y la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es en el sentido contrario a las agujas del reloj.

10 De esta forma, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es opuesta a la de la capa externa 12 en cualquier sección.

15 Por ejemplo, cada uno de los ángulos de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 y la capa externa 12 puede ser 180° o mayor.

20 El ángulo de torsión es un ángulo de una porción inversa R1 o R2 (por ejemplo, la primera porción de inversión R11 o R21) a una porción de inversión R1 o R2 adyacente a la misma (por ejemplo, la segunda porción de inversión R12 o R22) en una dirección de rotación del eje del cable de fibra óptica 10.

25 Cuando cada uno de los ángulos de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 y la capa externa 12 es demasiado pequeño, mediante la aplicación de flexión al cable de fibra óptica 10, no se alivia la deformación por flexión y puede ocurrir un aumento en la pérdida de transmisión, una reducción en una vida útil de ruptura de las fibras ópticas 1, y similares. Sin embargo, estableciendo el ángulo de torsión de las unidades 2 en el intervalo anterior, se puede lograr un aumento en la pérdida de transmisión, una reducción en la vida útil de ruptura de las fibras ópticas, y similares.

Cada uno de los ángulos de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 y la capa externa 12 es preferiblemente de 360° o menor.

30 El ángulo de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 (ángulo de torsión de la capa interna) y el ángulo de torsión de las unidades 2 en la capa externa 12 (ángulo de torsión de la capa externa) satisfacen preferiblemente la siguiente Expresión (1).

$$35 \quad \text{Ángulo de torsión de la capa externa} - \text{Ángulo de torsión de la capa interna} \leq 120^\circ \quad (1)$$

40 Cuando el ángulo de torsión de la capa externa y el ángulo de torsión de la capa interna satisfacen la Expresión (1), la forma de la sección transversal del cable de fibra óptica 10 apenas se vuelve no circular.

El ángulo de torsión de la capa interna es preferiblemente mayor que el ángulo de torsión de la capa externa.

45 La fuerza en una dirección de torsión en la capa interna 11 tiende a ser menor que la fuerza en una dirección de torsión en la capa externa 12 que tiene un tamaño relativamente grande en una dirección circunferencial. Sin embargo, haciendo que el ángulo de torsión de la capa interna sea más grande que el ángulo de torsión de la capa externa, puede reducirse la diferencia entre la fuerza en una dirección de torsión en la capa interna 11 y la fuerza en una dirección de torsión en la capa externa 12. Por lo tanto, la fuerza en una dirección sin torsión se puede reducir en su conjunto.

50 El par de miembros tensores 4 está dispuesto para enfrentarse entre sí con el núcleo 3 interpuesto entre ellos. Por ejemplo, cada uno de los miembros tensores 4 está formado por un alambre de metal tal como un alambre de acero o una fibra tensora.

55 El par de hilos de desgarrador 5 está dispuesto para enfrentarse entre sí con el núcleo 3 interpuesto entre ellos. Como cada uno de los cables de desgarrador 5, se puede usar un cordón de fibra formado por una fibra de poliéster, una fibra de aramida, una fibra de vidrio o similares.

La cubierta 6 cubre una periferia exterior del núcleo 3, los miembros tensores 4 y los hilos de desgarrador 5 conjuntamente. Como material de la cubierta 6, se puede usar una resina tal como polietileno (PE) o cloruro de polivinilo (PVC).

60 Cuando se realiza una operación intermedia de ramificación posterior para el cable de fibra óptica 10, la cubierta 6 es rasgada y arrancada por los hilos de desgarrador 5. Seguidamente, las unidades 2 del núcleo 3 se exponen, se corta una porción de las fibras ópticas 1, y las fibras ópticas 1 cortadas se conectan a una fibra óptica de destino de ramificación.

Método de fabricación del cable de fibra óptica

65 Para fabricar el cable de fibra óptica 10, puede usarse un aparato de fabricación 60 mostrado en la Fig. 4(B).

Como se muestra en las Figs. 4(A) y 4(B), el aparato de fabricación 60 incluye un placa de distribución de fibra 40, un mecanismo de montaje 43, y una extrusora 44 (aparato de formación de la cubierta).

5 La placa de distribución de fibra 40 incluye una porción de distribución de fibra de capa interna 41 (primera porción de distribución de fibra) y una porción de distribución de fibra de la capa externa 42 (segunda porción de distribución de fibra) que tiene un diámetro mayor que la porción de distribución de fibra de capa interna 41.

10 La porción de distribución de fibras de la capa interna 41 incluye una pluralidad de porciones de inserción de la unidad de la capa interna 41a (porciones de inserción de la primera unidad) en las que se insertan las unidades 2 (unidades de la capa interna 2A) que constituyen la capa interna 11. La porción de distribución de fibra de la capa externa 42 incluye una pluralidad de porciones de inserción de la unidad de la capa externa 42a (porciones de inserción de la segunda unidad) en las que se insertan las unidades 2 (unidades de la capa externa 2B) que constituyen la capa externa 12.

15 Como se muestra en la Fig. 4(A), las porciones de inserción de la unidad de capa interna 41a están dispuestas a lo largo de un círculo en una vista en planta. Las porciones de inserción de la unidad de capa externa 42a son concéntricas con un círculo formado por las porciones de inserción de la unidad de capa interna 41a, y están dispuestas a lo largo de un círculo que tiene un diámetro mayor que el círculo formado por las porciones de inserción de la unidad de capa interna 41a.

20 Formación del núcleo 3

25 Como se muestra en la Fig. 4(B), para fabricar el cable de fibra óptica 10, una de las unidades de la capa interna 2A se inserta en una de las porciones de inserción de la unidad de capa interna 41a, una de las unidades de la capa externa 2B se inserta en una de las porciones de inserción de la unidad de capa externa 42a, y se reciben la unidad de capa interna insertada 2A y la unidad de capa externa insertada 2B.

30 En ese momento, la porción de distribución de fibra de la capa interna 41 y la porción de distribución de fibra de la capa externa 42 se hacen girar independientemente en una dirección circunferencial (dirección de rotación del eje del cable) para torcer las unidades de la capa interna 2A y las unidades de la capa externa 2B.

La porción de distribución de fibra de la capa interna 41 y la porción de distribución de fibra de la capa externa 42 se hacen girar de tal manera que las direcciones de torsión de las unidades 2 (2A y 2B) sean opuestas entre sí.

35 El núcleo 3 se obtiene montando las unidades de la capa interna 2A y las unidades de la capa externa 2B en el mecanismo de montaje 43.

40 Obsérvese que la dirección de rotación del eje del cable es una dirección de rotación del eje del cable de fibra óptica 10.

Formación de la cubierta 6

45 Al disponer los miembros tensores 4 y los hilos de desgarrador 5 en una periferia exterior del núcleo 3 y cubrir el núcleo 3, los miembros tensores 4 y los hilos de desgarrador 5 conjuntamente con un material de resina o similar usando la extrusora 44 (aparato de formación de la cubierta), se forma la cubierta 6. La cubierta 6 mantiene un estado retorcido de las unidades de la capa interna 2A y las unidades de la capa externa 2B.

El cable de fibra óptica 10 mostrado en la Fig. 1 o similar se obtiene mediante los procesos anteriores.

50 En el cable de fibra óptica 10, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es opuesta a la de la capa externa 12. Por lo tanto, una dirección de una fuerza de las unidades 2 en la capa interna 11 para eliminar la torsión es opuesta a una dirección de una fuerza de las unidades 2 en la capa externa 12 para eliminar la torsión. Por lo tanto, estas fuerzas se cancelan entre sí en al menos una porción, y una fuerza en una dirección sin torsión se reduce en su conjunto.

55 Por lo tanto, es posible evitar que el cable de fibra óptica 10 se deforme en una forma no circular debido a la fuerza en una dirección de desenrollado.

60 La presente invención no se limita a la realización anterior, y puede modificarse apropiadamente en un intervalo que no se aleja de una esencia de la presente invención.

65 Por ejemplo, en el cable de fibra óptica 10 mostrado en la Fig. 1 o similar, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es opuesta a la de la capa externa 12 en todo el intervalo en la dirección longitudinal del cable. Sin embargo, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 puede ser opuesta a la de la capa externa 12 no en todo el intervalo sino solo en una porción en la dirección longitudinal del cable. Por ejemplo, cuando el paso de torsión en la capa interna 11 es diferente del de la capa externa 12 o cuando la posición de la porción de inversión R

en la capa interna 11 es diferente de la de la capa externa 12, la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es opuesta a la de la capa externa 12 en una porción en la dirección longitudinal del cable. El intervalo en el que la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es opuesta a la de la capa externa 12 en la dirección longitudinal del cable es preferiblemente mayor del 50 % con respecto a la longitud total.

5 Además, en el cable de fibra óptica 10 mostrado en la Fig. 1 o similar, el número de capas es dos, pero no está limitado a esto, y puede ser cualquier número de tres o más. Incluso cuando el número de capas es tres o más, siempre que las direcciones de torsión de las unidades en al menos dos capas entre las capas sean opuestas entre sí, se puede obtener el efecto anterior.

10 Cuando el número de capas es tres o más, el número de placas de distribución de fibra en el aparato de fabricación también es preferiblemente tres o más. Cuando el número de placas de distribución de fibra es el mismo que el número de capas, se puede aumentar un efecto para evitar la deformación del cable de fibra óptica 10. El número de placas de distribución de fibra puede ser menor que el número de capas. En este caso, se puede simplificar la configuración de un aparato.

15 Obsérvese que la capa interna 11 corresponde a una capa (n-1)-ésima y la capa externa 12 corresponde a una capa (n)-ésima en la realización anterior cuando el número de capas es n (n es un número entero de dos o más).

20 Las posiciones de dos capas que tienen direcciones opuestas de torsión de las unidades entre sí en una dirección de apilamiento no están particularmente limitadas. En el cable de fibra óptica 10 mostrado en la Fig. 1 o similar, las dos capas 11 y 12 que tienen direcciones opuestas de torsión entre sí son adyacentes entre sí en la dirección de apilamiento. Sin embargo, las posiciones no están limitadas a esto, y pueden estar separadas entre sí en la dirección de apilamiento.

25 Incluso cuando las posiciones de dos capas que tienen direcciones de torsión opuestas entre sí son diferentes de las de las capas 11 y 12 en el cable de fibra óptica 10 mostrado en la Fig. 1, siempre y cuando las direcciones de torsión de las unidades en al menos dos capas sean opuestas entre sí, se puede obtener el efecto anterior.

30 El paso de torsión de las unidades y el ángulo de torsión de las mismas no se limitan a los intervalos preferibles anteriores, y pueden modificarse adecuadamente de acuerdo con el diseño.

El número de unidades que constituyen cada una de la primera capa y la segunda capa, o el número de fibras ópticas que constituyen cada una de las unidades no está particularmente limitado.

35 El tipo de miembro de tensión, su diámetro externo, o su número no está particularmente limitado, pero su aplicación es posible en un intervalo que un experto en la materia puede concebir en general. Por ejemplo, no solo pueden estar presentes un par de miembros tensores sino también una pluralidad de pares de miembros tensores. La Fig. 7 muestra un ejemplo de un cable de fibra óptica que incluye una pluralidad de pares de miembros tensores. Un cable de fibra óptica 50 que se muestra aquí incluye dos pares de los miembros tensores 4 uno frente al otro con el núcleo 3 interpuesto entre ellos. El número de miembros tensores puede ser de tres pares o más.

40 El tipo de la cubierta, su diámetro externo, o el diámetro interno de la misma no está particularmente limitado, pero cualquier configuración puede aplicarse en un intervalo que una persona experta en la materia puede concebir en general.

En el cable de fibra óptica 10 mostrado en la Fig. 1 o similar, cada una de las unidades 2 es un conjunto de las fibras ópticas 1, pero una unidad puede estar constituida por una sola fibra óptica (cable de núcleo de fibra óptica o similar).

50 Obsérvese que la retención de un estado retorcido de las unidades de la capa interna 2A y las unidades de la capa externa 2B puede estar asistida, por ejemplo, enrollando una cinta o un cordón alrededor del núcleo 3 en el mecanismo de montaje 43 mostrado en la Fig. 4(B).

55 Ejemplos

Ejemplo 1

Se fabricó el cable de fibra óptica 10 mostrado en las Figs. 1 a 3.

60 Las unidades 2 (2A y 2B) que constituyen la capa interna 11 y la capa externa 12 tienen una forma retorcida en SZ.

El cable de fibra óptica 10 tenía un diámetro externo convencional de 17,0 mm. El número de unidades 2 (unidades de la capa interna 2A) que constituyen la capa interna 11 era de tres. El número de unidades 2 (unidades de la capa externa 2B) que constituyen la capa externa 12 era de nueve. El número de fibras ópticas 1 que constituyen una de las unidades 2 era de 72. El paso de torsión p era de 800 mm.

65

Como se muestra en las Figs. 3(A) y 3(B), la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es opuesta a la de la capa externa 12. El ángulo de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 es el mismo que en la capa externa 12.

5 Cuando se fabrica el cable de fibra óptica 10, las unidades 2 en la capa interna 11 y las unidades 2 en la capa externa 12 se retorcieron independientemente usando el aparato de fabricación 60 mostrado en la Fig. 4(B).

Se midieron un diámetro externo máximo del cable de fibra óptica 10 y un diámetro externo mínimo del mismo. La Tabla 1 y la Fig. 5 muestran un resultado del mismo.

10 Como se muestra en la Tabla 1 y la Fig. 5, la diferencia entre el diámetro externo máximo y el diámetro externo mínimo es pequeña y, por lo tanto, se encuentra que la forma de la sección transversal no se ha vuelto no circular.

15 Una tolerancia de diámetro externo requerida para un cable de fibra óptica que tiene un diámetro externo de 17 mm es generalmente de aproximadamente 1 mm debido a la idoneidad o similar para un cierre o similar, y se ha obtenido un resultado que satisface la petición en el presente Ejemplo.

Tabla 1

	Método de torsión	Paso de torsión [mm]	Ángulo de torsión [°]	Diámetro exterior convencional [mm]	Diámetro exterior máximo [mm]	Diámetro exterior mínimo [mm]
Ejemplo 1	La capa interna y la capa externa se retuercen independientemente (en direcciones opuestas)	800	180	17,0	17,0	17,0
			270	17,0	17,1	16,9
			300	17,0	17,1	16,9
			330	17,0	17,2	16,8
			360	17,0	17,2	16,8
			450	17,0	17,4	16,6
Ejemplo Comparativo 1	La capa interna y la capa externa se retuercen conjuntamente (en la misma dirección)	800	180	17,0	18,2	15,9
			270	17,0	18,4	15,7
			300	17,0	18,7	15,4
			330	17,0	19,1	15,1
			360	17,0	19,2	15,0
			450	17,0	19,3	15,0
Ejemplo Comparativo 2	La capa interna y la capa externa se retuercen independientemente (en la misma dirección)	800	180	17,0	17,8	16,3
			270	17,0	18,1	15,9
			300	17,0	18,4	15,7
			330	17,0	18,8	15,4
			360	17,0	19,1	15,1
			450	17,0	19,2	15,0

20 **Ejemplo Comparativo 1**

Como se muestra en las Figs. 8(A), 9(A) y 9(B), se fabricó un cable 110 de fibra óptica en el que la dirección de torsión de las unidades 32 en la capa interna 21 era la misma que en la capa externa 22.

25 En el presente Ejemplo comparativo, cuando las unidades 32 en la capa interna 21 y la capa externa 22 se retorcían usando la placa de distribución de fibra, las unidades 32 en la capa interna 21 y las unidades 32 en la capa externa 22 se retorcieron conjuntamente.

Se crearon otras configuraciones de acuerdo con el Ejemplo 1.

30 La Tabla 1 y la Fig. 5 muestran el resultado de la medición de un diámetro externo máximo del cable de fibra óptica 110 y un diámetro externo mínimo del mismo.

35 Como se muestra en la Tabla 1 y la Fig. 5, la diferencia entre el diámetro externo máximo y el diámetro externo mínimo es mayor que la del Ejemplo 1 en un intervalo en el que el ángulo de torsión es grande y, por lo tanto, se encuentra que la forma de la sección transversal se ha vuelto no circular.

Ejemplo Comparativo 2

40 Como se muestra en las Figs. 8(A), 9(A) y 9(B), se fabricó un cable 110 de fibra óptica en el que la dirección de torsión de las unidades 32 en la capa interna 21 era la misma que en la capa externa 22.

En el presente Ejemplo comparativo, cuando las unidades 32 en la capa interna 21 y la capa externa 22 se retorcián usando la placa de distribución de fibra, las unidades 32 en la capa interna 21 y las unidades 32 en la capa externa 22 se retorcieron independientemente.

5 Se crearon otras configuraciones de acuerdo con el Ejemplo 1.

La Tabla 1 y la Fig. 5 muestran el resultado de la medición de un diámetro externo máximo del cable de fibra óptica 110 y un diámetro externo mínimo del mismo.

10 Como se muestra en la Tabla 1 y la Fig. 5, la diferencia entre el diámetro externo máximo y el diámetro externo mínimo es mayor que la del Ejemplo 1 en un intervalo en el que el ángulo de torsión es grande y, por lo tanto, se encuentra que la forma de la sección transversal se ha vuelto no circular.

15 Los resultados en el Ejemplo 1 y los Ejemplos Comparativos 1 y 2 indican que ha sido posible evitar que la forma de la sección transversal se vuelva no circular haciendo que la dirección de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 sea opuesta a la de la capa externa 12 en el Ejemplo 1.

20 Además, los resultados en los Ejemplos Comparativos 1 y 2 indican lo siguiente. Es decir, en cuanto a que la forma de la sección transversal se vuelva no circular, incluso cuando las unidades en la capa interna y las unidades en la capa externa se retuercen independientemente, siempre y cuando las direcciones de torsión sean las mismas, no hay gran diferencia con respecto a ser retorcidas conjuntamente.

Ejemplo 2

25 Se fabricó el cable de fibra óptica 10 mostrado en las Figs. 1 a 3.

El cable de fibra óptica 10 tenía un diámetro externo convencional de 17,0 mm, similar al Ejemplo 1. El paso de torsión p era de 800 mm. Se crearon otras configuraciones de acuerdo con el Ejemplo 1.

30 El ángulo de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 y el ángulo de torsión de las unidades 2 en la capa externa 12 se indican en la Tabla 2.

35 Se midieron un diámetro externo máximo del cable de fibra óptica 10 y un diámetro externo mínimo del mismo. La Tabla 2 y la Fig. 6 muestran un resultado del mismo.

Tabla 2

Ángulo de torsión de la capa interna [°]	Ángulo de torsión de la capa externa [°]	Diámetro exterior máximo [mm]	Diámetro exterior mínimo [mm]
180	180	17,0	17,0
	270	17,4	16,7
	300	17,7	16,4
	330	18,1	15,9
	360	18,5	15,6
	450	18,9	15,3
270	180	17,2	16,8
	270	17,1	16,9
	300	17,3	16,7
	330	17,5	16,5
	360	17,9	16,2
	450	18,2	15,8
360	180	17,6	16,5
	270	17,3	16,8
	300	17,1	16,9
	330	17,1	16,9
	360	17,4	16,6
	450	17,8	16,2

(continuación)

Ángulo de torsión de la capa interna [°]	Ángulo de torsión de la capa externa [°]	Diámetro exterior máximo [mm]	Diámetro exterior mínimo [mm]
450	180	17,8	16,3
	270	17,6	16,4
	300	17,4	16,7
	330	17,2	16,8
	360	17,1	16,9
	450	17,4	16,6

La Tabla 2 y la Fig. 6 indican que la forma de la sección transversal apenas se vuelve no circular cuando el ángulo de torsión de las unidades 2 en la capa interna 11 (ángulo de torsión de la capa interna) y el ángulo de torsión de las unidades 2 en la capa externa 12 (ángulo de torsión de la capa externa) satisfacen la siguiente expresión (1).

5

$$\text{Ángulo de torsión de la capa externa} - \text{Ángulo de torsión de la capa interna} \leq 120^\circ \quad (1)$$

DESCRIPCIÓN DE LOS SÍMBOLOS DE REFERENCIA

10

- 1: Fibra óptica
- 2: Unidad
- 3: Núcleo
- 4: Miembro tensor
- 6: Cubierta

15

- 10: Cable de fibra óptica
- 11: Capa interna (primera capa)
- 12: Capa externa (segunda capa)
- 40: Placa de distribución de fibra

20

- 41: Porción de distribución de fibra de la capa interna (primera porción de distribución de fibra)
- 41a: Porción de inserción de la unidad de capa interna (primera porción de inserción de unidad)
- 42: Porción de distribución de fibra de la capa externa (segunda porción de distribución de fibra)
- 42a: Porción de inserción de la unidad de capa externa (segunda porción de inserción de unidad)
- 43: Mecanismo de montaje
- 44: Extrusora (aparato de formación de la cubierta)

25

- R, R1, R2: Porción de inversión
- R11, R21: Primera porción de inversión
- R12, R22: Segunda porción de inversión

REIVINDICACIONES

1. Un cable de fibra óptica (10) que comprende:

5 un núcleo (3) que comprende una pluralidad de unidades (2) que se montan y se retuercen para formar una pluralidad de capas (11, 12), cada uno de las cuales comprende una pluralidad de fibras ópticas (1) que están montadas, y comprende una pluralidad de unidades de la primera capa (2A) y una pluralidad de unidades de la segunda capa (2B);
 10 un par de miembros tensores (4) dispuestos para enfrentarse entre sí con el núcleo (3) interpuesto entre ellos; y una cubierta (6) que cubre el núcleo (3) y el par de miembros tensores (4) conjuntamente, en donde:

15 la pluralidad de capas (11, 12) comprende una primera capa (11) que comprende las unidades de la primera capa (2A) formadas en una forma retorcida en SZ y una segunda capa (12) que cubre la primera capa (11) y comprende las unidades de la segunda capa (2B) formadas en una forma retorcida en SZ;
 la primera capa (11) está dispuesta en una porción central del núcleo (3); y
 una dirección de torsión de las unidades de la primera capa (2A) es opuesta a una dirección de torsión de las unidades de la segunda capa (2B) en al menos una porción en la dirección longitudinal del cable.

20 2. El cable de fibra óptica (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde un ángulo de torsión de las unidades de la primera capa (2A) y un ángulo de torsión de las unidades de la segunda capa (2B) satisface la siguiente Expresión (1):

25 ángulo de torsión de las unidades de la segunda capa - ángulo de torsión de las unidades de la primera capa $\leq 120^\circ$ (1).

3. El cable de fibra óptica (10) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el ángulo de torsión de las unidades de la primera capa (2A) es mayor que el ángulo de torsión de las unidades de la segunda capa (2B).

30 4. El cable de fibra óptica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde cada uno de los ángulos de torsión de las unidades de la primera capa (2A) y las unidades de la segunda capa (2B) es de 180° o mayor.

35 5. Un método para fabricar el cable de fibra óptica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 usando una placa de distribución de fibra (40) que comprende una pluralidad de porciones de distribución de fibra (41, 42), en donde:

40 la pluralidad de porciones de distribución de fibra (41, 42) comprende una primera porción de distribución de fibra (41) que comprende una primera porción de inserción de unidad (41a) en la que se insertan las unidades de la primera capa (2A) y una segunda porción de distribución de fibra (42) que comprende una segunda porción de inserción de unidad (42a) en la que se insertan las unidades de la segunda capa (2B); las unidades de la primera capa (2A) se insertan en la primera porción de inserción de unidad (41a) y las unidades de la segunda capa (2B) se insertan en la segunda porción de inserción de unidad (42a);
 45 mientras se reciben las unidades de la primera capa (2A) y las unidades de la segunda capa (2B), la primera porción de distribución de fibra (41) y la segunda porción de distribución de fibra (42) se hacen girar independientemente en una dirección de rotación del eje del cable para torcer las unidades de la primera capa (2A) y las unidades de la segunda capa (2B);
 durante la rotación, la primera porción de distribución de fibra (41) y la segunda porción de distribución de fibra (42) se hacen girar de tal manera que una dirección de torsión de las unidades de la primera capa (2A) sea opuesta a una dirección de torsión de las unidades de la segunda capa (2B) para formar el núcleo (3); y
 50 la cubierta (6) se forma para cubrir el núcleo (3) y el par de miembros tensores (4) conjuntamente.

55 6. Aparato para fabricar el cable de fibra óptica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende una placa de distribución de fibra (40) que comprende una pluralidad de porciones de distribución de fibra (41, 42), un mecanismo de montaje (43) que retuerce y monta las unidades de la primera capa (2A) y las unidades de la segunda capa (2B), y un aparato de formación de la cubierta (44) que forma la cubierta (6), en donde:

60 la pluralidad de porciones de distribución de fibra (41, 42) comprende una primera porción de distribución de fibra (41) que comprende una primera porción de inserción de unidad (41a) en la que se insertan las unidades de la primera capa (2A) y una segunda porción de distribución de fibra (42) que comprende una segunda porción de inserción de unidad (42a) en la que se insertan las unidades de la segunda capa (2B); y
 la primera porción de distribución de fibra (41) y la segunda porción de distribución de fibra (42) pueden girarse independientemente en una dirección de rotación del eje del cable.

FIG. 1

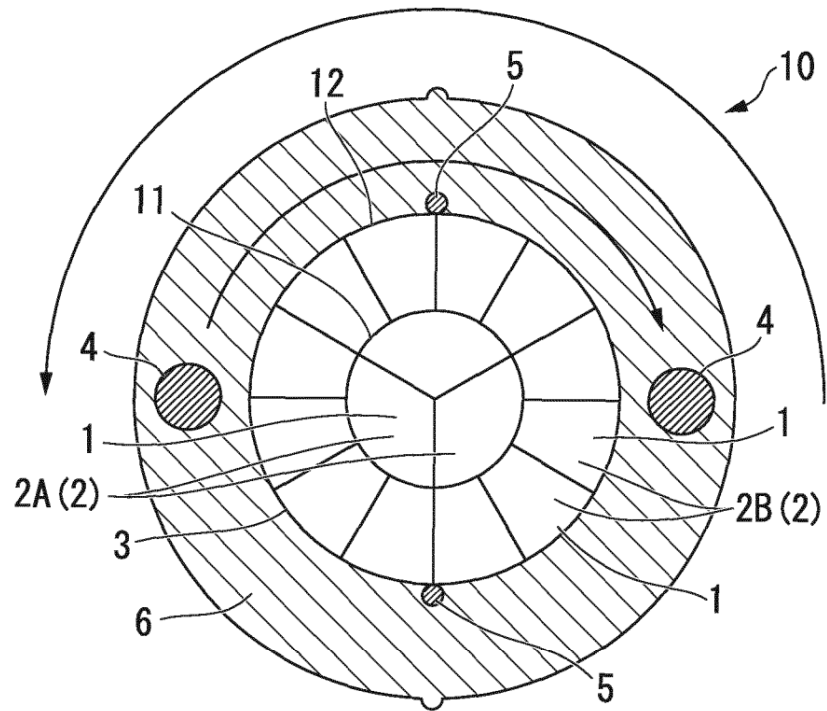


FIG. 2

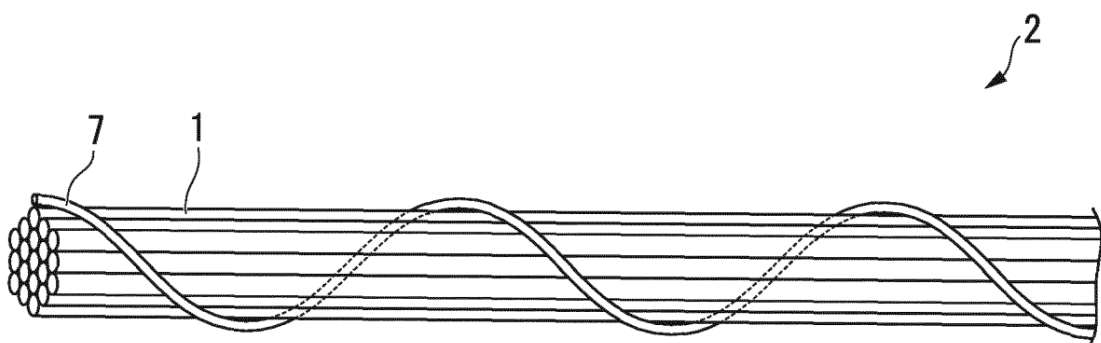


FIG. 3

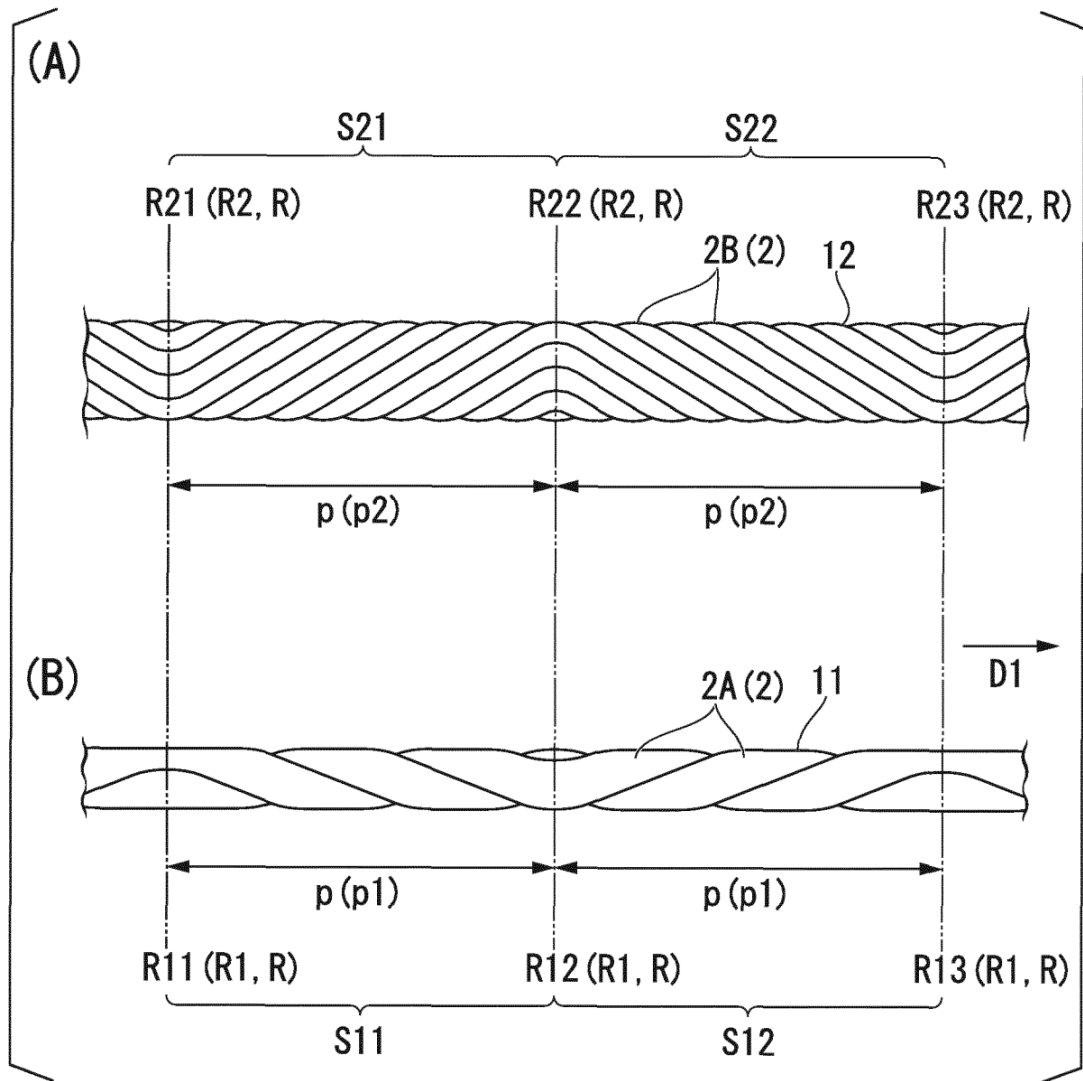


FIG. 4A

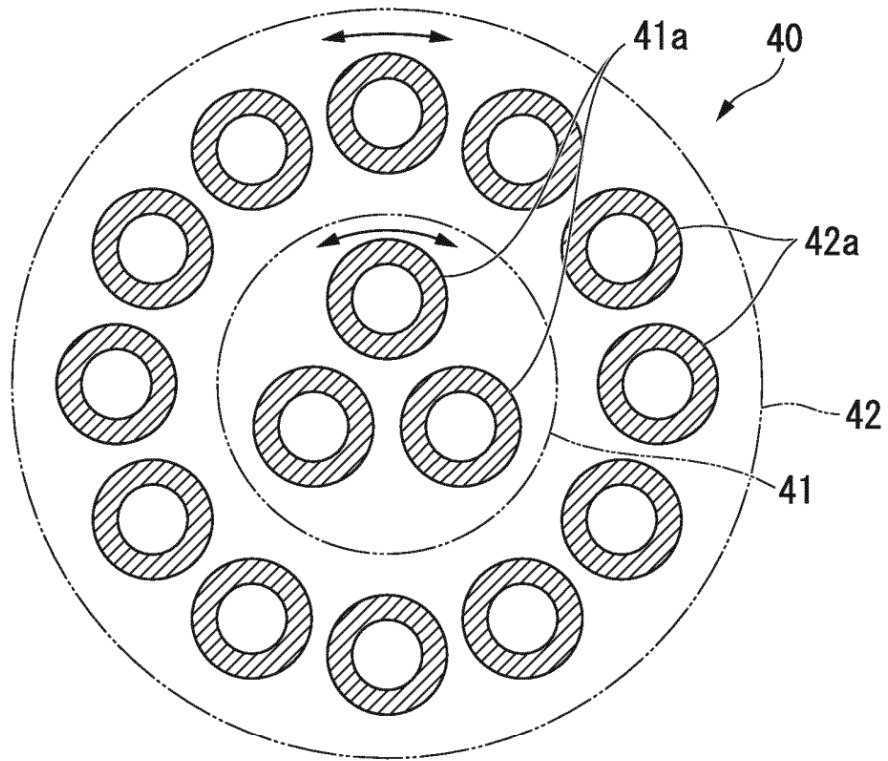


FIG. 4B

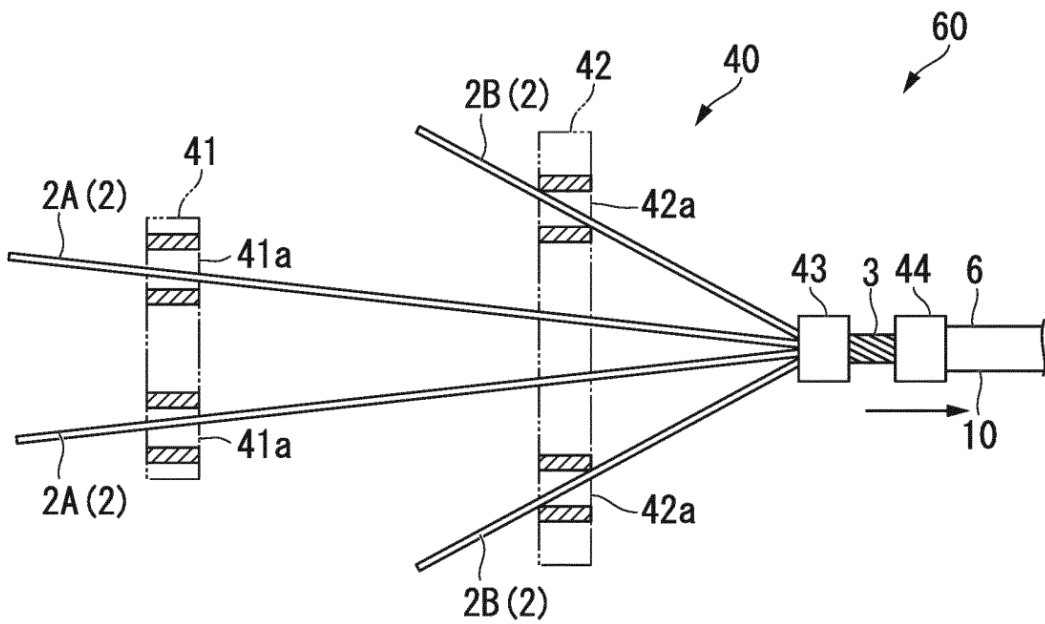


FIG. 5

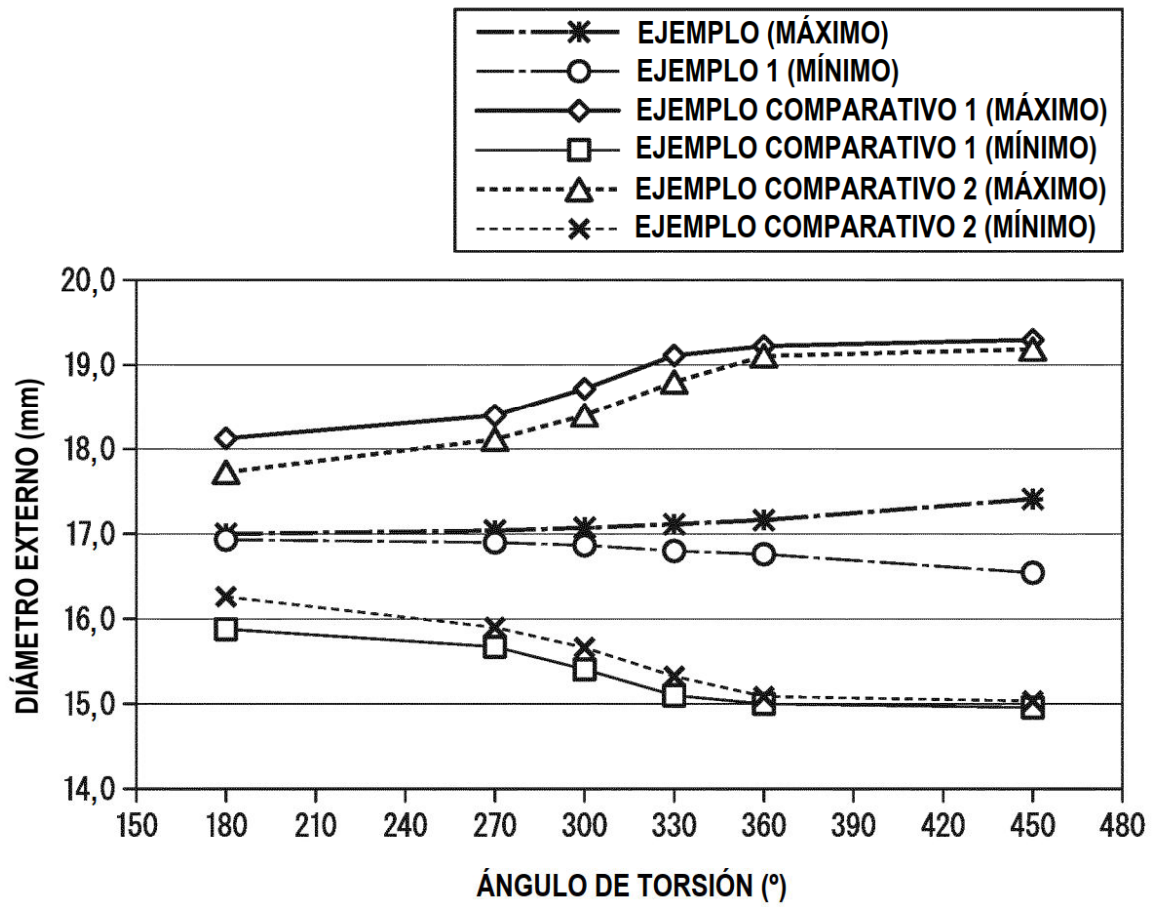


FIG. 6

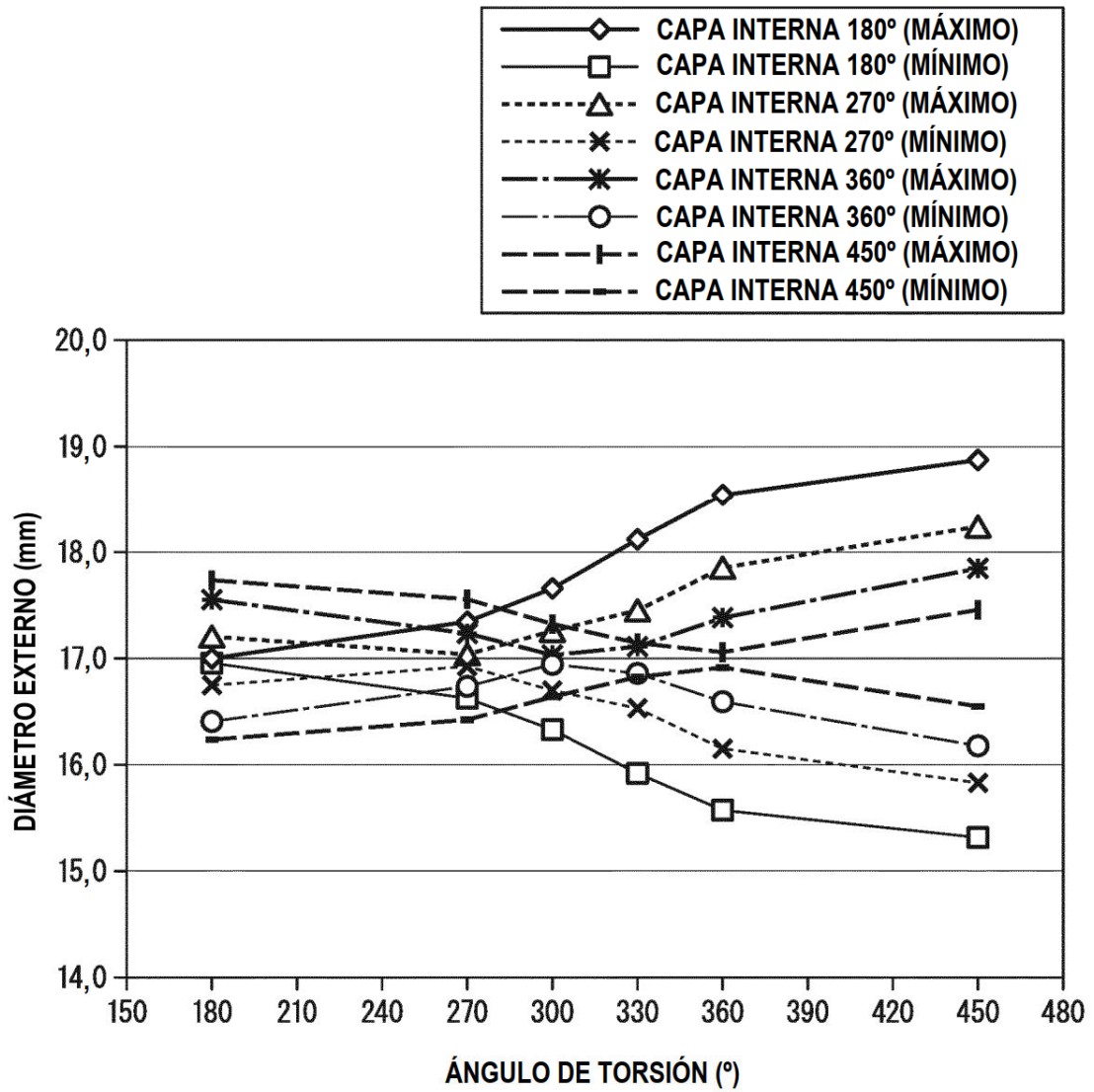


FIG. 7

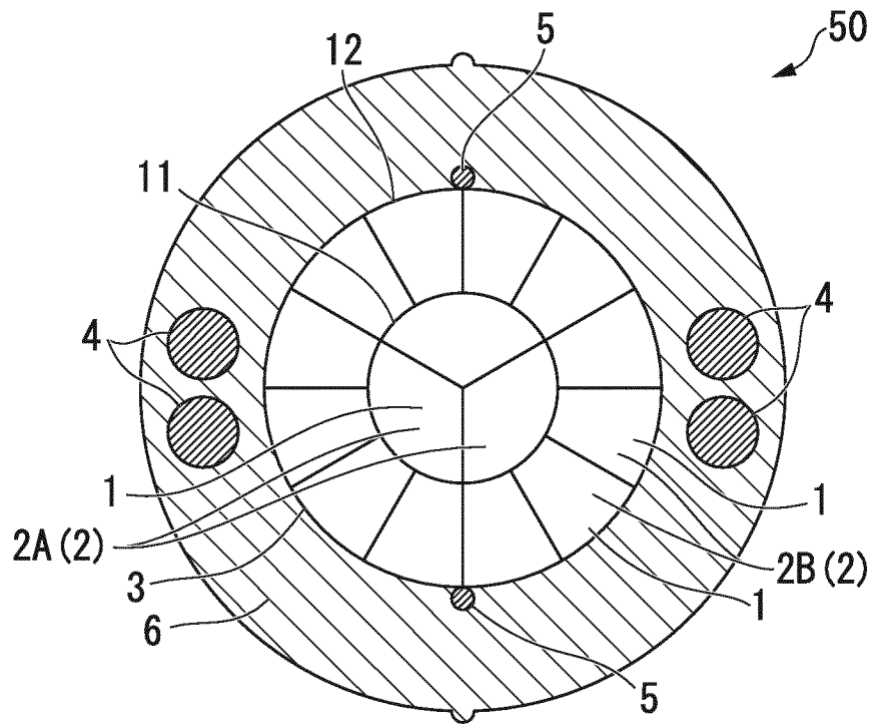


FIG. 8

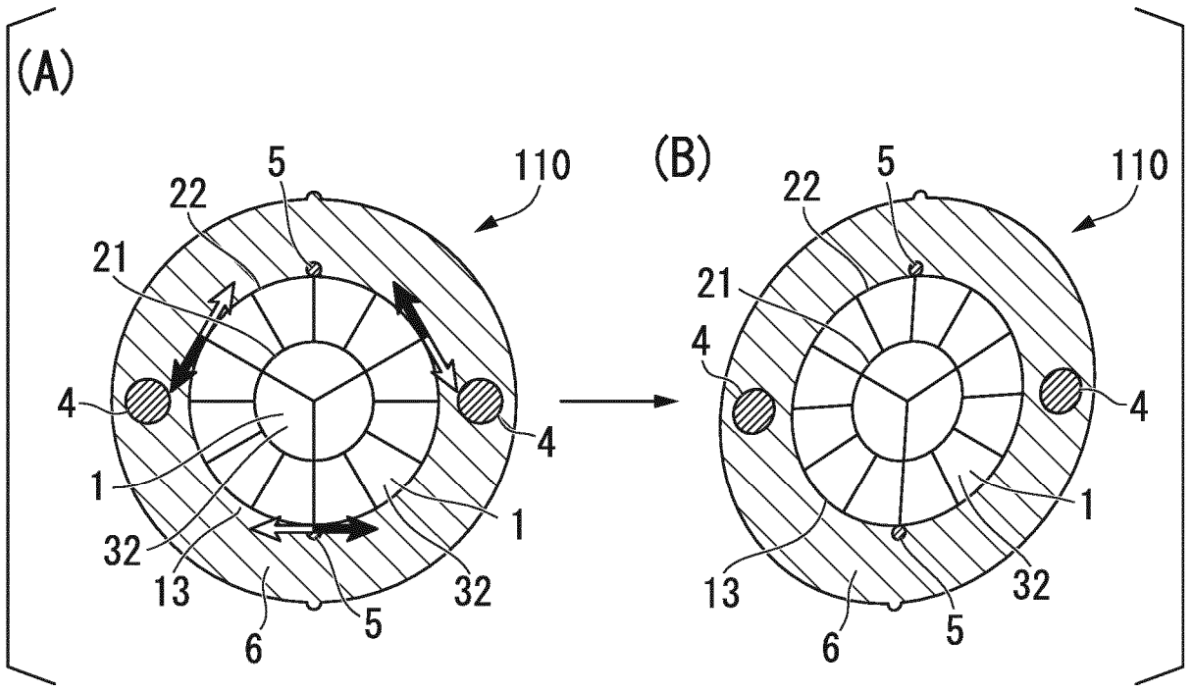


FIG. 9

