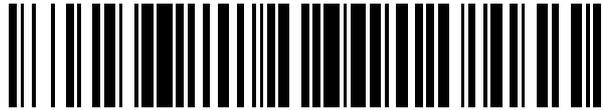


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 891**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2019 PCT/JP2019/034515**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2020 WO20054493**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2019 E 19859562 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2023 EP 3800492**

54 Título: **Cable de fibra óptica**

30 Prioridad:

11.09.2018 JP 2018169597

15.10.2018 JP 2018194103

09.11.2018 JP 2018211366

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

07.06.2023

73 Titular/es:

FUJIKURA LTD. (100.0%)

1-5-1, Kiba Koto-ku

Tokyo 135-8512, JP

72 Inventor/es:

SATO, SHINNOSUKE;

ISAJI, MIZUKI;

TOMIKAWA, KOJI y

OSATO, KEN

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 942 891 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

Sector de la técnica

5

La presente invención se refiere a un cable de fibra óptica.

Se reivindica la prioridad en la solicitud de patente japonesa n.º 2018-169597 presentada en Japón el 11 de septiembre de 2018, la solicitud de patente japonesa n.º 2018-194103 presentada en Japón el 15 de octubre de 2018 y la solicitud de patente japonesa n.º 2018-211366 presentada en Japón el 9 de noviembre de 2018.

10

Estado de la técnica

En la técnica relacionada, se ha utilizado un cable de fibra óptica en el que se disponen rellenos alrededor de la unidad de fibra óptica.

15

Por ejemplo, en el cable de fibra óptica descrito en el documento JP 2001 51169 A1, se apila una pluralidad de cintas y se proporciona una capa de recubrimiento unitaria alrededor de las cintas para formar una unidad de fibra óptica. Al proporcionar rellenos alrededor de la unidad de fibra óptica, es fácil hacer circular la forma de la sección transversal del cable de fibra óptica.

20

Además, en el cable de fibra óptica descrito en el documento JP 6255120 A, los rellenos están dispuestos para quedar intercalados entre las unidades de fibra óptica. Así, se contiene el movimiento de la unidad de fibra óptica en el cable de fibra óptica.

25

La técnica anterior se describe adicionalmente en los documentos JP 2018 136376 A y US 2006/072886 A1.

Objeto de la invención**Problema técnico**

30

En este tipo de cable de fibra óptica, la unidad de fibra óptica puede estar trenzada en forma de SZ. Aquí, cuando las unidades de fibra óptica se trenzan en forma de SZ, se produce un "destrenzado" en el que la unidad de fibra óptica se mueve en la dirección en la que se cancela el trenzado. En el cable de fibra óptica de la técnica relacionada, la contención del destrenzado puede ser insuficiente.

35

La presente invención se ha realizado en vista de dichas circunstancias, y un objetivo de la presente invención es proporcionar un cable de fibra óptica en el que se contiene el destrenzado.

Solución al problema

40

Para conseguir los objetivos antes mencionados, se divulga un cable de fibra óptica según la reivindicación 1. Las realizaciones que ya no están cubiertas por las reivindicaciones se indican en la parte de la leyenda de las figuras.

Efectos ventajosos de la invención

45

Según la presente invención, resulta posible generar una fuerza de fricción entre la unidad exterior y los rellenos y entre los rellenos y el tubo envolvente utilizando una fuerza de una unidad exterior para expandirse radialmente hacia fuera. Esto hace posible proporcionar un cable de fibra óptica en el que se contiene el destrenzado.

50

Descripción de las figuras

La figura 1 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica según una primera realización.

La figura 2 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica según un ejemplo modificado de la primera realización.

55

La figura 3 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica según otra modificación de la primera realización.

La figura 4 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica que no forma parte de la invención reivindicada.

60

La figura 5 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica según una segunda realización.

La figura 6 es una vista esquemática que muestra las dimensiones de cada parte del cable de fibra óptica de la figura 4, que no forma parte de la invención reivindicada.

La figura 7 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica según un ejemplo modificado de la fibra óptica que se muestra en la figura 4, que no forma parte de la invención reivindicada.

La figura 8 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica según otra modificación de la fibra óptica que se muestra en la figura 4, que no forma parte de la invención reivindicada.

65

La figura 9 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica que no forma parte de la invención reivindicada.

La figura 10 es una vista de la sección transversal de un cable de fibra óptica según una tercera realización.

5 La figura 11 es una vista esquemática que muestra las dimensiones de cada parte del cable de fibra óptica de la figura 9, que no forma parte de la invención reivindicada.

Descripción detallada de la invención

Primera realización

10 De aquí en adelante, se describirá un cable de fibra óptica de la primera realización con referencia a las figuras. Como se ilustra en la figura 1, un cable 100 de fibra óptica incluye un núcleo 20 que tiene una pluralidad de unidades 10 de fibra óptica, una vaina 55 que aloja el núcleo 20 en su interior, y un par de miembros 56 de resistencia a la tracción y un par de cuerpos 57 de alambre, que están incrustados en la vaina 55. El núcleo 20 tiene un tubo 54 envolvente que envuelve una pluralidad de unidades 10 de fibra óptica.

Definición de dirección

20 En la presente realización, el eje central del cable 100 de fibra óptica se denomina eje central del cable O. Además, la dirección a lo largo del eje central del cable O (dirección longitudinal de la unidad 10 de fibra óptica) se denomina sencillamente dirección longitudinal. Una sección transversal ortogonal al eje central del cable O (una sección transversal ortogonal a la dirección longitudinal) se denomina sección transversal. En la vista de la sección transversal (figura 1), la dirección que interseca el eje central del cable O se denomina dirección radial, y la dirección que gira alrededor del eje central del cable O se denomina dirección circunferencial.

25 Cuando el cable 100 de fibra óptica no es circular en la vista de la sección transversal, el eje central del cable O está situado en el centro del cable 100 de fibra óptica.

30 La vaina 55 tiene una forma cilíndrica centrada en el eje central del cable O. Como material de la vaina 55, se puede usar resina de poliolefina (PO) tal como polietileno (PE), polipropileno (PP), copolímero de etileno y acrilato de etilo (EEA), copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA) y copolímero de etileno y propileno (EP), cloruro de polivinilo (PVC) o similares.

35 Como material del cuerpo 57 de alambre, se puede usar una varilla columnar hecha de PP o nailon. Además, el cuerpo 57 de alambre puede estar formado por hilos en los que se trenzan fibras tales como PP o poliéster, y el cuerpo 57 de alambre puede tener capacidad de absorción de agua. El par de cuerpos 57 de alambre está dispuesto para intercalar el núcleo 20 en la dirección radial. Cada cuerpo 57 de alambre está en contacto con la superficie periférica exterior del núcleo 20 (la superficie periférica exterior del tubo 54 envolvente). El número de cuerpos 57 de alambre incrustados en la vaina 55 puede ser 1 o 3 o más.

40 Como material del miembro 56 de resistencia a la tracción, por ejemplo, puede usarse un alambre de metal (tal como alambre de acero), una fibra de tensión (tal como fibra de aramida), FRP o similares.

45 El par de miembros 56 de resistencia a la tracción está dispuesto para intercalar el núcleo 20 en la dirección radial. Además, el par de miembros 56 de resistencia a la tracción está dispuesto a intervalos en la dirección radial desde el núcleo 20. El número de miembros 56 de resistencia a la tracción incrustados en la vaina 55 puede ser 1 o 3 o más. Además, el miembro 56 de resistencia a la tracción no puede estar incrustado en la vaina 55.

50 Un par de salientes 58 que se proyectan radialmente hacia afuera se forman en la superficie periférica exterior de la vaina 55. El saliente 58 se extiende a lo largo de la dirección longitudinal.

55 El saliente 58 y los cuerpos 57 de alambre están dispuestos en la misma posición en la dirección circunferencial. El saliente 58 sirve como marca cuando se hace una incisión en la vaina 55 para sacar el cuerpo de alambre 57. En lugar del saliente 58, se puede proporcionar una marca que indique la posición del cuerpo 57 de alambre, por ejemplo, haciendo una parte de la vaina 55 de un color diferente al de las otras partes.

60 El núcleo 20 incluye una pluralidad de unidades 10 de fibra óptica, una pluralidad de rellenos 3a a 3c y un tubo 54 envolvente. El tubo 54 envolvente envuelve la unidad 10 de fibra óptica y los rellenos 3a a 3c. Cada una de las unidades 10 de fibra óptica tiene una pluralidad de alambres del núcleo de fibra óptica o hebras de fibra óptica (en lo sucesivo denominados sencillamente fibras 1 ópticas), y un material 2 aglutinante para unir las fibras 1 ópticas. La unidad 10 de fibra óptica y los rellenos 3a a 3c se extienden a lo largo de la dirección longitudinal.

65 La unidad 10 de fibra óptica de la presente realización es una llamada cinta de fibra óptica adherida de forma intermitente y cuando se tira de una pluralidad de fibras 1 ópticas en una dirección ortogonal a la dirección longitudinal, las fibras 1 ópticas están adheridas entre sí para extenderse en forma de malla (forma de telaraña). Específicamente, una fibra 1 óptica está adherida a fibras 1 ópticas adyacentes en ambos lados de las mismas en

diferentes posiciones en la dirección longitudinal, y las fibras 1 ópticas adyacentes están separadas entre sí en un intervalo fijo en la dirección longitudinal y están adheridas entre sí.

5 El modo de la unidad 10 de fibra óptica no se limita a la cinta de fibra óptica adherida de forma intermitente y puede cambiarse según convenga. Por ejemplo, la unidad 10 de fibra óptica puede obtenerse sencillamente al unir la pluralidad de fibras 1 ópticas con el material 2 aglutinante.

10 Como se ilustra en la figura 1, la unidad 10 de fibra óptica se divide en dos capas, es decir, una capa radialmente interior y una capa radialmente exterior. De aquí en adelante, la unidad 10 de fibra óptica situada en la capa más exterior se denomina unidad 10A exterior. La unidad 10 de fibra óptica distinta de la unidad 10A exterior se denomina unidad 10B interior. Es decir, la unidad 10A exterior y la unidad 10B interior están incluidas en la pluralidad de unidades 10 de fibra óptica.

15 En el ejemplo de la figura 1, tres unidades 10B interiores están trenzadas juntas en forma de SZ o en forma de espiral alrededor del eje central del cable O. Además, las nueve unidades 10A exteriores están trenzadas en forma de SZ alrededor del eje central del cable O para rodear las tres unidades 10B interiores. El número de unidades 10 de fibra óptica se puede cambiar según convenga.

20 En la vista de la sección transversal, la unidad 10B interior situada en la capa interior tiene forma de abanico, y la unidad 10A exterior situada en la capa más exterior tiene forma cuadrada. Sin limitarse al ejemplo ilustrado, se puede utilizar la unidad 10 de fibra óptica que tiene una sección transversal circular, elíptica o poligonal. Además, la forma de la sección transversal de la unidad 10 de fibra óptica puede deformarse. Además, el núcleo 20 puede estar compuesto por una capa (capa de la unidad 10A exterior) sin la unidad 10B interior.

25 El material 2 aglutinante tiene forma de tira larga y está enrollado alrededor de la pluralidad de fibras 1 ópticas. La fibra 1 óptica está parcialmente expuesta desde el espacio entre los materiales 2 aglutinantes. Por lo tanto, cuando se realiza una incisión en la vaina 55 y se retira el tubo 54 envolvente, resulta posible reconocer visualmente la fibra 1 óptica por el espacio entre los materiales 2 aglutinantes. El material 2 aglutinante está hecho de un material delgado y altamente flexible como la resina. Por lo tanto, incluso en el estado en el que las fibras 1 ópticas están unidas con el material 2 aglutinante, las fibras 1 ópticas se mueven apropiadamente a un espacio libre en la vaina 55 mientras se deforma el material 2 aglutinante. Por lo tanto, la forma de la sección transversal de la unidad 10 de fibra óptica en un producto real puede no estar dispuesta como se ilustra en la figura 1.

35 El tubo 54 envolvente tiene una forma cilíndrica centrada en el eje central del cable O. La superficie periférica interior del tubo 54 envolvente está en contacto con el extremo radialmente exterior de la unidad 10A exterior. Además, la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente está en contacto con los rellenos 3b y 3c. Como el tubo 54 envolvente, se puede utilizar una tela no tejida, un miembro de cinta de plástico o similar. El tubo 54 envolvente puede estar hecho de materiales con capacidad de absorción del agua, tal como una cinta absorbente de agua.

40 Los rellenos 3a a 3c están formados por un material fibroso tal como fibra de poliéster, fibra de aramida y fibra de vidrio. Además, los rellenos 3a a 3c pueden ser hilos con capacidad de absorción del agua o similares. En este caso, resulta posible mejorar el rendimiento impermeable dentro del cable 100 de fibra óptica.

45 En la vista de la sección transversal, los rellenos 3a están intercalados entre la unidad 10A exterior y la unidad 10B interior. El relleno 3b está intercalado entre las unidades 10A exteriores adyacentes entre sí en la dirección circunferencial y están en contacto con el tubo 54 envolvente. El relleno 3c está intercalado entre una unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente. El relleno 3a se trenza junto con la unidad 10B interior. Los rellenos 3b, 3c están trenzados junto con la unidad 10A exterior.

50 Los rellenos 3b, 3c están en contacto con la unidad 10A exterior. El relleno 3a está en contacto con la unidad 10A exterior y la unidad 10B interior. Aquí, el material 2 aglutinante tiene forma de tira larga y delgada y está enrollado alrededor de un haz de fibras 1 ópticas en forma de espiral, por ejemplo. Por lo tanto, una parte de la fibra 1 óptica que no está cubierta por el material 2 aglutinante en forma de tira está parcialmente en contacto con los rellenos 3a a 3c.

55 La fibra 1 óptica normalmente tiene una estructura en la que una fibra óptica desnuda formada de vidrio está recubierta con un material de recubrimiento tal como una resina. Por lo tanto, la superficie de la fibra 1 óptica es lisa y el coeficiente de fricción cuando las fibras 1 ópticas entran en contacto entre sí es relativamente pequeño. Por otro lado, los rellenos 3a a 3c están formados por un material fibroso. Por lo tanto, el coeficiente de fricción cuando los rellenos 3a a 3c están en contacto con las fibras 1 ópticas es mayor que el coeficiente de fricción cuando las fibras 1 ópticas están en contacto entre sí.

60 A partir de lo anterior, resulta posible aumentar la resistencia por fricción cuando las unidades 10 de fibra óptica se mueven entre sí, disponiendo los rellenos 3a a 3c para que queden intercalados entre la pluralidad de unidades 10 de fibra óptica. Esto hace posible contener el movimiento de la unidad 10 de fibra óptica en el cable 100 de fibra óptica.

Incidentalmente, la pluralidad de unidades 10 de fibra óptica está trenzada junta, con el eje central del cable O como centro de trenzado. Cuando la unidad 10 de fibra óptica tiende a destrenzarse, el haz de la unidad 10 de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia fuera. Es decir, la unidad 10A exterior se presiona contra el tubo 54 envolvente mediante la fuerza que intenta destrenzar. Aquí, en la presente realización, los rellenos 3b y 3c están intercalados entre la unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente en la vista de la sección transversal.

Según esta configuración, cuando el haz de la unidad 10 de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia fuera, los rellenos 3b y 3c se comprimen en la dirección radial entre la unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente. Es decir, los rellenos 3b y 3c trenzados junto con la unidad 10A exterior se presionan contra el tubo 54 envolvente. Dado que los rellenos 3b y 3c están formados por un material fibroso, el coeficiente de fricción entre la fibra 1 óptica y los rellenos 3b y 3c, y el coeficiente de fricción entre los rellenos 3b y 3c y el tubo 54 envolvente son mayores que el coeficiente de fricción entre la fibra 1 óptica y el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, la fuerza de fricción generada cuando la unidad 10A exterior se presiona contra el tubo 54 envolvente con los rellenos 3b y 3c intercalados entre ellos es mayor que la fuerza de fricción generada cuando la unidad 10A exterior se presiona directamente contra el tubo 54 envolvente.

Es decir, en la presente realización, cuando la unidad 10A exterior tiende a expandirse radialmente hacia fuera, los rellenos 3b y 3c generan una gran fuerza de fricción. A causa de esta fuerza de fricción, es menos probable que la unidad 10A exterior se mueva con respecto al tubo 54 envolvente, y resulta posible contener el destrenzado de la unidad 10A exterior.

Además, en la presente realización, el relleno 3c está situado en la línea recta L que pasa por el punto central X de la unidad 10A exterior y el eje central del cable O en la vista de la sección transversal. Con esta configuración, la fuerza que la unidad 10A exterior tiende a expandir radialmente hacia fuera puede convertirse más eficazmente en una fuerza de fricción. Por lo tanto, resulta posible contener de forma más fiable el destrenzado de la unidad 10A exterior.

Además, en la presente realización, en la vista de la sección transversal, el relleno 3c está rodeado por una unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, cuando el haz de la unidad 10 de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia afuera, los rellenos 3c se intercalan de forma más fiable entre la unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente. Además, la unidad 10A exterior impide que los rellenos 3c se muevan radialmente hacia adentro, de modo que el estado en el que los rellenos 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente se puede mantener de forma más fiable. Por lo tanto, resulta posible generar de forma más fiable la fuerza de fricción a causa de los rellenos 3c, y contener el destrenzado.

El punto central X en la presente memoria descriptiva es el centro de la unidad 10A exterior en una vista de la sección transversal. Dado que la unidad 10A exterior está trenzada alrededor del eje central del cable O, la unidad 10A exterior tiende a expandirse radialmente hacia fuera a causa del destrenzado. La dirección en la que se expande la unidad 10A exterior es una dirección que comienza a partir del eje central del cable O y pasa por el punto central X (centro de la unidad 10A exterior). Por lo tanto, al situar los rellenos 3c en la línea recta L que pasa por el eje central del cable O y el punto central X, la fuerza de fricción generada con los rellenos 3c a causa de la fuerza que la unidad 10A exterior tiende a expandir se vuelve grande, y resulta posible contener eficazmente el destrenzado.

Ejemplos

De aquí en adelante, se describirá la primera realización anterior con referencia a ejemplos específicos. La presente invención no se limita los ejemplos siguientes.

Ejemplo 1

Como ejemplo 1, se prepara un cable de fibra óptica que tiene una estructura de sección transversal como se ilustra en la figura 1. El número de fibras 1 ópticas incluidas en cada unidad 10 de fibra óptica es 144. Las tres unidades 10B interiores están trenzadas en forma de SZ, y las nueve unidades 10A exteriores están trenzadas en forma de SZ en la circunferencia exterior de las mismas. Es decir, el número total de unidades 10 de fibra óptica es 12 y el número total de fibras 1 ópticas es 1728. Los hilos absorbentes de agua se utilizan como rellenos 3a, 3b y 3c. Se disponen tres rellenos 3a, ocho rellenos 3b y un relleno 3c.

El ángulo de ajuste del dispositivo de trenzado (oscilador) cuando el trenzado de la unidad 10 de fibra óptica se ajusta de manera que el ángulo de trenzado (ángulo de introducción) realmente introducido es de $\pm 150^\circ$. El "ángulo de ajuste" está en un intervalo de ángulos en los que el oscilador oscila. Por ejemplo, cuando el ángulo de ajuste es de $\pm 500^\circ$, el oscilador repite la operación de oscilar 500° en sentido horario y luego oscilar 500° en sentido antihorario.

5 El cable de fibra óptica fabricado se corta a intervalos predeterminados en la dirección longitudinal, y la posición de la unidad 10A exterior específica o la fibra 1 óptica incluida en la unidad 10A exterior en la dirección circunferencial se mide en cada superficie de corte. El ángulo de rotación de una determinada unidad 10A exterior o de la fibra 1 óptica incluida en la unidad 10A exterior con respecto al eje central del cable O se define como ángulo de introducción. Cuanto mayor sea la diferencia entre el ángulo de ajuste y el ángulo de introducción, mayor será el destrenzado de la unidad 10A exterior.

10 La unidad 10 de fibra óptica trenzada se envuelve con un tubo 54 envolvente y se cubre además con una vaina 55 para preparar un cable de fibra óptica.

Ejemplo 2

15 Como ejemplo 2, se prepara un cable de fibra óptica en el que se cambia el número de rellenos 3b y 3c del ejemplo 1. Se disponen tres rellenos 3a, seis rellenos 3b y tres rellenos 3c. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo 1.

Ejemplo 3

20 Como ejemplo 3, se prepara un cable de fibra óptica en el que se cambian los números de los rellenos 3a, 3b y 3c de los del ejemplo 1. No se disponen rellenos 3a y 3b, y solo se disponen seis rellenos 3c. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo 1.

Ejemplo 4

25 Como ejemplo 4, se prepara un cable de fibra óptica en el que se cambian los números de los rellenos 3a, 3b y 3c de los del ejemplo 1. Los rellenos 3a no se disponen y se disponen seis rellenos 3b y tres rellenos 3c. Además, se disponen tres rellenos 3d como se ilustra en la figura 2. Los rellenos 3d están intercalados radialmente entre la unidad 10B interior y la unidad 10A exterior. Cada relleno 3d está dispuesto entre una unidad 10A exterior y una unidad 10B interior. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo 1.

30 Ejemplo 5

35 Como ejemplo 5, se prepara un cable de fibra óptica en el que se cambian los números de los rellenos 3a, 3b y 3c de los del ejemplo 1. Los rellenos 3b no se disponen y se disponen tres rellenos 3a y nueve rellenos 3c. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo 1.

Ejemplo comparativo 1

40 Como ejemplo comparativo 1, se prepara un cable 100 de fibra óptica provisto de los rellenos 3a y 3b sin los rellenos 3c. Se disponen tres rellenos 3a y nueve rellenos 3b. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo 1.

45 En la tabla 1 se muestran los resultados de la comprobación del ángulo de introducción y trenzado de la vaina de cada uno de los cables de fibra óptica de los ejemplos 1 a 5 y el ejemplo comparativo 1.

Tabla 1

	Número de rellenos (piezas)					Ángulo de ajuste [°]	Ángulo de introducción [°]	Trenzado de la vaina	Determinación
	3a	3b	3c	3d	Total				
Ejemplo 1	3	8	1	0	12	±500	±150	±10°	OK
Ejemplo 2	3	6	3	0	12	±400	±150	±5°	OK
Ejemplo 3	0	0	6	0	6	±400	±150	±5°	OK
Ejemplo 4	0	6	3	3	12	±400	±150	±5°	OK
Ejemplo 5	3	0	9	0	12	±300	±150	±4°	OK
Ejemplo comparativo 1	3	9	0	0	12	±700	±150	±45°	NG

50 El "trenzado de la vaina" en la Tabla 1 indica el grado de trenzado de la vaina en el cable de fibra óptica preparado. Más específicamente, muestra cuánto cambia la posición del saliente 58 en la dirección circunferencial a lo largo de la dirección longitudinal. Por ejemplo, cuando el trenzado de la vaina es de ±10°, la posición del saliente 58 en la dirección circunferencial cambia dentro de un intervalo de ±10° alrededor del eje central del cable O. Cuando el grado de trenzado de la vaina es grande, el cable de fibra óptica serpentea, lo que conduce a una disminución en la

trabajabilidad de la instalación y una disminución en la longitud de un cable óptico que se puede enrollar alrededor del tambor.

5 En el campo "Determinación", el resultado es bueno (OK) cuando el trenzado de la vaina es de $\pm 10^\circ$ o menos, y el resultado es insuficiente (NG) cuando el trenzado de la vaina sobrepasa los $\pm 10^\circ$. El trenzado de la vaina aumenta a medida que aumenta el ángulo de ajuste. Esto se debe a que cuanto mayor sea el ángulo de ajuste, más fuerte tiende a destrenzarse la unidad 10 de fibra óptica trenzada, y la vaina 55 se trenza alrededor del eje central del cable O.

10 Como se muestra en la Tabla 1, en los ejemplos 1 a 5, el trenzado de la vaina es de $\pm 10^\circ$ o menos, y se obtienen buenos resultados. Por otra parte, en el ejemplo comparativo 1 en el que no se disponen los rellenos 3c, el trenzado de la vaina es de $\pm 45^\circ$, y el resultado es insuficiente.

15 Se considera que la razón por la que se obtienen buenos resultados en los ejemplos 1 a 5 es que el ángulo de ajuste para ajustar el ángulo de introducción a $\pm 150^\circ$ es de $\pm 500^\circ$ o menos, y el ángulo de ajuste es relativamente pequeño. La razón por la que el ángulo de ajuste puede reducirse de esta manera es que el destrenzado de la unidad 10A exterior puede reducirse con el relleno 3c. Es decir, cuando la unidad 10 de fibra óptica que incluye la unidad 10A exterior tiende a destrenzarse y expandirse radialmente hacia fuera, el relleno 3c se intercala entre la unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente para generar una fuerza de fricción.

20 Por otro lado, en el ejemplo comparativo 1, dado que no se proporcionan los rellenos 3c, la fuerza de fricción generada entre la unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente cuando la unidad 10 de fibra óptica tiende a destrenzarse es relativamente pequeña. Por lo tanto, es probable que produzca el destrenzado, y el ángulo de ajuste para ajustar el ángulo de introducción a $\pm 150^\circ$ es de $\pm 700^\circ$, y el ángulo de ajuste es relativamente grande. Entonces, se considera que cuanto mayor sea el ángulo de ajuste, mayor será la fuerza con la que la unidad 10A exterior trenza la vaina 55, de modo que el ángulo de trenzado de la vaina se hace mayor.

25 A partir de los resultados anteriores, se comprueba que resulta posible reducir el destrenzado de la unidad 10A exterior al proporcionar al menos un relleno 3c en la línea recta L que pasa por el eje central del cable O y la unidad 10A exterior. Además, se encuentra que como resultado de reducir el trenzado de la unidad 10A exterior, resulta posible reducir el ángulo de ajuste y contener el trenzado generado en la vaina 55.

30 Además, si se compara el ejemplo 2 y el ejemplo 5, el número total de rellenos 3b y 3c en contacto con el tubo 54 envolvente es el mismo, pero el ángulo de ajuste para ajustar el ángulo de introducción a $\pm 150^\circ$ es menor en el ejemplo 5. Además, el trenzado generado en la vaina 55 también es menor en el ejemplo 5. Es decir, el destrenzado se contiene más efectivamente en el ejemplo 5 que en el ejemplo 2. Esto se debe a que los rellenos 3c están situados en una línea recta que pasa por el eje central del cable O y el punto central X de la unidad 10A exterior, de modo que es menos probable que los rellenos 3c se muevan radialmente hacia adentro, y resulta posible mantener de forma más fiable el estado en el que los rellenos 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente. Así, resulta posible convertir eficazmente la fuerza que la unidad 10A exterior tiende a expandir radialmente hacia fuera en una fuerza de fricción.

35 Además, en el ejemplo 3 se obtienen buenos resultados incluso cuando el número total de rellenos es menor, en comparación con los otros ejemplos 1, 2, 4 y 5. Entonces, en el ejemplo 3, solo se disponen los rellenos 3c. A partir de este resultado, se comprueba que el efecto de contener el destrenzado con los rellenos 3c es mayor que el de otros rellenos.

40 Cabe destacar que el alcance técnico de la presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, y se pueden realizar diversas modificaciones sin apartarse del espíritu de la presente invención.

45 Por ejemplo, en el ejemplo de la figura 1, el núcleo 20 incluye una unidad 10 de fibra óptica de dos capas. Sin embargo, el número de capas de la unidad de fibra óptica incluidas en el núcleo 20 puede ser 1, 3 o más.

50 Además, cuando el núcleo 20 incluye una pluralidad de capas de unidades de fibra óptica, no se pueden disponer rellenos entre las unidades de fibra óptica (unidad 10B interior en el ejemplo de la figura 1) incluidas en las capas que no sean la capa más exterior. Además, en la realización descrita anteriormente, el relleno 3c está intercalado entre una unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente. Sin embargo, como se ilustra en la figura 3, los rellenos 3c pueden intercalarse entre la pluralidad de unidades 10A exteriores y el tubo 54 envolvente. Incluso en este caso, a causa de la fuerza que la unidad 10A exterior tiende a expandir radialmente hacia afuera, resulta posible generar una fuerza de fricción entre la unidad 10A exterior y los rellenos 3c y entre los rellenos 3c y el tubo 54 envolvente. Además, dado que los rellenos 3c están situados en la línea recta L que pasa por el eje central del cable O y el punto central X de la unidad 10A exterior, la fuerza que la unidad 10A exterior tiende a expandirse radialmente hacia afuera puede convertirse en fuerza de fricción más eficazmente. Por lo tanto, resulta posible contener de forma más fiable el destrenzado de la unidad 10A exterior.

65

De aquí en adelante, se describirá un cable de fibra óptica que no forma parte de la invención reivindicada con referencia a las figuras. Los mismos miembros que en la primera realización se indican con los mismos números de referencia, y se omite su descripción.

5 Como se ilustra en la figura 4, un cable 100A de fibra óptica incluye un núcleo 20 que tiene una pluralidad de unidades 10 de fibra óptica, una vaina 55 que aloja el núcleo 20 en su interior, y un par de miembros 56 de resistencia a la tracción y un par de cuerpos 57 de alambre, que están incrustados en la vaina 55. El núcleo 20 tiene un tubo 54 envolvente que envuelve una pluralidad de unidades 10 de fibra óptica.

10 Definición de dirección

En el cable de fibra óptica, el eje central del cable 100A de fibra óptica se denomina el eje central del cable O. Además, la dirección longitudinal del cable 100 de fibra óptica (dirección longitudinal de la unidad 10 de fibra óptica) se denomina sencillamente la dirección longitudinal. Una sección transversal ortogonal a la dirección longitudinal (una sección transversal ortogonal al eje central del cable O) se denomina sección transversal. En la vista de la sección transversal (figura 4A), la dirección que interseca el eje central del cable O se denomina dirección radial, y la dirección que gira alrededor del eje central del cable O se denomina dirección circunferencial.

15 Cuando el cable 100A de fibra óptica no es circular en la vista de la sección transversal, el eje central del cable O está situado en el centro del cable 100A de fibra óptica.

La vaina 55 tiene una forma cilíndrica centrada en el eje central del cable O. Como material de la vaina 55, se puede usar resina de poliolefina (PO) tal como polietileno (PE), polipropileno (PP), copolímero de etileno y acrilato de etilo (EEA), copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA) y copolímero de etileno y propileno (EP), cloruro de polivinilo (PVC) o similares.

20 Como material del cuerpo 57 de alambre, se puede utilizar una varilla cilíndrica hecha de PP, nailon o similar. Además, el cuerpo 57 de alambre puede estar formado por hilos en los que se trenzan fibras tales como PP o poliéster, y el cuerpo 57 de alambre puede tener capacidad de absorción de agua.

30 El par de cuerpos 57 de alambre está dispuesto para intercalar el núcleo 20 en la dirección radial. Cada cuerpo 57 de alambre está en contacto con la superficie periférica exterior del núcleo 20 (la superficie periférica exterior del tubo 54 envolvente). El número de cuerpos 57 de alambre incrustados en la vaina 55 puede ser 1 o 3 o más.

35 Como material del miembro 56 de resistencia a la tracción, por ejemplo, puede usarse un alambre de metal (tal como alambre de acero), una fibra de tensión (tal como fibra de aramida), FRP o similares.

El par de miembros 56 de resistencia a la tracción está dispuesto para intercalar el núcleo 20 en la dirección radial. Además, el par de miembros 56 de resistencia a la tracción está dispuesto a intervalos en la dirección radial desde el núcleo 20. El número de miembros 56 de resistencia a la tracción incrustados en la vaina 55 puede ser 1 o 3 o más. Además, el miembro 56 de resistencia a la tracción no puede estar incrustado en la vaina 55.

40 Un par de salientes 58 que se proyectan radialmente hacia afuera se forman en la superficie periférica exterior de la vaina 55. El saliente 58 se extiende a lo largo de la dirección longitudinal.

45 El saliente 58 y los cuerpos 57 de alambre están dispuestos en la misma posición en la dirección circunferencial. El saliente 58 sirve como marca cuando se hace una incisión en la vaina 55 para sacar el cuerpo de alambre 57. En lugar del saliente 58, se puede proporcionar una marca que indique la posición del cuerpo 57 de alambre, por ejemplo, haciendo una parte de la vaina 55 de un color diferente al de las otras partes.

50 El núcleo 20 incluye una pluralidad de unidades 10 de fibra óptica, una pluralidad de rellenos 13a a 13d y un tubo 54 envolvente. El tubo 54 envolvente envuelve la unidad 10 de fibra óptica y los rellenos 13a a 13d. Cada una de las unidades 10 de fibra óptica tiene una pluralidad de alambres del núcleo de fibra óptica o hebras de fibra óptica (en lo sucesivo denominados sencillamente fibras 1 ópticas), y un material 2 aglutinante para unir las fibras 1 ópticas. La unidad 10 de fibra óptica y los rellenos 13a a 13d se extienden a lo largo de la dirección longitudinal.

55 La unidad 10 de fibra óptica de la presente realización es una llamada cinta de fibra óptica adherida de forma intermitente y cuando se tira de una pluralidad de fibras 1 ópticas en una dirección ortogonal a la dirección longitudinal, las fibras 1 ópticas están adheridas entre sí para extenderse en forma de malla (forma de telaraña). Específicamente, una fibra 1 óptica está adherida a fibras 1 ópticas adyacentes en ambos lados de las mismas en diferentes posiciones en la dirección longitudinal, y las fibras 1 ópticas adyacentes están separadas entre sí en un intervalo fijo en la dirección longitudinal y están adheridas entre sí.

60 El modo de la unidad 10 de fibra óptica no se limita a la cinta de fibra óptica adherida de forma intermitente y puede cambiarse según convenga. Por ejemplo, la unidad 10 de fibra óptica puede obtenerse sencillamente al unir la pluralidad de fibras 1 ópticas con el material 2 aglutinante.

Como se ilustra en la figura 4, las unidades 10 de fibra óptica están dispuestas para dividirse en dos capas, es decir, una capa radialmente interior y una capa radialmente exterior. En la presente memoria descriptiva, la unidad 10 de fibra óptica situada en la capa más exterior se denomina unidad 10A exterior. Además, la unidad 10 de fibra óptica situada radialmente dentro de la unidad 10A exterior se denomina unidad 10B interior.

En el ejemplo de la figura 4 que no forma parte de la invención reivindicada, tres unidades 10B interiores están trenzadas juntas en forma de SZ o en forma de espiral alrededor del eje central del cable O. Además, las nueve unidades 10A exteriores están trenzadas en forma de SZ alrededor del eje central del cable O para rodear las tres unidades 10B interiores. El número de unidades 10 de fibra óptica se puede cambiar según convenga.

En la vista de la sección transversal, la unidad 10B interior situada en la capa interior tiene forma de abanico, y la unidad 10A exterior situada en la capa más exterior tiene forma cuadrada. Además, la presente invención no se limita al ejemplo ilustrado, se puede utilizar la unidad 10 de fibra óptica que tiene una sección transversal circular, elíptica o poligonal. Además, la forma de la sección transversal de la unidad 10 de fibra óptica puede deformarse. Además, el núcleo 20 puede estar compuesto por una capa (capa de la unidad 10A exterior) sin la unidad 10B interior.

El material 2 aglutinante tiene forma de tira larga y está enrollado alrededor de la pluralidad de fibras 1 ópticas. La fibra 1 óptica está parcialmente expuesta desde el espacio entre los materiales 2 aglutinantes. Por lo tanto, cuando se realiza una incisión en la vaina 55 y se retira el tubo 54 envolvente, resulta posible reconocer visualmente la fibra 1 óptica por el espacio entre los materiales 2 aglutinantes. El material 2 aglutinante está hecho de un material delgado y altamente flexible como la resina. Por lo tanto, incluso en el estado en el que las fibras 1 ópticas están unidas con el material 2 aglutinante, las fibras 1 ópticas se mueven apropiadamente a un espacio libre en la vaina 55 mientras se deforma el material 2 aglutinante. Por lo tanto, la forma de la sección transversal de la unidad 10 de fibra óptica en un producto real puede no estar dispuesta como se ilustra en la figura 4.

El tubo 54 envolvente tiene una forma cilíndrica centrada en el eje central del cable O. La superficie periférica interior del tubo 54 envolvente está en contacto con el extremo radialmente exterior de la unidad 10A exterior. Además, la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente está en contacto con los rellenos 13a. Como el tubo 54 envolvente, se puede utilizar una tela no tejida, un miembro de cinta de plástico o similar. El tubo 54 envolvente puede estar hecho de materiales con capacidad de absorción del agua, tal como una cinta absorbente de agua.

Los rellenos 13a a 13d están formados por un material fibroso tal como fibra de poliéster, fibra de aramida y fibra de vidrio. Los rellenos 13a a 13d pueden ser hilos con capacidad de absorción del agua o similares. En este caso, resulta posible mejorar el rendimiento impermeable dentro del cable 100A de fibra óptica.

En la vista de la sección transversal, los rellenos 13a están intercalados entre las unidades 10A exteriores adyacentes entre sí en la dirección circunferencial y están en contacto con la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente. El relleno 13a está dispuesto entre dos unidades 10A exteriores y el tubo 54 envolvente. Los rellenos 13b están intercalados entre las unidades 10A exteriores adyacentes entre sí en la dirección circunferencial, pero no están en contacto con el tubo 54 envolvente. Los rellenos 13a y 13b están trenzados junto con la unidad 10A exterior en forma de SZ alrededor del eje central del cable O.

Los rellenos 13c están intercalados entre las unidades 10B interiores adyacentes entre sí en la dirección circunferencial. Los rellenos 13c están situados radialmente dentro de los rellenos 13a y 13b, y no están en contacto con la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente. Los rellenos 13c están trenzados junto con la unidad 10B interior en forma de SZ o en forma de espiral alrededor del eje central del cable O. Los rellenos 13c no se pueden disponer.

El relleno 13d está situado en el centro del cable 100A de fibra óptica. En el ejemplo de la figura 4, un relleno 13d está dispuesto coaxialmente con el eje central del cable O. Sin embargo, como se ilustra en la figura 7, una pluralidad de rellenos 13d pueden estar dispuestos en el centro del cable 100A de fibra óptica. Además, los rellenos 13d pueden no estar situados coaxialmente con el eje central del cable O. Los rellenos 13d pueden estar trenzados junto con la unidad 10B interior en forma de SZ o espiral alrededor del eje central del cable O. De forma alternativa, los rellenos 13d pueden no torcerse junto con la unidad 10B interior. Además, los rellenos 13d no se pueden disponer.

Los rellenos 13a y 13b están en contacto con la unidad 10A exterior. Los rellenos 13c y 13d están en contacto con la unidad 10B interior. Aquí, el material 2 aglutinante tiene forma de tira larga y delgada y está enrollado alrededor de un haz de fibras 1 ópticas en forma de espiral, por ejemplo. Por lo tanto, una parte de la fibra 1 óptica que no está cubierta por el material 2 aglutinante en forma de tira está parcialmente en contacto con los rellenos 13a a 13d.

La fibra 1 óptica normalmente tiene una estructura en la que una fibra óptica desnuda formada de vidrio está recubierta con un material de recubrimiento tal como una resina. Por lo tanto, la superficie de la fibra 1 óptica es lisa y el coeficiente de fricción cuando las fibras 1 ópticas entran en contacto entre sí es relativamente pequeño. Por otro

lado, los rellenos 13a a 13d están formados por un material fibroso. Por lo tanto, el coeficiente de fricción cuando los rellenos 13a a 13d están en contacto con las fibras 1 ópticas es mayor que el coeficiente de fricción cuando las fibras 1 ópticas están en contacto entre sí.

5 A partir de lo anterior, resulta posible aumentar la resistencia por fricción cuando las unidades 10 de fibra óptica se mueven entre sí, disponiendo los rellenos 13a a 13d para que queden intercalados entre la pluralidad de unidades 10 de fibra óptica. Esto hace posible contener el movimiento de la unidad 10 de fibra óptica en el cable 100A de fibra óptica.

10 Segunda realización

De aquí en adelante, se describirá un cable de fibra óptica de una segunda realización con referencia a las figuras. Los mismos miembros que en la primera realización se indican con los mismos números de referencia, y se omite su descripción.

15 La figura 5 indica un cable 100B de fibra óptica según la segunda realización. La segunda realización tiene la misma configuración básica que el cable de fibra óptica de la figura 4 que no forma parte de la invención reivindicada, pero el cable 100B de fibra óptica es diferente del cable 100A de fibra óptica de la figura 4 por tener rellenos 3c.

20 En el cable 100B de fibra óptica, el núcleo 20 incluye una pluralidad de unidades 10 de fibra óptica, una pluralidad de rellenos 13a a 13c, 3c y un tubo 54 envolvente. El tubo 54 envolvente envuelve la unidad 10 de fibra óptica y los rellenos 13a a 13c, 3c. El relleno 3c está intercalado entre una unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente. Los rellenos 3c están trenzados junto con la unidad 10A exterior en forma de SZ.

25 Los rellenos 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente y la unidad 10A exterior. Además, una parte de la fibra 1 óptica que no está cubierta por el material 2 aglutinante en forma de tira está parcialmente en contacto con el relleno 3c.

30 Además, en la vista de la sección transversal, los rellenos 3c pueden situarse en la línea recta L que pasa por el punto central X de la unidad 10A exterior y el eje central del cable O.

35 Incidentalmente, en la segunda realización, la unidad 10A exterior está trenzada en forma de SZ. Como resultado, cuando se doblan los cables 100A y 100B de fibra óptica, resulta posible mejorar la trabajabilidad de la ramificación del tramo medio, mientras se suprime la acción de tensión o deformación sobre la fibra 1 óptica incluida en la unidad 10A exterior.

40 Por otro lado, cuando la unidad 10A exterior se trenza en forma de SZ, es un problema contener el destrenzado de la unidad 10A exterior. Cuando una fuerza de compresión actúa sobre los cables 100A y 100B de fibra óptica, también se requiere contener la presión lateral que actúa sobre la unidad 10A exterior.

45 Por lo tanto, en la segunda realización, se optimizan las cantidades de rellenos 13a y 13b dispuestos entre las unidades 10A exteriores y los rellenos 3c dispuestos entre una unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente. De aquí en adelante, se describirá la segunda realización con referencia a ejemplos específicos.

45 Posiciones de rellenos

50 En primer lugar, se describirá el resultado de comprobar el efecto de disponer los rellenos 13a y 13b entre las unidades 10A exteriores. Aquí, se preparan ocho cables de fibra óptica (Ejemplos 6 a 8 y ejemplos comparativos 2 a 5) que se muestran en la Tabla 2. En los ejemplos 6 a 8 y los ejemplos comparativos 2 a 5, se utilizan hilos absorbentes de agua como rellenos 13a a 13d.

Tabla 2

	Número de rellenos (piezas)				Ángulo de ajuste [°]	Ángulo de introducción [°]	Determinación
	13a	13b	13c	13d			
Ejemplo 6	5	0	3	0	±500	±150	OK
Ejemplo 7	1	0	3	4	±600	±150	OK
Ejemplo 8	1	4	3	0	±500	±150	OK
Ejemplo comparativo 2	0	0	3	5	±600	±75	NG
Ejemplo comparativo 3	0	0	6	2	±600	±75	NG

	Número de rellenos (piezas)				Ángulo de ajuste [°]	Ángulo de introducción [°]	Determinación
	13a	13b	13c	13d			
Ejemplo comparativo 4	0	0	3	0	±600	±70	NG
Ejemplo comparativo 5	0	4	3	1	±600	±90	NG

Ejemplo 6

- 5 Como ejemplo 6, se prepara un cable de fibra óptica en el que se proporcionan cinco rellenos 13a y tres rellenos 13c. El ángulo de ajuste es de ±500°.

Ejemplo 7

- 10 Como ejemplo 7, se prepara un cable de fibra óptica en el que se proporcionan un relleno 13a, tres rellenos 13c y cuatro rellenos 13d como se ilustra en la figura 7. Entre los cuatro rellenos 13d, un relleno está dispuesto coaxialmente con el eje central del cable O, y los tres rellenos restantes están dispuestos a lo largo de la circunferencia del único relleno. El ángulo de ajuste es de ±600°.

15 Ejemplo 8

Como ejemplo 8, se prepara un cable de fibra óptica en el que se proporcionan un relleno 13a, cuatro rellenos 13b y tres rellenos 13c como se ilustra en la figura 8. No se proporcionan rellenos 13d. El ángulo de ajuste es de ±500°.

20 Ejemplo comparativo 2

Como ejemplo comparativo 2, se prepara un cable 100A de fibra óptica provisto de tres rellenos 13c y cinco rellenos 13d sin rellenos 13a y 13b. El ángulo de ajuste es de ±600°.

25 Ejemplo comparativo 3

Como ejemplo comparativo 3, se prepara un cable 100A de fibra óptica en el que se cambia el número de rellenos 13c y 13d del ejemplo comparativo 2. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo comparativo 2.

30 Ejemplo comparativo 4

Como ejemplo comparativo 4, se prepara un cable 100A de fibra óptica en el que se cambia el número de rellenos 13c y 13d del ejemplo comparativo 2. Se proporcionan tres rellenos 13c y no se proporcionan rellenos 13d. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo comparativo 2.

35 Ejemplo comparativo 5

Como ejemplo comparativo 5, se prepara un cable 100A de fibra óptica en el que se cambia el número de rellenos 13b a 13d del ejemplo comparativo 2. Se proporcionan cuatro rellenos 13b, tres rellenos 13c y un relleno 13d. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo comparativo 2.

45 La Tabla 2 muestra los resultados de comprobar el ángulo de trenzado SZ (ángulo de introducción) realmente introducido en la unidad 10A exterior, para los cables de fibra óptica de los ejemplos 6 a 8 y los ejemplos comparativos 2 a 5. El cable de fibra óptica fabricado se corta a intervalos predeterminados en la dirección longitudinal, y la posición de una fibra óptica o unidad de fibra óptica específica en la dirección circunferencial se mide en cada superficie de corte. El ángulo de rotación de una fibra óptica específica o unidad de fibra óptica con respecto al eje central del cable O se define como el ángulo de introducción. Cuanto mayor sea la diferencia entre el ángulo de ajuste y el ángulo de introducción, mayor será el destrenzado de la unidad 10A exterior.

50 En el campo "Determinación" de la Tabla 2, el resultado es bueno (OK) cuando el ángulo de introducción es de ±135° o más, y el resultado es insuficiente (NG) cuando el ángulo de introducción es inferior a ±135°. La razón por la que el criterio de determinación es que el ángulo de introducción sea de ±135° o más es la siguiente. Por ejemplo, en el caso de que la unidad 10A exterior no está trenzada, cuando el cable de fibra óptica está doblado, la unidad 10A exterior se comprime dentro de la curvatura del cable de fibra óptica y se estira fuera de la curvatura del cable de fibra óptica. Por otro lado, cuando la unidad 10A exterior se trenza en forma de SZ con un ángulo de introducción de ±135° o más, una unidad 10A exterior se dispone de forma fiable tanto en la parte comprimida como en la parte estirada. Dado que se cumple el ángulo de introducción de ±135° o más, resulta posible cancelar la tensión y la compresión que actúan sobre la unidad 10A exterior y contener la tensión o deformación que actúa sobre la fibra 1 óptica.

5 Como se muestra en la Tabla 2, resulta posible hacer que los ángulos de introducción de los ejemplos 6 a 8 sean mayores que los ángulos de introducción de los ejemplos comparativos 2 a 5. Además, en los ejemplos 6 a 8, el ángulo de introducción es de $\pm 135^\circ$ o más, y se obtienen buenos resultados. Esto se debe a que los rellenos 13a están en contacto con el tubo 54 envolvente, y la fuerza de fricción entre los rellenos 13a y el tubo 54 envolvente puede contener la unidad 10A exterior del destrenzado.

10 A partir de la comparación entre los ejemplos 6 a 8 y los ejemplos comparativos 2 a 5, se comprueba que los rellenos 13a en contacto con el tubo 54 envolvente pueden contener el destrenzado de la unidad 10A exterior situada en la capa más exterior.

Además, a partir de la comparación entre el ejemplo 8 y el ejemplo comparativo 5, se comprueba que resulta posible obtener un gran efecto de contención del destrenzado al proporcionar al menos un relleno 13a.

15 Además, a partir de la comparación entre el ejemplo 7 y el ejemplo 8, el relleno 13b intercalado entre las unidades 10A exteriores tiene un efecto más eficaz de contención del destrenzado que el relleno 13d intercalado entre las unidades 10B interiores.

20 Además, a partir de los ejemplos comparativos 2 a 5, se comprueba que el efecto de contención del destrenzado se ve menos afectado por el cambio en el número y la disposición de los rellenos 13b a 13d.

25 Además, en el cable 100B de fibra óptica de la tercera realización, los rellenos 3c están dispuestos además de los rellenos 13a y 13b. El relleno 3c está intercalado entre una unidad 10A exterior y el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, es menos probable que los rellenos 3c se muevan radialmente hacia adentro, y resulta posible mantener de forma más fiable el estado en el que los rellenos 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente. Así, resulta posible convertir eficazmente la fuerza que la unidad 10A exterior tiende a expandir radialmente hacia fuera en una fuerza de fricción, y obtener un efecto de contención del destrenzado más fiable.

30 A continuación, se describirá el resultado de examinar la densidad óptima cuando se proporcionan los rellenos 13a, 13b y 3c.

35 Aquí, se usa el parámetro de "Densidad del relleno de la capa exterior D". La densidad del relleno de la capa exterior D es la densidad de los rellenos intercalados entre las unidades 10A exteriores entre la pluralidad de unidades 10 de fibra óptica incluidas en el núcleo.

40 Aquí, la densidad D de relleno de la capa exterior se describirá con más detalle con referencia a la figura 6 que muestra un cable de fibra óptica que no forma parte de la invención reivindicada. El círculo virtual C1 ilustrado en la figura 6 es un arco que conecta los extremos radialmente interiores de la pluralidad de unidades 10A exteriores situadas en la capa más exterior. El círculo virtual C2 es un arco que conecta los extremos radialmente exteriores de la pluralidad de unidades 10A exteriores situadas en la capa más exterior. El círculo virtual C2 se superpone sustancialmente a la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente.

45 La dimensión r_1 es el radio del círculo virtual C1 y la dimensión r_2 es el radio del círculo virtual C2. En otras palabras, la dimensión r_1 es la distancia entre el extremo radialmente interior de la unidad 10A exterior situada en la capa más exterior y el eje central del cable O. La dimensión r_2 es la distancia entre el extremo radialmente exterior de la unidad 10A exterior situada en la capa más exterior (la superficie circunferencial interior del tubo 54 envolvente) y el eje central del cable O.

50 Con respecto a la pluralidad de unidades 10A exteriores situadas en la capa más exterior, las posiciones de los extremos radialmente interiores pueden no ser uniformes (el círculo virtual C1 en la figura 6 no es circular). En ese caso, el valor medio de la distancia entre el extremo radialmente interior de cada unidad 10A exterior y el eje central del cable O se define como la dimensión r_1 . Lo mismo se aplica cuando el círculo virtual C2 no es circular. Es decir, el valor medio de la distancia entre el extremo radialmente exterior de cada unidad 10A exterior y el eje central del cable O se define como la dimensión r_2 .

55 Aquí, los estados trenzados son diferentes en la capa exterior (capa de la unidad 10A exterior) y la capa interior (capa de la unidad 10B interior). Además, los rellenos 13a, 13b y 3c situados en la capa más exterior y los rellenos 13c y 13d situados en la capa interior tienen funciones diferentes. Más específicamente, los rellenos 13a y 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente para contener el destrenzado. Además, aunque los rellenos 13b no entran en contacto con el tubo 54 envolvente, los rellenos 13b están intercalados entre las unidades 10A exteriores y tienen el efecto de contener el movimiento relativo de las unidades 10A exteriores. Por otro lado, dado que los rellenos 13c y 13d no están en contacto con el tubo 54 envolvente y no están intercalados entre las unidades 10A exteriores, el efecto de contener el destrenzado de la unidad 10A exterior es pequeño. Por lo tanto, para los rellenos 13a, 13b y 3c dispuestos en la capa más exterior, es preferible ajustar la densidad en la capa más exterior en un valor apropiado.

65

Por lo tanto, el área de la sección transversal A de la capa más exterior se define mediante la siguiente ecuación (1). En otras palabras, el área de la sección transversal A es el área de la región rodeada por el círculo virtual C1 y el círculo virtual C2.

$$A = \pi \times r_2^2 - \pi \times r_1^2 \dots (1)$$

Además, la densidad del relleno de la capa exterior D se define mediante la siguiente ecuación (2).

$$D = S \div A \dots (2)$$

En la ecuación (2), S es la suma de las áreas de la sección transversal de los rellenos 13a, 13b y 3c dispuestos en la región entre los círculos virtuales C1 y C2. En otras palabras, S es la suma de las áreas de la sección transversal de las partes de los rellenos 13a a 13d y 3c que están dispuestos en una región cuya distancia desde el eje central del cable O está en un intervalo de r1 a r2. La ecuación (2) también se puede expresar como la siguiente ecuación (2)'.

$$D = S \div (\pi \times r_2^2 - \pi \times r_1^2) \dots (2)'$$

La Tabla 2 muestra los resultados de preparar una pluralidad de cables de fibra óptica al cambiar la densidad del relleno de la capa exterior D.

Tabla 3

D	Ángulo de ajuste	Ángulo de introducción	Pérdida de transmisión	Determinación global
0,00	±600°	±75°	OK	NG
0,05	±600°	±135°	OK	OK
0,10	±600°	±150°	OK	OK
0,15	±600°	±150°	OK	OK
0,20	±600°	±150°	OK	OK
0,25	±600°	±160°	NG	NG

"Pérdida de transmisión" en la Tabla 3 muestra los resultados de la medición según ICEA S-87-640-2016. Más específicamente, para la fibra óptica monomodo, el resultado es bueno (OK) cuando la pérdida de transmisión a una longitud de onda de 1550 nm es inferior a 0,30 dB/km, y el resultado es insuficiente (NG) cuando la pérdida de transmisión es de 0,30 dB/km o más.

La "determinación global" de la Tabla 3 se considera buena (OK) cuando los resultados tanto del ángulo de introducción como de la pérdida de transmisión son buenos. El criterio de determinación para el ángulo de introducción es que es bueno cuando el ángulo de introducción es de ±135° o más.

Como se muestra en la Tabla 3, en el caso de 0,05 < D < 0,20, la determinación global es buena.

Por otro lado, en el caso de D = 0,00, la pérdida de transmisión es buena, pero el ángulo de introducción es menor que el valor de referencia (±135°), por lo que la determinación global es insuficiente. Esto se debe a que los rellenos 13a y 3c no están dispuestos y no se puede contener el destrenzado.

Además, en el caso de D = 0,25, el ángulo de introducción es bueno, pero la pérdida de transmisión es igual o superior al valor de referencia (0,30 dB/km), por lo que la determinación global es insuficiente. Esto se debe a que la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica de la unidad 10A exterior aumenta bastante al disponer los rellenos 13a y 3c en exceso.

A partir de los resultados anteriores, se encuentra que al ajustar la densidad del relleno de la capa exterior D a 0,05 o más y 0,20 o menos, resulta posible contener la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica para que sea pequeña mientras se suprime el destrenzado de la unidad 10A exterior.

Además, incluso cuando los rellenos 3c se disponen como en la tercera realización, al ajustar la densidad del relleno de la capa exterior D a 0,05 o más y 0,20 o menos, resulta posible contener la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica para que sea pequeña mientras se suprime el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

Como se describe anteriormente, el cable 100B de fibra óptica incluye: una pluralidad de unidades 10 de fibra óptica, cada una de las cuales tiene una pluralidad de fibras ópticas; un tubo 54 envolvente que envuelve la pluralidad de unidades 10 de fibra óptica; al menos un relleno 3c dispuesto dentro del tubo 54 envolvente; y una vaina 55 que recubre el tubo 54 envolvente, en la que una pluralidad de unidades 10A exteriores incluidas en la pluralidad de

unidades 10 de fibra óptica que se encuentran en una capa más exterior están trenzadas en forma de SZ alrededor de un eje central del cable O, y el relleno 3c está intercalado entre una de las unidades 10A exteriores y el tubo 54 envolvente en una vista de la sección transversal.

5 Según esta configuración, cuando el haz de la unidad 10 de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia fuera, los rellenos 13a y 3c se comprimen en la dirección radial entre la unidad 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente. Es decir, los rellenos 13a y 3c trenzados junto con la unidad 10A de fibra óptica se presionan contra el tubo 54 envolvente. Dado que los rellenos 13a y 3c están formados por un material fibroso, el coeficiente de fricción entre la fibra 1 óptica y los rellenos 13a y 3c, y el coeficiente de fricción entre los rellenos 13a y 3c y el tubo 54 envolvente son mayores que el coeficiente de fricción entre la fibra 1 óptica y el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, la fuerza de fricción generada cuando la unidad 10A de fibra óptica se presiona contra el tubo 54 envolvente con los rellenos 13a y 3c intercalados entre ellos es mayor que la fuerza de fricción generada cuando la unidad 10A de fibra óptica se presiona directamente contra el tubo 54 envolvente.

15 Es decir, cuando la unidad 10A de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia afuera, los rellenos 13a y 3c generan una gran fuerza de fricción. A causa de esta fuerza de fricción, es menos probable que la unidad 10A de fibra óptica se mueva con respecto al tubo 54 envolvente, y resulta posible contener el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

20 Además, en la vista de la sección transversal, el relleno 3c está rodeado por una unidad 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, cuando el haz de la unidad 10 de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia afuera, los rellenos 3c se intercalan de forma más fiable entre la unidad 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente. Además, la unidad 10A de fibra óptica impide que los rellenos 3c se muevan radialmente hacia adentro, de modo que resulta posible mantener de forma más fiable el estado en el que los rellenos 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente.

Además, en la vista de la sección transversal, el relleno 3c puede situarse en una línea recta que pasa por el eje central del cable O y el punto central X de una unidad 10A de fibra óptica.

30 Con esta configuración, resulta posible convertir más eficazmente la fuerza que la unidad 10A de fibra óptica tiende a expandir radialmente hacia afuera en una fuerza de fricción. Por lo tanto, resulta posible contener de forma más fiable el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

35 Además, cuando la distancia entre el extremo radialmente interior de la unidad 10A exterior y el eje central del cable O es r_1 , la distancia entre el extremo radialmente exterior de la unidad 10A exterior y el eje central del cable O es r_2 , y S es la suma de las áreas de la sección transversal de las partes de rellenos dispuestos en una región cuya distancia desde el eje central del cable está en un intervalo de r_1 a r_2 , la densidad del relleno de la capa exterior D representada por $D = S \div (\pi \times r_2^2 - \pi \times r_1^2)$ puede ser 0,05 o más y 0,20 o menos.

40 Así, resulta posible contener la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica hasta un valor pequeño mientras se suprime el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

45 Cabe destacar que el alcance técnico de la presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, y se pueden realizar diversas modificaciones sin apartarse del espíritu de la presente invención. Por ejemplo, en el ejemplo de la figura 5, el núcleo 20 incluye una unidad 10 de fibra óptica de dos capas. Sin embargo, el número de capas de la unidad de fibra óptica incluidas en el núcleo 20 puede ser 1, 3 o más.

50 Además, cuando el núcleo 20 incluye una pluralidad de capas de unidades de fibra óptica, no se pueden disponer rellenos entre las unidades de fibra óptica (unidad 10B interior en los ejemplos de las figuras 4 y 5) incluidas en las capas distintas de la capa más exterior.

55 Además, en el cable 100B de fibra óptica, se puede disponer una pluralidad de rellenos 13d en el centro del cable. Los rellenos 13d no se pueden situar coaxialmente con el eje central del cable O. Los rellenos 13d no se pueden disponer.

De aquí en adelante, se describirá un cable de fibra óptica que no forma parte de la invención reivindicada con referencia a las figuras. Los mismos miembros que en la primera realización se indican con los mismos números de referencia, y se omite su descripción.

60 Como se ilustra en la figura 9, un cable 100C de fibra óptica incluye un núcleo 20 que tiene una pluralidad de unidades 10A, 10B de fibra óptica, una vaina 55 que aloja el núcleo 20 en su interior, y un par de miembros 56 de resistencia a la tracción y un par de cuerpos 57 de alambre, que están incrustados en la vaina 55. El núcleo 20 tiene un tubo 54 envolvente que envuelve una pluralidad de unidades 10A y 10B de fibra óptica.

65 Definición de dirección

En el presente cable de fibra óptica que no forma parte de la invención reivindicada, el eje central del cable 100C de fibra óptica se denomina el eje central del cable O. Además, la dirección longitudinal del cable 100C de fibra óptica (dirección longitudinal de las unidades 10A y 10B de fibra óptica) se denomina sencillamente la dirección longitudinal. Una sección transversal ortogonal a la dirección longitudinal se llama sección transversal. En la vista de la sección transversal (figura 9A), la dirección que interseca el eje central del cable O se denomina dirección radial, y la dirección que gira alrededor del eje central del cable O se denomina dirección circunferencial.

Cuando el cable 100C de fibra óptica no es circular en la vista de la sección transversal, el eje central del cable O está situado en el centro del cable 100C de fibra óptica.

La vaina 55 tiene una forma cilíndrica centrada en el eje central del cable O. Como material de la vaina 55, se puede usar resina de poliolefina (PO) tal como polietileno (PE), polipropileno (PP), copolímero de etileno y acrilato de etilo (EEA), copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA) y copolímero de etileno y propileno (EP), cloruro de polivinilo (PVC) o similares.

Como material del cuerpo 57 de alambre, se puede utilizar una varilla cilíndrica hecha de PP, nailon o similar. Además, el cuerpo 57 de alambre puede estar formado por hilos en los que se trenzan fibras tales como PP o poliéster, y el cuerpo 57 de alambre puede tener capacidad de absorción de agua.

El par de cuerpos 57 de alambre está dispuesto para intercalar el núcleo 20 en la dirección radial. Cada cuerpo 57 de alambre está en contacto con la superficie periférica exterior del núcleo 20 (la superficie periférica exterior del tubo 54 envolvente). El número de cuerpos 57 de alambre incrustados en la vaina 55 puede ser 1 o 3 o más.

Como material del miembro 56 de resistencia a la tracción, por ejemplo, puede usarse un alambre de metal (tal como alambre de acero), una fibra de tensión (tal como fibra de aramida), FRP o similares.

El par de miembros 56 de resistencia a la tracción está dispuesto para intercalar el núcleo 20 en la dirección radial. Además, el par de miembros 56 de resistencia a la tracción está dispuesto a intervalos en la dirección radial desde el núcleo 20. El número de miembros 56 de resistencia a la tracción incrustados en la vaina 55 puede ser 1 o 3 o más. Además, el miembro 56 de resistencia a la tracción no puede estar incrustado en la vaina 55.

Un par de salientes 58 que se proyectan radialmente hacia afuera se forman en la superficie periférica exterior de la vaina 55. El saliente 58 se extiende a lo largo de la dirección longitudinal.

El saliente 58 y los cuerpos 57 de alambre están dispuestos en la misma posición en la dirección circunferencial. El saliente 58 sirve como marca cuando se hace una incisión en la vaina 55 para sacar el cuerpo de alambre 57. En lugar del saliente 58, se puede proporcionar una marca que indique la posición del cuerpo 57 de alambre, por ejemplo, haciendo una parte de la vaina 55 de un color diferente al de las otras partes.

El núcleo 20 incluye una pluralidad de unidades 10A y 10B de fibra óptica, una pluralidad de rellenos 23a a 23c y un tubo 54 envolvente. El tubo 54 envolvente envuelve las unidades 10A y 10B de fibra óptica y los rellenos 23a a 23c. Cada una de las unidades 10A, 10B de fibra óptica tiene una pluralidad de alambres del núcleo de fibra óptica o hebras de fibra óptica (en lo sucesivo denominados sencillamente fibra 1 óptica), y un material 2 aglutinante para unir las fibras 1 ópticas. Las unidades 10A y 10B de fibra óptica y los rellenos 23a a 23c se extienden a lo largo de la dirección longitudinal.

Las unidades 10A y 10B de fibra óptica de la presente realización es una llamada cinta de fibra óptica adherida de forma intermitente y cuando se tira de una pluralidad de fibras 1 ópticas en una dirección ortogonal a la dirección longitudinal, las fibras 1 ópticas están adheridas entre sí para extenderse en forma de malla (forma de telaraña). Específicamente, una fibra 1 óptica está adherida a fibras 1 ópticas adyacentes en ambos lados de las mismas en diferentes posiciones en la dirección longitudinal, y las fibras 1 ópticas adyacentes están separadas entre sí en un intervalo fijo en la dirección longitudinal y están adheridas entre sí.

Los modos de las unidades 10A y 10B de fibra óptica no se limitan a la cinta de fibra óptica adherida de forma intermitente y pueden cambiarse según convenga. Por ejemplo, las unidades 10A, 10B de fibra óptica pueden ser sencillamente una agrupación de una la pluralidad de fibras 1 ópticas con un material 2 aglutinante.

Como se ilustra en la figura 9, las unidades 10A y 10B de fibra óptica que no forman parte de la invención reivindicada se dividen en dos capas, es decir, una capa radialmente interior y una capa radialmente exterior. La unidad 10A de fibra óptica está situada en la capa más exterior. La unidad 10B de fibra óptica está situada en una capa dentro de la capa más exterior (en lo sucesivo denominada capa interior). La unidad 10B de fibra óptica está situada radialmente dentro de la unidad 10A de fibra óptica. La unidad 10A de fibra óptica situada en la capa más exterior también se denomina unidad 10A exterior. Además, la unidad 10B de fibra óptica distinta de la unidad 10A de fibra óptica también se denomina unidad 10B interior. En el ejemplo de la figura 9, tres unidades 10B de fibra óptica están trenzadas juntas en forma de SZ o en forma de espiral. Además, nueve unidades 10A de fibra óptica

están trenzadas en forma de SZ para rodear las tres unidades 10B de fibra óptica. Los números de unidades 10A y 10B de fibra óptica se pueden cambiar según convenga.

5 En la vista de la sección transversal, la unidad 10B de fibra óptica situada en la capa interior tiene forma de abanico, y la unidad 10A de fibra óptica situada en la capa más exterior tiene forma cuadrada. Además, la presente invención no se limita al ejemplo ilustrado, se pueden utilizar las unidades 10A y 10B de fibra óptica que tienen una sección transversal circular, elíptica o poligonal. Además, el núcleo 20 puede estar compuesto por una capa (capa de la unidad 10A de fibra óptica) sin la unidad 10B de fibra óptica.

10 El material 2 aglutinante tiene forma de tira larga y está enrollado alrededor de la pluralidad de fibras 1 ópticas. La fibra 1 óptica está parcialmente expuesta desde el espacio entre los materiales 2 aglutinantes. Por lo tanto, cuando se realiza una incisión en la vaina 55 y se retira el tubo 54 envolvente, resulta posible reconocer visualmente la fibra 1 óptica por el espacio entre los materiales 2 aglutinantes. El material 2 aglutinante está hecho de un material delgado y altamente flexible como la resina. Por lo tanto, incluso en el estado en el que las fibras 1 ópticas están unidas con el material 2 aglutinante, las fibras 1 ópticas se mueven apropiadamente a un espacio libre en la vaina 55 mientras se deforma el material 2 aglutinante. Por lo tanto, las formas de la sección transversal de las unidades 10A y 10B de fibra óptica en el producto real pueden no estar dispuestas como se ilustra en la figura 9.

20 El tubo 54 envolvente tiene una forma cilíndrica centrada en el eje central del cable O. La superficie periférica interior del tubo 54 envolvente está en contacto con el extremo radialmente exterior de la unidad 10A de fibra óptica. Además, la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente está en contacto con el relleno 23a. Como el tubo 54 envolvente, se puede utilizar una tela no tejida, un miembro de cinta de plástico o similar. El tubo 54 envolvente puede estar hecho de materiales con capacidad de absorción del agua, tal como una cinta absorbente de agua.

25 Los rellenos 23a a 23c están formados por un material fibroso tal como fibra de poliéster, fibra de aramida y fibra de vidrio. Los rellenos 23a a 23c pueden ser hilos con capacidad de absorción del agua o similares. En este caso, resulta posible mejorar el rendimiento impermeable dentro del cable 100C de fibra óptica.

30 En la vista de la sección transversal, los rellenos 23a están intercalados entre las unidades 10A de fibra óptica adyacentes entre sí en la dirección circunferencial y están en contacto con la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente. Los rellenos 23a están dispuestos entre las dos unidades 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente.

35 Los rellenos 23b están intercalados entre las unidades 10A de fibra óptica adyacentes entre sí en la dirección circunferencial.

40 Los rellenos 23b están situados radialmente dentro de los rellenos 23a y no están en contacto con la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente. Los rellenos 23a y 23b están trenzados juntos con la unidad 10A de fibra óptica en forma de SZ. Los rellenos 23a y los rellenos 23b están dispuestos en la misma posición en la dirección circunferencial. Sin embargo, la posición del relleno 23b en la dirección circunferencial puede ser diferente de la posición del relleno 23a en la dirección circunferencial.

Los rellenos 23c están intercalados entre las unidades 10B de fibra óptica adyacentes entre sí en la dirección circunferencial.

45 Los rellenos 23c están situados radialmente dentro de los rellenos 23a y 23b, y no están en contacto con la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente. Los rellenos 23c están trenzados junto con la unidad 10B de fibra óptica en forma de SZ o en forma de espiral. Los rellenos 23c no se pueden disponer.

50 Los rellenos 23a y 23b están en contacto con la unidad 10A de fibra óptica. Los rellenos 23c están en contacto con la unidad 10B de fibra óptica. Aquí, el material 2 aglutinante tiene forma de tira larga y delgada y está enrollado alrededor de un haz de fibras 1 ópticas en forma de espiral, por ejemplo. Por lo tanto, una parte de la fibra 1 óptica que no está cubierta por el material 2 aglutinante en forma de tira está parcialmente en contacto con los rellenos 23a a 23c.

55 La fibra 1 óptica normalmente tiene una estructura en la que una fibra óptica desnuda formada de vidrio está recubierta con un material de recubrimiento tal como una resina. Por lo tanto, la superficie de la fibra 1 óptica es lisa y el coeficiente de fricción cuando las fibras 1 ópticas entran en contacto entre sí es relativamente pequeño. Por otro lado, los rellenos 23a a 23c están formados por un material fibroso. Por lo tanto, el coeficiente de fricción cuando los rellenos 23a a 23c están en contacto con las fibras 1 ópticas es mayor que el coeficiente de fricción cuando las fibras 1 ópticas están en contacto entre sí.

60 A partir de lo anterior, resulta posible aumentar la resistencia por fricción cuando las unidades 10A y 10B de fibra óptica se mueven entre sí, disponiendo los rellenos 23a a 23c para que queden intercalados entre la pluralidad de unidades 10A y 10B de fibra óptica. Esto hace posible contener el movimiento de las unidades 10A y 10B de fibra óptica en el cable 100C de fibra óptica.

65

Incidentalmente, en la presente realización, la unidad 10A de fibra óptica está trenzada en forma de SZ. Como resultado, cuando se dobla el cable 100C de fibra óptica, resulta posible mejorar la trabajabilidad de la ramificación del tramo medio, mientras se suprime la acción de tensión o deformación sobre la fibra 1 óptica incluida en la unidad 10A de fibra óptica.

5 Por otro lado, cuando la unidad 10A de fibra óptica se trenza en forma de SZ, es un problema contener el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica. Cuando una fuerza de compresión actúa sobre el cable 100C de fibra óptica, también se requiere contener la presión lateral que actúa sobre la unidad 10A de fibra óptica.

10 Por lo tanto, en la presente realización, los rellenos 23a (segundo relleno) y los rellenos 23b (tercer relleno) están trenzados junto con la unidad 10A de fibra óptica. Los rellenos 23a están en contacto con el tubo 54 envolvente mientras están intercalados entre las unidades 10A de fibra óptica, y los rellenos 23b están situados entre las unidades 10A de fibra óptica radialmente dentro de los rellenos 23a.

15 Según esta configuración, dado que los rellenos 23a están en contacto con el tubo 54 envolvente, es menos probable que se produzca el destrenzado en comparación con el caso en el que solo la unidad 10A de fibra óptica está en contacto con el tubo 54 envolvente. Esto se debe a que la fuerza de fricción que actúa entre los rellenos 23a y el tubo 54 envolvente es mayor que la fuerza de fricción que actúa entre la unidad 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente. Más específicamente, dado que los rellenos 23a están formados por un material fibroso, el coeficiente de fricción entre los rellenos 23a y el tubo 54 envolvente es elevado.

20 Además, además de los rellenos 23a, los rellenos 23b están dispuestos entre las unidades 10A de fibra óptica. La presencia de los rellenos 23b impide que los rellenos 23a se muevan radialmente hacia adentro, y resulta posible mantener de forma más fiable el estado en el que los rellenos 23a están en contacto con el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, resulta posible lograr de forma más fiable el efecto de contener el destrenzado con los rellenos 23a.

25 Además, los rellenos 23a y los rellenos 23b están dispuestos en la misma posición en la dirección circunferencial. Con esta configuración, resulta posible contener de forma más fiable el movimiento de los rellenos 23a radialmente hacia dentro. Además, los rellenos 23a y 23b están dispuestos entre las unidades 10A de fibra óptica de forma bien equilibrada. Así, cuando una fuerza de compresión actúa sobre el cable 100C de fibra óptica, resulta posible reducir la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica incluida en la unidad 10A de fibra óptica, con los rellenos 23a y 23b que actúan como materiales de amortiguación.

30 Además, la unidad 10A de fibra óptica tiene un material 2 aglutinante enrollado alrededor de las fibras 1 ópticas, y las fibras 1 ópticas están parcialmente expuestas desde el espacio entre los materiales 2 aglutinantes. Por lo tanto, en el trabajo de ramificación del tramo medio, resulta posible reconocer visualmente fácilmente la fibra 1 óptica haciendo una incisión en la vaina 55 y retirando el tubo 54 envolvente, y se mejora la trabajabilidad.

35 Tercera realización

40 De aquí en adelante, se describirá un cable de fibra óptica de una tercera realización con referencia a las figuras. Los mismos miembros que en la primera realización se indican con los mismos números de referencia, y se omite su descripción.

45 La figura 10 ilustra un cable 100D de fibra óptica según la tercera realización. La tercera realización tiene la misma configuración básica que el cable de fibra óptica mostrado en la figura 9, pero el cable 100D de fibra óptica es diferente del cable 100C de fibra óptica de la figura 9 porque tiene rellenos 3c.

50 En el cable 100D de fibra óptica, el núcleo 20 incluye una pluralidad de unidades 10A y 10B de fibra óptica, una pluralidad de rellenos 23a a 23c, 3c y un tubo 54 envolvente. El tubo 54 envolvente envuelve las unidades 10A y 10B de fibra óptica y los rellenos 23a a 23c y 3c.

55 El relleno 3c está intercalado entre una unidad 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente. Los rellenos 3c están trenzados junto con la unidad 10A de fibra óptica en forma de SZ.

60 Los rellenos 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente y la unidad 10A de fibra óptica. Además, una parte de la fibra 1 óptica que no está cubierta por el material 2 aglutinante en forma de tira está parcialmente en contacto con el relleno 3c. Además, en la vista de la sección transversal, los rellenos 3c pueden situarse en la línea recta L que pasa por el punto central X de la unidad 10A de fibra óptica y el eje central del cable O.

65 Ejemplos

De aquí en adelante, se describirá la tercera realización con referencia a ejemplos específicos. La presente invención no se limita los ejemplos siguientes.

En el presente ejemplo, se examinan la disposición óptima y la cantidad de rellenos.

Ejemplo 9

5 Como ejemplo 9, se prepara un cable de fibra óptica que tiene una estructura de sección transversal como se ilustra en la figura 9.

10 El número de fibras 1 ópticas incluidas en cada unidad 10A y 10B de fibra óptica es 144. Tres unidades 10B de fibra óptica están trenzadas en forma de SZ, y nueve unidades 10A de fibra óptica están trenzadas en forma de SZ en la circunferencia exterior de las mismas. Es decir, el número total de unidades 10A y 10B de fibra óptica es 12 y el número total de fibras 1 ópticas es 1728. Los hilos absorbentes de agua se utilizan como rellenos 23a, 23b y 23c. Se disponen un relleno 23a, ocho rellenos 23b y tres rellenos 23c.

15 Las unidades 10A y 10B de fibra óptica se trenzan con el ángulo de ajuste del dispositivo de trenzado (oscilador) establecido en $\pm 600^\circ$. El "ángulo de ajuste" está en un intervalo de ángulos en los que el oscilador oscila. Por ejemplo, cuando el ángulo establecido es de $\pm 600^\circ$, el oscilador repite la operación de oscilar 600° en sentido horario y luego oscilar 600° en sentido antihorario. De esta manera, las unidades de fibra óptica trenzadas 10A y 10B se envuelven con un tubo 54 envolvente y luego se cubren con una vaina 55 para preparar un cable de fibra óptica.

20 Ejemplo 10

Como ejemplo 10, se prepara un cable de fibra óptica en el que se cambia el número de rellenos 23a y 23b del ejemplo 9. Se disponen tres rellenos 23a, seis rellenos 23b y tres rellenos 23c. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo 9.

25 Ejemplo 11

30 Como ejemplo 11, se prepara un cable de fibra óptica que tiene una estructura de sección transversal como se ilustra en la figura 10. El cable de fibra óptica del ejemplo 11 tiene el número de rellenos 23a y 23b cambiado con respecto al del ejemplo 9 e incluye además los rellenos 3c. Se disponen un relleno 23a, siete rellenos 23b, tres rellenos 23c y un relleno 3c. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo 9.

Ejemplo comparativo 6

35 Como ejemplo comparativo 6, se prepara un cable 100C de fibra óptica provisto de los rellenos 23b y 23c sin los rellenos 23a. Se disponen nueve rellenos 23b y tres rellenos 23c. Las demás condiciones son las mismas que en el ejemplo 9.

40 La Tabla 4 muestra los resultados de comprobar el ángulo de trenzado SZ (ángulo de introducción) realmente introducido en la unidad 10A de fibra óptica, para los cables de fibra óptica de los ejemplos 9 a 11 y el ejemplo comparativo 6. El cable de fibra óptica fabricado se corta a intervalos predeterminados en la dirección longitudinal, y la posición de una fibra óptica o unidad de fibra óptica específica en la dirección circunferencial se mide en cada superficie de corte. El ángulo de rotación de una fibra óptica específica o unidad de fibra óptica con respecto al eje central del cable O se define como el ángulo de introducción. Cuanto mayor sea la diferencia entre el ángulo de ajuste y el ángulo de introducción, mayor será el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

45

Tabla 4

	Número de rellenos (piezas)					Ángulo de ajuste [°]	Ángulo de introducción [°]	Determinación
	23a	23b	23c	3c	total			
Ejemplo 9	1	8	3	0	12	± 600	± 150	OK
Ejemplo 10	3	6	3	0	12	± 600	± 160	OK
Ejemplo 11	1	7	3	1	12	± 600	± 155	OK
Ejemplo comparativo 6	0	9	3	0	12	± 600	± 110	NG

50 En el campo "Determinación" de la Tabla 4, el resultado es bueno (OK) cuando el ángulo de introducción es de $\pm 135^\circ$ o más, y el resultado es insuficiente (NG) cuando el ángulo de introducción es inferior a $\pm 135^\circ$. La razón por la que el criterio de determinación es que el ángulo de introducción sea de $\pm 135^\circ$ o más es la siguiente. Por ejemplo, en el caso de que la unidad 10A de fibra óptica no está trenzada, cuando el cable de fibra óptica está doblado, la unidad 10A de fibra óptica se comprime dentro de la curvatura del cable de fibra óptica y se estira fuera de la curvatura del cable de fibra óptica. Por otro lado, cuando la unidad 10A de fibra óptica se trenza en forma de SZ con un ángulo de introducción de $\pm 135^\circ$ o más, una unidad 10A de fibra óptica se dispone de forma fiable tanto en la parte comprimida como en la parte estirada. Dado que se cumple el ángulo de introducción de $\pm 135^\circ$ o más, resulta

55

posible cancelar la tensión y la compresión que actúan sobre la unidad 10A de fibra óptica y contener la tensión que actúa sobre la fibra 1 óptica.

5 Como se muestra en la Tabla 4, resulta posible hacer que los ángulos de introducción de los ejemplos 9 a 11 sean mayores que los ángulos de introducción del ejemplo comparativo 6. Además, en los ejemplos 9 a 11, el ángulo de introducción es de $\pm 135^\circ$ o más, y se obtienen buenos resultados.

10 Esto se debe a que el relleno 23a está en contacto con el tubo 54 envolvente, y la fuerza de fricción entre el relleno 23a y el tubo 54 envolvente puede contener la unidad 10A de fibra óptica del destrenzado.

15 A partir de la comparación entre los ejemplos 9 a 11 y el ejemplo comparativo 6, se comprueba que los rellenos 23a en contacto con el tubo 54 envolvente pueden contener el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica situada en la capa más exterior. Además, a partir de la comparación entre los ejemplos 9 y 11 y el ejemplo comparativo 6, se comprueba que resulta posible obtener un ángulo de introducción apropiado al disponer al menos un relleno 23a en contacto con el tubo 54 envolvente.

20 Además, en los ejemplos 9 a 11, el número total de rellenos 23a y 3c en contacto con el tubo 54 envolvente es 1 en el ejemplo 9, 2 en el ejemplo 11 y 3 en el ejemplo 10, y el número aumenta en este orden. Además, el ángulo de introducción es de $\pm 150^\circ$ en el ejemplo 9, $\pm 155^\circ$ en el ejemplo 11 y $\pm 160^\circ$ en el ejemplo 10, y cuanto mayor sea el número total de rellenos 23a y 3c en contacto con el tubo 54 envolvente, mayor es el ángulo de introducción.

25 Como se describe anteriormente, se comprueba que cuanto mayor sea el número de rellenos 23a y 3c en contacto con el tubo 54 envolvente, mayor será el efecto de contención del destrenzado. Esto se debe a que la fuerza de fricción entre los rellenos 23a y 3c y el tubo 54 envolvente aumenta a medida que aumenta el número total de rellenos 23a y 3c en contacto con el tubo 54 envolvente.

A continuación, se describirá el resultado de examinar la densidad óptima cuando se proporcionan los rellenos 23a, 23b y 3c.

30 Aquí, se usa el parámetro de "Densidad del relleno de la capa exterior D". La densidad del relleno de la capa exterior D es la densidad de los rellenos intercalados entre las unidades de fibra óptica situadas en la capa más exterior entre la pluralidad de unidades de fibra óptica incluidas en el núcleo.

35 Aquí, la densidad del relleno de la capa exterior D se describirá con más detalle con referencia a la figura 11. El círculo virtual C1 ilustrado en la figura 11 es un arco que conecta los extremos radialmente interiores de la pluralidad de unidades 10A de fibra óptica situadas en la capa más exterior. El círculo virtual C2 es un arco que conecta los extremos radialmente exteriores de la pluralidad de unidades 10A de fibra óptica situadas en la capa más exterior. El círculo virtual C2 se superpone sustancialmente a la superficie periférica interior del tubo 54 envolvente.

40 La dimensión r_1 es el radio del círculo virtual C1 y la dimensión r_2 es el radio del círculo virtual C2. En otras palabras, la dimensión r_1 es la distancia entre el extremo radialmente interior de la unidad 10A de fibra óptica situada en la capa más exterior y el eje central del cable O. La dimensión r_2 es la distancia entre el extremo radialmente exterior de la unidad 10A de fibra óptica situada en la capa más exterior (la superficie circunferencial interior del tubo 54 envolvente) y el eje central del cable O.

45 Con respecto a la pluralidad de unidades 10A de fibra óptica situadas en la capa más exterior, las posiciones de los extremos radialmente interiores pueden no ser uniformes (el círculo virtual C1 en la figura 11 no es circular). En ese caso, el valor medio de la distancia entre el extremo radialmente interior de cada unidad 10A de fibra óptica y el eje central del cable O se define como la dimensión r_1 . Lo mismo se aplica cuando el círculo virtual C2 no es circular. Es decir, el valor medio de la distancia entre el extremo radialmente exterior de cada unidad 10A de fibra óptica y el eje central del cable O se define como la dimensión r_2 .

50 Aquí, los estados trenzados son diferentes en la capa más exterior (capa de la unidad 10A de fibra óptica) y la capa interior (capa de la unidad 10B de fibra óptica). Además, los rellenos 23a, 23b y 3c situados en la capa más exterior y los rellenos 23c situados en la capa interior tienen funciones diferentes. Más específicamente, los rellenos 23a y 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente para contener el destrenzado, y los rellenos 23b impiden que los rellenos 23a se muevan radialmente hacia adentro. Por lo tanto, para los rellenos 23a, 23b y 3c dispuestos en la capa más exterior, es preferible ajustar la densidad en la capa más exterior en un valor apropiado.

60 Por lo tanto, el área de la sección transversal A de la capa más exterior se define mediante la siguiente ecuación (1). En otras palabras, el área de la sección transversal A es el área de la región rodeada por el círculo virtual C1 y el círculo virtual C2.

$$65 \quad A = \pi \times r_2^2 - \pi \times r_1^2 \dots (1)$$

Además, la densidad del relleno de la capa exterior D se define mediante la siguiente ecuación (2).

$$D = S \div A \dots (2)$$

En la ecuación (2), S es la suma de las áreas de la sección transversal de los rellenos 23a, 23b y 3c dispuestos en la región entre los círculos virtuales C1 y C2.

La ecuación (2) también se puede expresar como la siguiente ecuación (2)'

$$D = S \div (\pi \times r_2^2 - \pi \times r_1^2) \dots (2)'$$

La Tabla 5 muestra los resultados de preparar una pluralidad de cables de fibra óptica al cambiar la densidad del relleno de la capa exterior D. Las condiciones distintas de las cantidades de relleno 23a y 23b son las mismas que las condiciones del ejemplo 9. Además, los rellenos 23a y 23b están dispuestos de manera que las cantidades sean iguales entre sí.

Tabla 5

D	Ángulo de ajuste	Ángulo de introducción	Pérdida de transmisión	Determinación global
0,00	±600°	±75°	OK	NG
0,05	±600°	±135°	OK	OK
0,10	±600°	±150°	OK	OK
0,15	±600°	±150°	OK	OK
0,20	±600°	±150°	OK	OK
0,25	±600°	±160°	NG	NG

"Pérdida de transmisión" en la Tabla 5 muestra los resultados de la medición según ICEA S-87-640-2016. Más específicamente, para la fibra óptica monomodo, el resultado es bueno (OK) cuando la pérdida de transmisión a una longitud de onda de 1550 nm es inferior a 0,30 dB/km, y el resultado es insuficiente (NG) cuando la pérdida de transmisión es de 0,30 dB/km o más.

La "determinación global" de la Tabla 5 se considera buena (OK) cuando los resultados tanto del ángulo de introducción como de la pérdida de transmisión son buenos. El criterio de determinación del ángulo de introducción se establece de manera que el resultado sea bueno cuando el ángulo de introducción sea de ±135° o más, como se describe en el ejemplo 9.

Como se muestra en la Tabla 5, cuando 0,05 < D < 0,20, la determinación global es buena.

Por otro lado, en el caso de D = 0,00, la pérdida de transmisión es buena, pero el ángulo de introducción es menor que el valor de referencia (±135°), de modo que la determinación global es insuficiente. Esto se debe a que los rellenos 23a y 23b no están dispuestos y no se puede contener el destrenzado.

Además, en el caso de D = 0,25, el ángulo de introducción es bueno, pero la pérdida de transmisión es igual o superior al valor de referencia (0,30 dB/km), por lo que la determinación global es insuficiente. Esto se debe a que la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica de la unidad 10A de fibra óptica aumenta bastante al disponer los rellenos 23a y 23b en exceso. A partir de los resultados anteriores, se encuentra que al ajustar la densidad del relleno de la capa exterior D a 0,05 o más y 0,20 o menos, resulta posible contener la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica para que sea pequeña mientras se suprime el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

Además, incluso cuando los rellenos 3c se disponen como en el ejemplo 11, al ajustar la densidad de relleno de la capa exterior D a 0,05 o más y 0,20 o menos, resulta posible suprimir la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica para que sea pequeña mientras se suprime el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

Como se describe anteriormente, el cable 100D de fibra óptica incluye: una pluralidad de unidades 10A, 10B de fibra óptica, cada una de las cuales tiene una pluralidad de fibras ópticas; un tubo 54 envolvente que envuelve la pluralidad de unidades 10A, 10B de fibra óptica; al menos un relleno 3c dispuesto dentro del tubo 54 envolvente; y una vaina 55 que recubre el tubo 54 envolvente, en la que una pluralidad de unidades 10A exteriores incluidas en la pluralidad de unidades 10A, 10B de fibra óptica que se encuentran en una capa más exterior están trenzadas en forma de SZ alrededor de un eje central del cable O, y el relleno 3c está intercalado entre una de las unidades 10A exteriores y el tubo 54 envolvente en una vista de la sección transversal.

Según esta configuración, cuando el haz de la unidad 10 de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia fuera, los rellenos 23a y 3c se comprimen en la dirección radial entre la unidad 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente.

5 Es decir, los rellenos 23a y 3c trenzados junto con la unidad 10A de fibra óptica se presionan contra el tubo 54 envolvente. Dado que los rellenos 23a y 3c están formados por un material fibroso, el coeficiente de fricción entre la fibra 1 óptica y los rellenos 23a y 3c, y el coeficiente de fricción entre los rellenos 23a y 3c y el tubo 54 envolvente son mayores que el coeficiente de fricción entre la fibra 1 óptica y el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, la fuerza de fricción generada cuando la unidad 10A de fibra óptica se presiona contra el tubo 54 envolvente con los rellenos 23a y 3c intercalados entre ellos es mayor que la fuerza de fricción generada cuando la unidad 10A de fibra óptica se presiona directamente contra el tubo 54 envolvente.

10 Es decir, cuando la unidad 10A de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia afuera, los rellenos 23a y 3c generan una gran fuerza de fricción. A causa de esta fuerza de fricción, es menos probable que la unidad 10A de fibra óptica se mueva con respecto al tubo 54 envolvente, y resulta posible contener el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

15 Además, en la vista de la sección transversal, el relleno 3c está rodeado por una unidad 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, cuando el haz de la unidad 10 de fibra óptica tiende a expandirse radialmente hacia afuera, los rellenos 3c se intercalan de forma más fiable entre la unidad 10A de fibra óptica y el tubo 54 envolvente. Además, la unidad 10A de fibra óptica impide que los rellenos 3c se muevan radialmente hacia adentro, de modo que resulta posible mantener de forma más fiable el estado en el que los rellenos 3c están en contacto con el tubo 54 envolvente.

20 Además, en la vista de la sección transversal, el relleno 3c puede situarse en una línea recta que pasa por el eje central del cable O y el punto central X de una unidad 10A de fibra óptica.

25 Con esta configuración, resulta posible convertir más eficazmente la fuerza que la unidad 10A de fibra óptica tiende a expandir radialmente hacia afuera en una fuerza de fricción. Por lo tanto, resulta posible contener de forma más fiable el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

30 Además, se pueden proporcionar al menos un segundo relleno 23a y al menos un tercer relleno 23b situados entre las unidades 10A de fibra óptica adyacentes, y el segundo relleno 23a puede estar en contacto con el tubo 54 envolvente y el tercer relleno 23b puede estar situado dentro del segundo relleno 23a en la dirección radial.

35 La presencia de los rellenos 23b impide que los rellenos 23a se muevan radialmente hacia adentro, y resulta posible mantener de forma más fiable el estado en el que los rellenos 23a están en contacto con el tubo 54 envolvente. Por lo tanto, resulta posible lograr de forma más fiable el efecto de contener el destrenzado con los rellenos 23a.

Además, los rellenos 23a y los rellenos 23b pueden disponerse en la misma posición en la dirección circunferencial. Con esta configuración, resulta posible contener de forma más fiable el movimiento de los rellenos 23a radialmente hacia dentro.

40 Además, los rellenos 23a y 23b están dispuestos entre las unidades 10A de fibra óptica de forma bien equilibrada. Así, cuando una fuerza de compresión actúa sobre el cable 100D de fibra óptica, resulta posible reducir la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica incluida en la unidad 10A de fibra óptica, con los rellenos 23a y 23b que actúan como materiales de amortiguación.

45 Además, cuando la distancia entre el extremo radialmente interior de la unidad 10A de fibra óptica y el eje central del cable O es r_1 , la distancia entre el extremo radialmente exterior de la unidad 10A de fibra óptica y el eje central del cable O es r_2 , y S es la suma de las áreas de la sección transversal de las partes de los rellenos 23a a 23c, y 3c dispuestos en una región cuya distancia desde el eje central del cable O está en un intervalo de r_1 a r_2 , la densidad del relleno de la capa exterior D representada por $D = S \div (\pi \times r_2^2 - \pi \times r_1^2)$ puede ser 0,05 o más y 0,20 o menos.

50 Así, resulta posible contener la presión lateral que actúa sobre la fibra 1 óptica hasta un valor pequeño mientras se suprime el destrenzado de la unidad 10A de fibra óptica.

55 Los rellenos 23a a 23c y 3c pueden estar formados por un material fibroso. Como resultado, resulta posible aumentar la fuerza de fricción cuando los rellenos 23a a 23c y 3c entran en contacto con la fibra 1 óptica y el tubo 54 envolvente. Las unidades 10A de fibra óptica, 10B pueden tener materiales 2 aglutinantes enrollados alrededor de una pluralidad de fibras 1 ópticas, y la fibra 1 óptica puede estar parcialmente expuesta desde un espacio entre los materiales 2 aglutinantes. Así, resulta posible poner en contacto las fibras 1 ópticas expuestas desde el espacio del material 2 aglutinante con los rellenos 23a a 23c y 3c.

60 Por ejemplo, en los ejemplos de las figuras 9 y 10, el núcleo 20 incluye dos capas de unidades 10A y 10B de fibra óptica. Sin embargo, el número de capas de la unidad de fibra óptica incluidas en el núcleo 20 puede ser 1, 3 o más.

65 Además, cuando el núcleo 20 incluye una pluralidad de capas de unidades de fibra óptica, no se pueden disponer rellenos entre las unidades de fibra óptica (unidades 10B de fibra óptica en los ejemplos de las figuras 9 y 10) incluidas en las capas distintas de la capa más exterior.

Lista de signos de referencia

- 1 Fibra óptica
- 5 2 Material aglutinante
- 3a a 3c, 13a a 13d, 23a a 23c Relleno
- 10 Unidad de fibra óptica
- 10A Unidad exterior
- 20 Núcleo
- 10 54 Tubo envolvente
- 55 Vaina
- 100, 100A, 100B, 100C, 100D Cable de fibra óptica
- X Punto central de la unidad exterior
- L Línea recta
- 15 O Eje central del cable

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un cable (100, 100B, 1000) de fibra óptica que comprende:
- una pluralidad de unidades (10) de fibra óptica que tienen, cada una, una pluralidad de fibras (1) ópticas, que las unidades (10) de fibra óptica están dispuestas de modo que se dividen en dos capas, es decir, radialmente, una capa interior y una capa exterior;
- 10 un tubo (54) envolvente que envuelve la pluralidad de unidades (10) de fibra óptica;
- al menos un relleno (3a, 3b, 3c, 3d, 13a, 13b, 13c, 13d; 23a, 23b, 23c) dispuesto dentro del tubo (54) envolvente;
- una vaina (55) que cubre el tubo (54) envolvente,
- una pluralidad de unidades (10A) exteriores incluida en la pluralidad de unidades (10) de fibra óptica que está situada en la capa exterior está trenzada en forma de SZ alrededor de un eje central del cable (O),
- 15 **caracterizado por que**
- el relleno (3c) está intercalado entre una de las unidades (10A) exteriores y el tubo (54) envolvente en una vista de la sección transversal, y
- la densidad del relleno de la capa exterior D representada por $D = S \div (\pi \times r_2^2 - \pi \times r_1^2)$ satisface 0,05 o más y 0,20 o menos,
- 20 en el que la distancia entre un extremo radialmente interior de las unidades (10A) exteriores y el eje central del cable (O) es r_1 ,
- una distancia entre un extremo radialmente exterior de las unidades (10A) exteriores y el eje central del cable (O) es r_2 , y
- S es una suma de áreas de la sección transversal de las partes del relleno (3b, 3c, 3d, 13a, 13b, 23a, 23b) dispuesto en una región cuya distancia desde el eje central del cable (O) está en un intervalo de r_1 a r_2 .
- 25
2. El cable (100, 100B, 1000) de fibra óptica según la reivindicación 1, en el que
- 30 el relleno (3c) está situado sobre una línea recta (L) que pasa por el eje central del cable (O) y un punto central (X) de una de las unidades (10A) exteriores, en una vista de la sección transversal.
3. El cable (100, 100B, 1000) de fibra óptica según la reivindicación 1, que además comprende:
- 35 al menos un segundo relleno (23a) y al menos un tercer relleno (23b) situados entre las unidades (10) de fibra óptica adyacentes entre sí, en el que
- el segundo relleno (23a) está en contacto con el tubo (54) envolvente, y
- el tercer relleno (23b) está situado más radialmente hacia dentro que el segundo relleno (23a).
- 40
4. El cable (100; 100B, 1000) de fibra óptica según la reivindicación 3, en el que
- el segundo relleno (23a) y el tercer relleno (23b) están dispuestos en las mismas posiciones en una dirección circunferencial alrededor del eje central del cable (O) del cable de fibra óptica (100, 100B, 1000) de fibra óptica.
- 45
5. El cable (100, 100B, 1000) de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
- el relleno (3a, 3b, 3c, 3d, 13a, 13b, 13c, 13d; 23a, 23b, 23c) está formado por un material fibroso.
- 50
6. El cable (100, 100B, 1000) de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que
- las unidades (10) de fibra óptica tienen materiales (2) aglutinantes enrollados alrededor de la pluralidad de fibras (1) ópticas, y las fibras (1) ópticas están parcialmente expuestas desde un espacio entre los materiales (2) aglutinantes.

FIG. 1

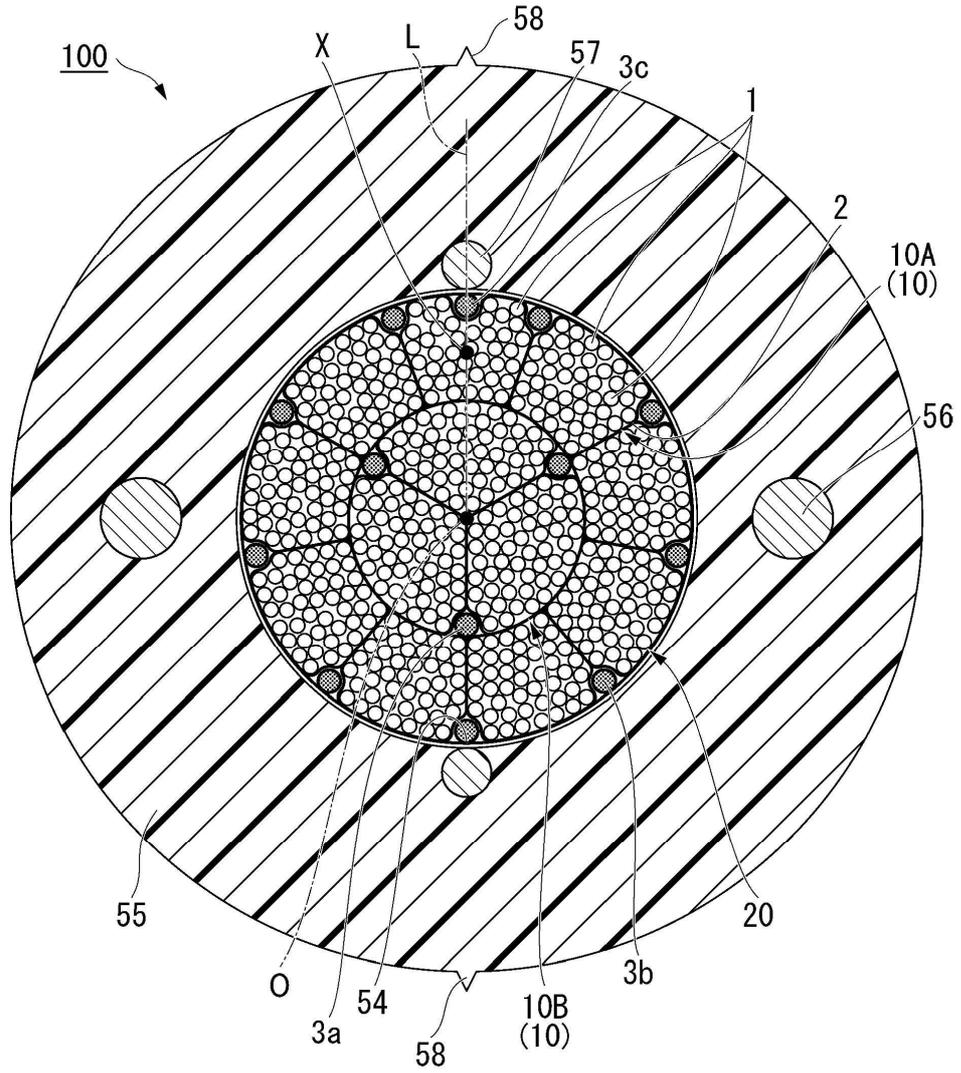


FIG. 3

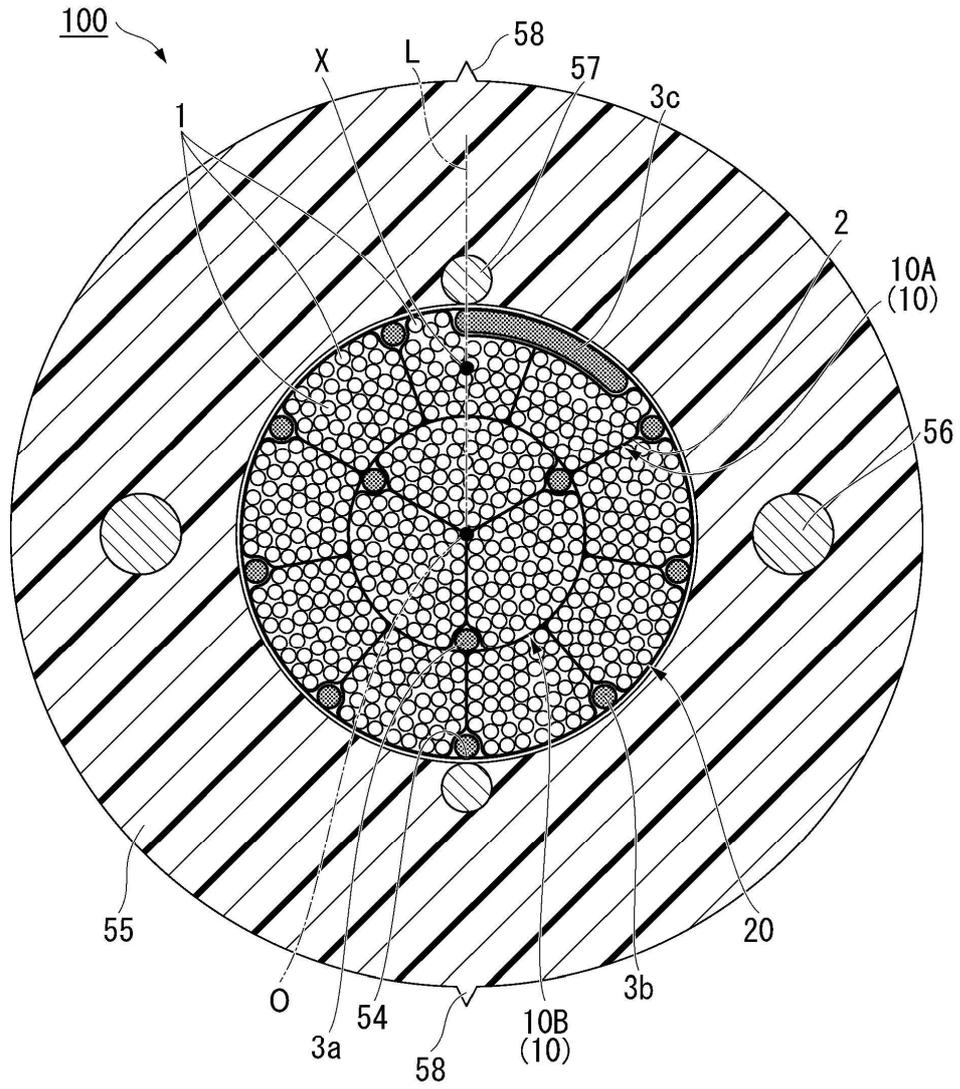


FIG. 4

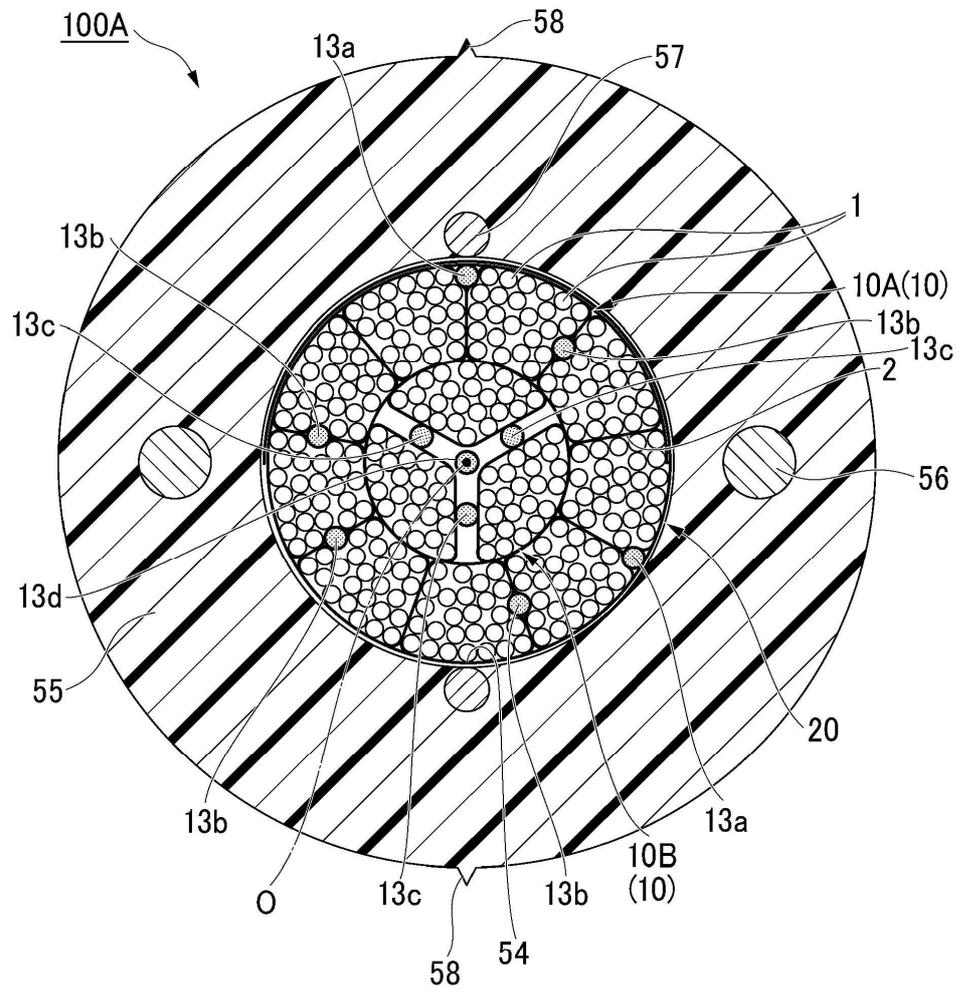


FIG. 5

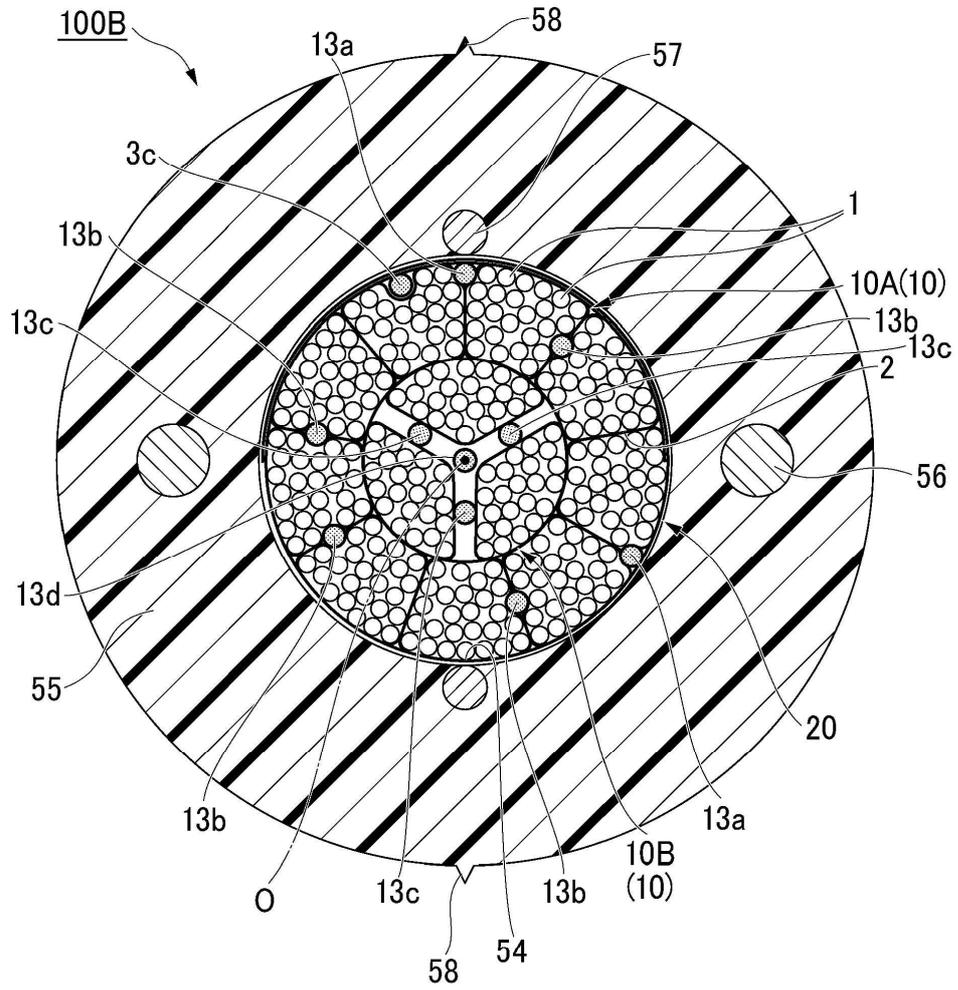


FIG. 7

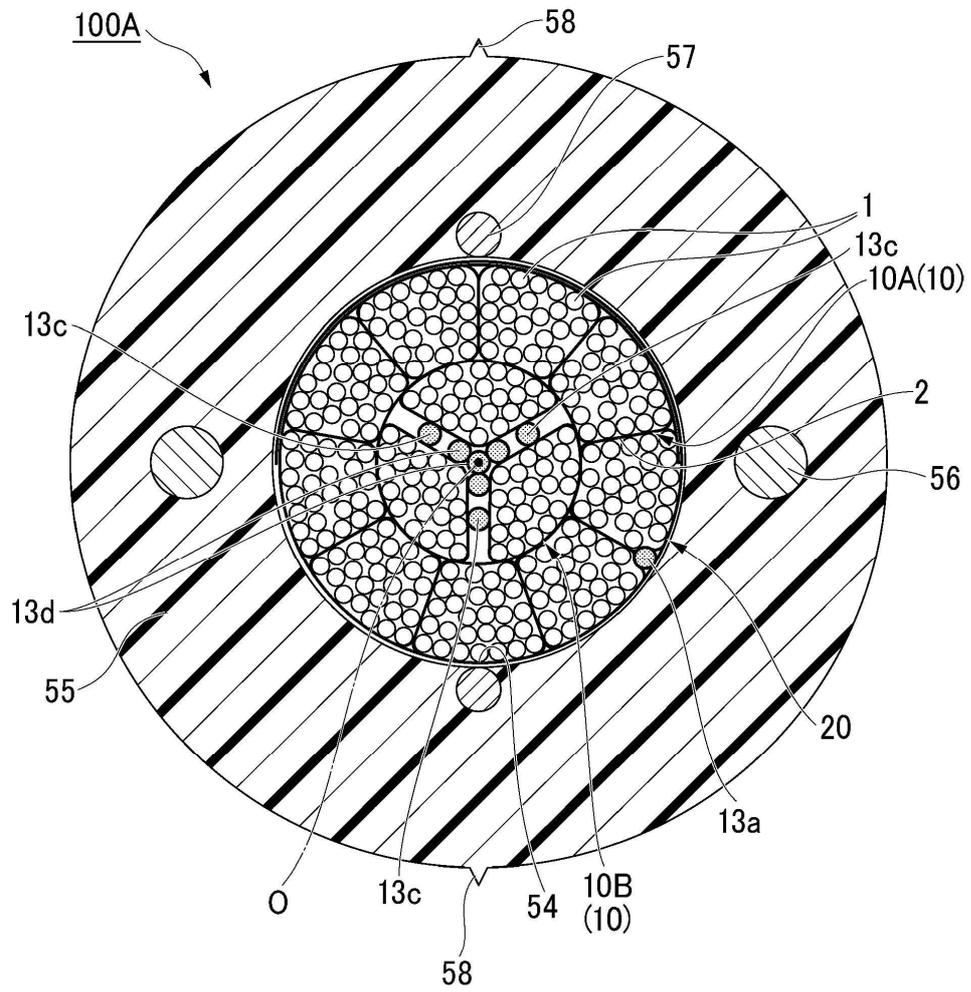


FIG. 8

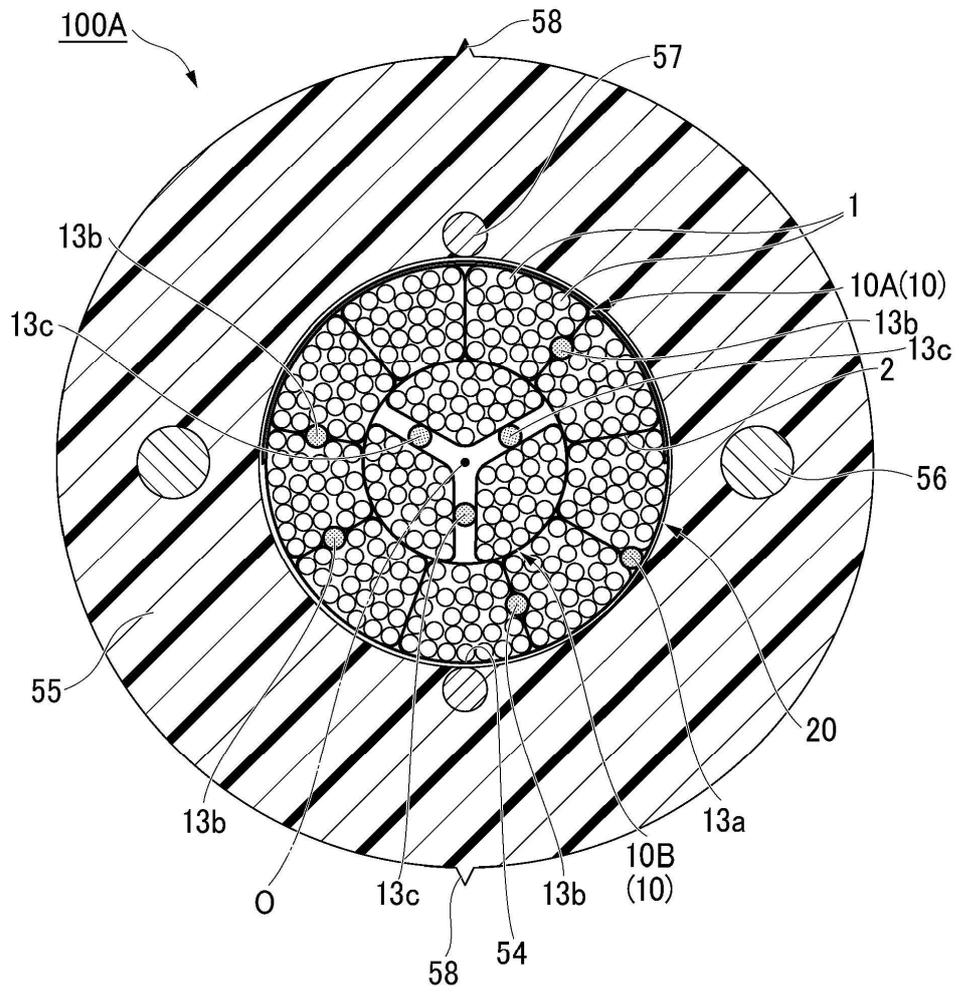


FIG. 10

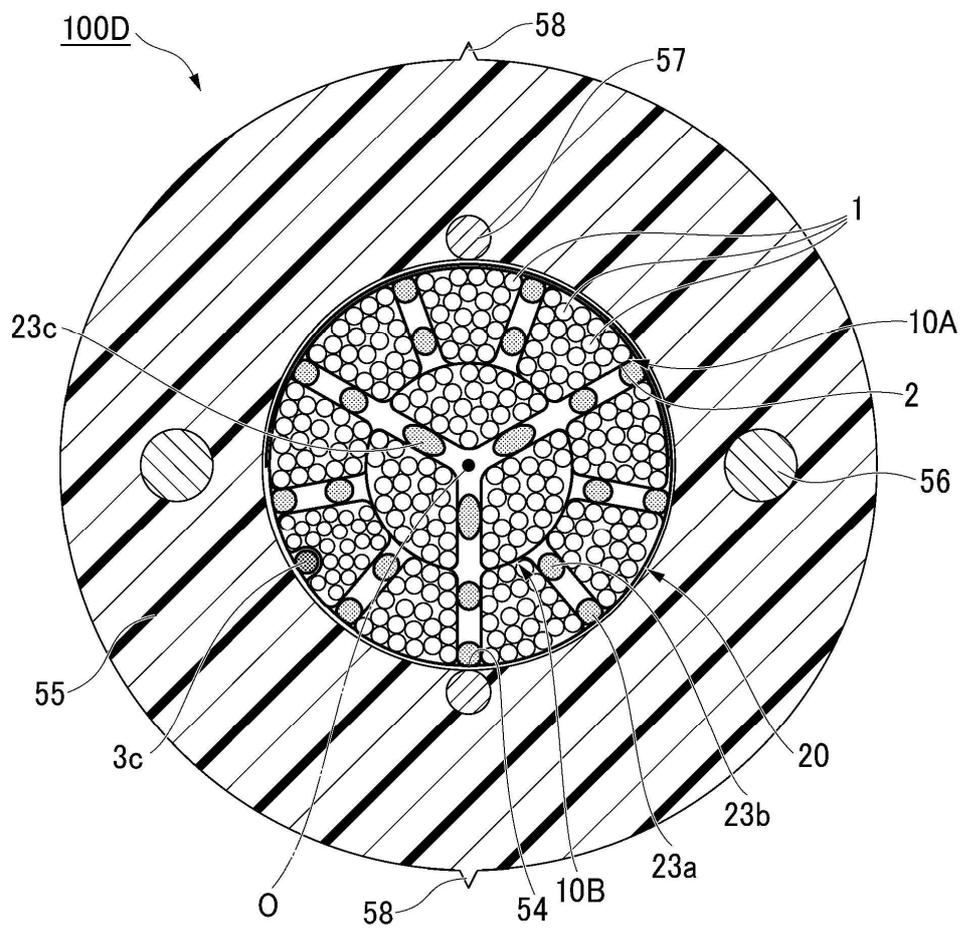


FIG. 11

