

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 179**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/44**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2019** **E 22209603 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024** **EP 4163689**

54 Título: **Cable de fibra óptica**

30 Prioridad:

**11.10.2018 JP 2018192706**

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

**25.11.2024**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OSATO, KEN;  
NAMAZUE, AKIRA y  
SHIMIZU, SHOGO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

### Observaciones:

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

ES 2 989 179 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

5 [Campo técnico]

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

[Técnica antecedente]

10

En la técnica relacionada, se ha conocido un cable de fibra óptica como el ilustrado en el documento 1 de patente. Este cable de fibra óptica incluye una funda y una pluralidad de fibras ópticas alojadas en la funda. La superficie circunferencial exterior de la funda está formada con rebajes y salientes dispuestas de forma alternada en la dirección circunferencial. La pluralidad de fibras ópticas en el documento 1 de patente están alojadas en un tubo en un estado retorcido. Alternativamente, la pluralidad de fibras ópticas están recubiertas colectivamente con una resina curable por UV para formar un alambre con núcleo de cinta.

15

20

El documento 2 de patente divulga un cable 1 de fibra óptica que incluye un núcleo de cable que contiene fibras ópticas recubiertas y está cubierto por una cinta de envoltura, dispone al menos dos miembros de tensión alrededor del núcleo del cable y los cubre completamente con una cubierta de cable. El cable de fibra óptica incluye, en una tangente común de dos de los miembros de tensión en un lado periférico exterior de los dos miembros de tensión adyacentes entre sí, una brecha de aire de la cubierta del cable que se comunica con un espacio interno en el que está dispuesto el núcleo del cable.

25

El documento 3 de patente divulga una unidad óptica que incluye una pluralidad de fibras ópticas y está constituida mediante la disposición de las fibras ópticas en dos líneas y múltiples filas (dos líneas y dos filas en el caso), y la conexión intermitente de las fibras ópticas en una dirección longitudinal. A continuación, se constituye una parte de conexión mediante la fijación de las fibras ópticas en un lote. Se desea que la parte de conexión tenga una longitud fija en la dirección longitudinal.

30

35

El documento 4 de patente divulga una fibra óptica monorecubierta que tiene una característica de pérdida por flexión en la que un aumento de pérdida óptica en un radio de flexión de 13 mm es de 0.2 dB/10 vueltas o menos, una banda de fibra óptica que incluye porciones de resina dispuestas bidimensionalmente para unir las fibras ópticas monorecubiertas de 2 fibras adyacentes en varios lugares, las porciones de resina estando dispuestas separadas entre sí en la dirección longitudinal de la banda de fibra óptica y un cable de fibra óptica que incluye una porción de núcleo de cable que almacena la torsión de unidades plurales donde se recogen las fibras ópticas monorecubiertas que constituyen la banda de fibra óptica.

40

El documento 5 de patente divulga un cable de fibra óptica que incluye un núcleo de ensamblaje en el que una pluralidad de fibras ópticas recubiertas están agrupadas en una forma redonda con una cinta de envoltura a presión; y una funda de cable provista alrededor del núcleo de ensamblaje, y una pluralidad de cuerdas de rasgado de la funda están incrustadas en la funda del cable. La pluralidad de cuerdas de rasgado de la funda están dispuestas una al lado de la otra en una dirección radial del núcleo de ensamblaje e incrustadas con cada una de ellas de forma independiente en la funda del alambre.

45

50

Los documentos EP3988977 A1 y EP3879323A1, ambos técnica anterior según el Artículo 54(3) del EPC, divulgan cada uno un cable de fibra óptica que comprende: una funda y un núcleo que está alojado en la funda y que tiene una banda de fibra óptica adherida de forma intermitente que incluye una pluralidad de fibras ópticas y una pluralidad de porciones adhesivas para adherir de forma intermitente la pluralidad de fibras ópticas en una dirección longitudinal, miembros de resistencia a la tracción y cordones de desgarro incrustados en la funda, en donde se forman rebajes y salientes para estar dispuestos alternativamente en una dirección circunferencial sobre una superficie circunferencial exterior de la funda, y cada uno de los rebajes incluye dos porciones de conexión conectadas respectivamente a extremos internos radiales de dos salientes adyacentes y una superficie inferior posicionada entre las dos porciones de conexión.

55

[Lista de citas]

[Literatura de patentes]

60

[Documento 1 de patente] Patente U.S. No. 6963686

[Documento 2 de patente] JP2016080747A

65

[Documento 3 de patente] JP2013109172A

[Documento 4 de patente] US2011/110635A1

[Documento 5 de patente] JP2017097089A

5 [Resumen de la invención]

[Problema técnico]

10 En el cable de fibra óptica del documento 1 de patente, el rebaje es un surco en forma de V. Por lo tanto, por ejemplo, cuando se aplica una fuerza en la dirección circunferencial al saliente, el estrés tiende a concentrarse en la porción del extremo interior del surco y la funda tiende a agrietarse.

15 Además, se ha descubierto que la configuración en la que una pluralidad de fibras ópticas están simplemente retorcidas y alojadas en el tubo carece de la rigidez del cable de fibra óptica y es desventajosa en términos de características de soplado de aire. Por otro lado, en una configuración en la que una pluralidad de fibras ópticas están recubiertas colectivamente con una resina, se puede obtener la rigidez del cable de fibra óptica. Sin embargo, cuando la fibra óptica está recubierta colectivamente con resina, el núcleo se vuelve grande, lo que es desventajoso en términos de reducción del diámetro del cable, y la tensión aplicada a la fibra óptica también se vuelve grande, lo que es desventajoso en términos de pérdida de transmisión.

20

La presente invención se ha realizado teniendo en cuenta dichas circunstancias, y un objeto de la presente invención es proporcionar un cable de fibra óptica que sea ventajoso en términos de características de soplado de aire, reducción de diámetro y pérdida de transmisión al tiempo que aumenta la resistencia de la funda.

25

[Solución al problema]

30 Para resolver los problemas anteriores, se proporciona un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1. Otras realizaciones ventajosas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 11.

[Efectos ventajosos de la invención]

35 De acuerdo con el aspecto anterior de la presente invención, es posible proporcionar un cable de fibra óptica que es ventajoso en términos de características de soplado de aire, reducción de diámetro y pérdida de transmisión al tiempo que aumenta la resistencia de la funda.

40 [Breve descripción de los dibujos]

La figura 1A es un ejemplo de una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica. La figura 1B es una vista ampliada de una parte 1 de la figura 1A

45

La figura 2 es una vista esquemática de una banda de fibra óptica adherida de forma intermitente. La figura 3 es una vista esquemática que ilustra un método de soplado de aire.

50 La figura 4 es una vista esquemática de un camión utilizado para una prueba de soplado de aire.

La figura 5 es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica deformado. La figura 6 es una vista explicativa de un área de sección transversal de un rebaje.

55 La figura 7A es un diagrama que ilustra un caso en el que un saliente y un miembro de resistencia a la tracción se extienden linealmente.

La figura 7B es un diagrama que ilustra un caso en el que el saliente y el miembro de resistencia a la tracción están retorcidos en forma de espiral.

60 La figura 8 es un gráfico que ilustra el efecto de la torsión en espiral del saliente y del miembro de resistencia a la tracción sobre la rigidez a la flexión del cable de fibra óptica.

La figura 9 es un diagrama que ilustra un ángulo X de medición, que es el eje horizontal de la figura 8.

65 La figura 10 es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica en el que una pluralidad de miembros de resistencia a la tracción están dispuestos dentro de un saliente.

La figura 11 es un gráfico que ilustra el efecto de la torsión en forma de SZ del saliente y del miembro de resistencia a la tracción sobre la rigidez a la flexión del cable de fibra óptica.

5 La figura 12A es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica en el que un material de baja fricción está dispuesto en la parte superior de un saliente.

La figura 12B es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica en el que una capa de un material de baja fricción está dispuesta sobre toda la superficie de la funda.

10 La figura 12C es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica que tiene un saliente formada por un material de baja fricción.

15 La figura 13A es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica en el que un cordón de desgarró está dispuesto dentro de una parte del saliente y un miembro de resistencia a la tracción está dispuesto dentro de la otro saliente.

20 La figura 13B es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica en el que un saliente en la que está incrustado un cordón de desgarró sobresale más grande que los otros salientes.

La figura 13C es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica en el que el ancho de un saliente en la que está incrustado un cordón de desgarró es menor que el de los otros salientes.

25 La figura 13D es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica en el que los miembros de resistencia a la tracción están dispuestos a intervalos iguales y los cordones de desgarró están dispuestos entre los miembros de resistencia a la tracción en la dirección circunferencial.

La figura 14A es un ejemplo de una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica.

30 La figura 14B es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica de acuerdo con otro ejemplo de modificación de la presente realización.

[Descripción de ejemplos ilustrativos]

35 La fibra óptica de la presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas. A continuación, se describirán ejemplos de un cable de fibra óptica con referencia a los dibujos. Los ejemplos que no se incluyen en el alcance de las reivindicaciones no forman parte de la presente invención.

40 Como se ilustra en la figura 1A, el cable 1 de fibra óptica incluye una funda 10, un núcleo 20 alojado en la funda 10 y una pluralidad de miembros 30 de resistencia a la tracción incrustados en la funda 10.

El núcleo 20 tiene una pluralidad de unidades 21 de fibra óptica y un tubo 22 envolvente que envuelve estas unidades 21 de fibra óptica. Cada una de las unidades 21 de fibra óptica tiene una pluralidad de fibras 21a ópticas y un material 21b de unión que une las fibras 21a ópticas.

45 (Definición de dirección)

El eje central del cable 1 de fibra óptica se denomina eje O central. Además, la dirección longitudinal del cable 1 de fibra óptica (dirección longitudinal de la fibra 21a óptica) se denomina simplemente dirección longitudinal. La sección transversal ortogonal a la dirección longitudinal se denomina sección transversal. En la vista en

50 sección transversal (figura 1A), una dirección que interseca el eje O central se denomina dirección radial, y una dirección que gira alrededor del eje O central se denomina dirección circunferencial.

Cuando el cable 1 de fibra óptica no es circular en la vista en sección transversal, el eje O central se posiciona en el centro del cable 1 de fibra óptica.

55 Como se ilustra en la figura 2, la unidad 21 de fibra óptica es una denominada banda de fibra óptica adherida de forma intermitente. Es decir, la unidad 21 de fibra óptica tiene una pluralidad de fibras 21a ópticas y una pluralidad de porciones 21c adhesivas para adherir fibras 21a ópticas adyacentes entre sí. En la banda de fibra óptica adherida de forma intermitente, cuando una pluralidad de fibras 21a ópticas se tira en una dirección

60 ortogonal a la dirección longitudinal, las fibras 21a ópticas se extienden en forma de malla (forma de telaraña). Específicamente, una fibra 21a óptica se adhiere a las fibras 21a ópticas adyacentes en diferentes posiciones en la dirección longitudinal por las porciones 21c adhesivas. Además, las fibras 21a ópticas adyacentes se adhieren entre sí por la porción 21c adhesiva en un cierto intervalo en la dirección longitudinal.

65

Como la porción 21c adhesiva, se puede utilizar una resina termoendurecible, una resina curable por UV o similar.

La pluralidad de unidades 21 de fibra óptica están retorcidas entre sí alrededor del eje O central. El aspecto de la torsión puede ser espiral o SZ.

5

El tubo 22 envolvente envuelve una pluralidad de unidades 21 de fibra óptica y tiene una forma cilíndrica. Ambas porciones de extremo (primera porción de extremo y segunda porción de extremo) del tubo 22 envolvente en la dirección circunferencial se superponen entre sí para formar una porción 22a de envoltura. La porción del tubo 22 envolvente que excluye la porción 22a de envoltura se denomina porción 22b sin envoltura. La porción 22b sin envoltura se posiciona entre la primera porción de extremo y la segunda porción de extremo que forman la porción 22a de envoltura.

10

Como material del tubo 22 envolvente, se puede utilizar una tela no tejida, un miembro de cinta de plástico o similar. Cuando el tubo 22 envolvente está hecho de plástico, se puede utilizar como material tereftalato de polietileno, poliéster o similar. Además, como tubo 22 envolvente, se puede utilizar una cinta absorbente de agua obtenida impartiendo capacidad de absorción de agua al miembro de cinta o tela no tejida descrito anteriormente. En este caso, se puede mejorar el rendimiento impermeable del cable 1 de fibra óptica. Cuando se utiliza un miembro de cinta de plástico como tubo 22 envolvente, se puede impartir capacidad de absorción de agua aplicando un polvo absorbente de agua a la superficie del miembro de cinta.

15

20

La pluralidad de miembros 30 de resistencia a la tracción están incrustados en la funda 10 a intervalos iguales en la dirección circunferencial. Los intervalos en los que se incrustan la pluralidad de miembros 30 de resistencia a la tracción pueden no ser iguales. El número de miembros 30 de resistencia a la tracción se puede cambiar según sea apropiado. Como material del miembro 30 de resistencia a la tracción, por ejemplo, se puede utilizar alambre de metal (alambre de acero o similar), fibra de resistencia a la tracción (fibra de aramida o similar), plásticos reforzados con fibra (FRP) o similares. Como ejemplos específicos de FRP, se pueden utilizar KFRP que utiliza fibra de Kevlar y PBO-FRP que utiliza poliparafenilenbenzobisoxazol (PBO). Además del miembro 30 de resistencia a la tracción, por ejemplo, se puede incrustar un cordón de desgarrador o similar en la funda 10.

25

30

La funda 10 tiene una forma cilíndrica centrada en el eje O central. Como material de la funda 10, se puede utilizar 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

Se forman una pluralidad de rebajes 12 y salientes 11 en la superficie circunferencial exterior de la funda 10. Los rebajes (concavidades) 12 y los salientes (convexidades) 11 están dispuestos de forma alternada en la dirección circunferencial. De esta manera, se forma una forma irregular en la superficie circunferencial exterior de la funda 10. Los rebajes 12 y los salientes 11 se extienden a lo largo de la dirección longitudinal.

40

45

El saliente 11 está dispuesta en la misma posición que el miembro 30 de resistencia a la tracción en la dirección circunferencial. En otras palabras, el saliente 11 está posicionada en una línea recta que se extiende desde el eje O central hacia el centro del miembro 30 de resistencia a la tracción en la vista en sección transversal. El rebaje 12 está dispuesto en una posición diferente a la del miembro 30 de resistencia a la tracción en la dirección circunferencial. En otras palabras, el rebaje 12 no está posicionado en una línea recta que se extiende desde el eje O central hacia el centro del miembro 30 de resistencia a la tracción en la vista en sección transversal.

50

El rebaje 12 tiene dos porciones 12a de conexión y una superficie 12b inferior. La porción 12a de conexión está conectada al extremo interior radial del saliente 11 adyacente en la dirección circunferencial. La superficie 12b inferior está posicionada entre las dos porciones 12a de conexión en cada rebaje 12. Como se ilustra en la figura 1B, las porciones 12a de conexión están formadas en una forma de superficie curva que es convexa hacia adentro radialmente.

55

60

La superficie 12b inferior tiene una superficie curva centrada en el eje O central, y tiene una forma de arco centrada en el eje O central en una vista en sección transversal. Sin embargo, la forma de la superficie 12b inferior no está limitada a una superficie curva centrada en el eje O central. Por ejemplo, la superficie 12b inferior puede tener una forma en la que dos porciones 12a de conexión están conectadas en una línea recta.

65

Como se ha descrito anteriormente, dado que cada uno de los rebajes 12 tiene las dos porciones 12a de conexión y la superficie 12b inferior posicionadas entre las porciones 12a de conexión, incluso si una fuerza en la dirección circunferencial actúa sobre el saliente 11, apenas se concentra un estrés en el rebaje 12. Por lo tanto, se suprimen las grietas y similares en el rebaje 12 y se aumenta la resistencia de la funda 10.

Además, el núcleo 20 tiene una banda de fibra óptica adherida de forma intermitente (unidad 21 de fibra óptica) que incluye una pluralidad de fibras 21a ópticas y una pluralidad de porciones 21c adhesivas para adherir de forma intermitente la pluralidad de fibras 21a ópticas en la dirección longitudinal. De este modo, se garantiza la rigidez del cable 1 de fibra óptica en comparación con el caso en el que una pluralidad de fibras ópticas, que no están adheridas, están simplemente retorcidas, y la estructura es ventajosa en cuanto a resistencia al pandeo y características de soplado de aire. Además, en comparación con el caso en el que una pluralidad de fibras ópticas están recubiertas colectivamente con una resina, el diámetro del cable 1 de fibra óptica se puede reducir y se puede suprimir un aumento en la pérdida de transmisión.

Además, la porción 12a de conexión está formada en una forma de superficie curva que es convexa hacia adentro radialmente. De este modo, la concentración de estrés en la porción 12a de conexión se suprime de forma más fiable y la resistencia de la funda 10 se puede aumentar aún más.

Además, dado que el tubo 22 envolvente tiene la porción 22a de envoltura, es posible evitar que la funda 10 entre en contacto con los miembros constituyentes dentro del tubo 22 envolvente. De este modo, cuando se extruye y moldea la funda 10, es posible evitar que la fibra 21a óptica sea absorbida por la funda 10 ablandada y que la relación de longitud extra de la fibra 21a óptica con el cable de fibra óptica se vuelva inestable. Además, es posible suprimir un aumento en la pérdida de transmisión debido a que la fibra 21a óptica está intercalada entre el tubo 22 envolvente y la funda 10.

El radio de curvatura de la superficie circunferencial exterior del saliente 11 puede ser menor que el radio de la funda 10 (el radio del cable 1 de fibra óptica). De acuerdo con esta configuración, el área de contacto entre el saliente 11 y el microconducto (los detalles se describirán más adelante) se vuelve más pequeña. Por lo tanto, se puede mejorar la trabajabilidad cuando el cable 1 de fibra óptica se inserta en el microconducto. El "radio de la funda 10" es el valor máximo de la distancia entre la superficie circunferencial exterior del saliente 11 y el eje O central. Cuando el valor máximo es diferente para cada saliente 11, el valor promedio de cada valor máximo se define como el "radio de la funda 10".

A continuación, se describirá un ejemplo específico del cable 1 de fibra óptica.

(Estrés de compresión máximo)

Como se ilustra en la figura 3, se ha examinado la trabajabilidad cuando el cable de fibra óptica se inserta en el microconducto D mediante soplado de aire. El microconducto D es una tubería instalada de antemano en el suelo o similar. En el soplado de aire, se une un sello S al extremo del microconducto D, y se introduce un cable de fibra óptica en el microconducto D a través de la abertura del sello S. Además, se conecta una bomba P al sello S para permitir que el aire fluya desde el sello S hacia el microconducto D. De este modo, se puede formar una capa de aire entre el cable de fibra óptica y el microconducto D para reducir la fricción.

Aquí, al instalar el cable de fibra óptica, el cable de fibra óptica se puede insertar en el microconducto D a lo largo de una gran distancia de, por ejemplo, 2000 m o más. Cuando el cable de fibra óptica se inserta en el microconducto D a lo largo de una distancia tan larga, la fuerza debe transmitirse de manera eficiente desde el lado ascendente (lado -X) al lado descendente (lado + X) en la dirección longitudinal del cable de fibra óptica.

Como resultado de un examen cuidadoso realizado por los inventores de la presente solicitud, se ha descubierto que la resistencia a la compresión (estrés de compresión máximo) del cable de fibra óptica se encuentra preferiblemente dentro de un rango predeterminado, con el fin de transmitir apropiadamente la fuerza desde el lado de corriente arriba al lado de corriente abajo del cable de fibra óptica.

A continuación, se describirán los resultados de la comprobación de la viabilidad del soplado con aire preparando una pluralidad de cables de fibra óptica (ejemplos de prueba 1-1 a 1-7) que tienen diferentes resistencias a la compresión, con referencia a la tabla 1. El ejemplo de prueba 1-8 es un cable de fibra óptica de tipo tubo holgado. Los detalles del ejemplo de prueba 1-8 se describirán más adelante.

[Tabla 1]

| Ejemplo de prueba                                                 | 1-1   | 1-2   | 1-3   | 1-4  | 1-5  | 1-6   | 1-7   | 1-8  |
|-------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|
| Diámetro d (mm)                                                   | 9.2   | 10.5  | 10.0  | 6.1  | 6.3  | 8.0   | 9.4   | 6.5  |
| Área a de sección transversal (mm <sup>2</sup> )                  | 66.5  | 86.6  | 78.5  | 29.2 | 31.2 | 50.3  | 69.4  | 33.2 |
| Momento secundario de sección transversal I                       | 351.7 | 596.7 | 490.9 | 68.0 | 77.3 | 201.1 | 383.2 | 87.6 |
| Radio secundario de sección transversal i                         | 2.3   | 2.6   | 2.5   | 1.5  | 1.6  | 2.0   | 2.4   | 1.6  |
| Longitud L' de muestra (mm)                                       | 11.5  | 13.1  | 12.5  | 7.6  | 7.9  | 10.0  | 11.8  | 8.1  |
| Estado de soporte de la superficie del borde y longitud de pandeo | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5  | 0.5  | 0.5   | 0.5   | 0.5  |
| Relación de esbeltez $\lambda$                                    | 5     | 5     | 5     | 5    | 5    | 5     | 5     | 5    |
| d/L'                                                              | 0.8   | 0.8   | 0.8   | 0.8  | 0.8  | 0.8   | 0.8   | 0.8  |
| Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> )                  | 11.6  | 9.3   | 12.8  | 19.2 | 19.4 | 16.4  | 14.4  | 32.4 |
| Prueba de soplado de aire                                         | NG    | NG    | OK    | OK   | OK   | OK    | OK    | OK   |

Los resultados de la prueba de soplado de aire de cables de fibra óptica se ilustran en el campo de "prueba de soplado de aire" que se muestra en la tabla 1. Más específicamente, cuando cada cable de fibra óptica se sopla con aire en el microconducto D y se puede soplar 2000 m, el resultado es bueno (OK), y cuando no se pueden soplar 2000 m, el resultado no es bueno (NG).

El microconducto D utilizado en la prueba de soplado de aire tiene la forma de un ocho, como se ilustra en la figura 4. El ancho interior de la porción curva es de 18.33 m y la longitud de una circunferencia de la forma de ocho ilustrada en la figura 4 es de 125 m. Aunque no se ilustra, un camión que tiene una longitud total de 2000 m se construye haciendo que la forma de ocho sea continua 16 veces. La bomba P (véase la figura 3) está dispuesta en una porción sustancialmente recta que tiene una forma de ocho y sopla con aire el cable de fibra óptica en el microconducto D en la dirección indicada por la flecha F en la figura 4.

La "resistencia a la compresión" en la tabla 1 se refiere a un valor obtenido al dividir la carga de compresión máxima (N), que se mide comprimiendo una muestra con la longitud de "longitud L de muestra (mm)" en la tabla 1 con un comprobador de compresión para cada ejemplo de prueba, por "área a de la sección transversal (mm<sup>2</sup>)". La resistencia a la compresión se calcula de acuerdo con JIS K7181: 2011.

Más específicamente, se utiliza una máquina de prueba de materiales universal de uso general como comprobador de compresión. Ambos extremos de cada muestra se colocan en un cilindro de metal, que está unido a un comprobador de compresión. Es decir, ambos extremos de la muestra se soportan de forma fija como una condición límite durante la prueba de compresión. Cada muestra se comprime en la dirección longitudinal a una tasa de 1 mm/min. Luego, la carga de compresión inmediatamente antes de que cada muestra se pandee se mide como la "carga de compresión máxima".

La longitud L' de muestra de cada muestra se establece de manera que el valor de d/L' sea constante (0.8).

Como se muestra en la tabla 1, en los ejemplos de prueba (1-1, 1-2) que tienen una resistencia a la compresión de 11.6 N/mm<sup>2</sup> o menos, los resultados de la prueba de soplado de aire no son buenos. Esto se debe a que la resistencia a la compresión del cable de fibra óptica no es buena y el cable de fibra óptica se pandea mientras se desplaza en el microconducto D. Cuando el cable de fibra óptica se pandea en el microconducto D, la fuerza transmitida desde el lado de corriente arriba al lado de corriente abajo del cable de fibra óptica se convierte en una fuerza que presiona el cable de fibra óptica contra la superficie interior del microconducto D en la porción pandeada. Como resultado, resulta difícil que la fuerza se transmita al extremo de corriente abajo del cable de fibra óptica y se detiene el avance del cable de fibra óptica. Como resultado, se considera que no es posible realizar 2000 m de soplado de aire.

Por otra parte, se pueden obtener buenos resultados de la prueba de soplado de aire en los ejemplos de prueba (1-3 a 1-7) que tienen una resistencia a la compresión de 12.8 N/mm<sup>2</sup> o más. Esto se debe a que la resistencia a la compresión, es decir, la dificultad de deformación con respecto a la fuerza en la dirección (dirección longitudinal) a lo largo del eje O central del cable de fibra óptica está dentro de una cantidad predeterminada o más, de modo que se suprime el pandeo del cable de fibra óptica en el microconducto D. Se considera que al suprimir el pandeo del cable de fibra óptica de esta manera, la fuerza se transmite de manera confiable al extremo descendente del cable de fibra óptica, y es posible un soplado de aire de 2000 m.

De los resultados anteriores, la resistencia a la compresión del cable de fibra óptica es preferiblemente de 12.8 N/mm<sup>2</sup> o más. Con esta configuración, se suprime el pandeo del cable de fibra óptica en el microconducto D y se puede mejorar la facilidad de instalación del cable de fibra óptica.

Además, como se muestra en el ejemplo de prueba 1-8 de la tabla 1, el resultado de la prueba de soplado de aire también es bueno para el cable de fibra óptica que tiene una resistencia a la compresión de 32.4 N/mm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se considera que se pueden obtener buenos resultados de la prueba de soplado de aire estableciendo la resistencia a la compresión en 32.4 N/mm<sup>2</sup> o menos.

De lo anterior, la resistencia a la compresión del cable de fibra óptica es preferiblemente de 12.8 N/mm<sup>2</sup> o más y de 32.4 N/mm<sup>2</sup> o menos.

(Tasa de envoltura)

Como se ilustra en la figura 1A, se forma una porción 22a de envoltura sobre el tubo 22 envolvente. Como resultado del examen realizado por los inventores de la presente solicitud, se descubre que cuando la relación entre la longitud de la circunferencia de la porción 22a de envoltura y la longitud total de la circunferencia del tubo 22 envolvente es grande, es probable que el cable de fibra óptica se deforme en una forma sustancialmente elíptica como se ilustra en la figura 5. Más específicamente, tiende a tener una forma elíptica de manera que la dirección en la que se extiende la porción 22a de envoltura tiene un eje principal de la forma elíptica. Cuando se produce dicha deformación, la capacidad de sellado en la abertura (véase la figura 3) de la porción S de sellado puede disminuir. Además, el saliente 11 posicionada en el eje mayor en la forma elíptica puede presionarse fuertemente contra la superficie circunferencial interna del microconducto D para aumentar la fricción.

Es decir, se ha descubierto que la relación entre la porción 22a de envoltura y la longitud de circunferencia total del tubo 22 envolvente afecta a la capacidad de trabajo cuando se sopla con aire el cable de fibra óptica.

Por lo tanto, a continuación se describirá el resultado de examinar la relación preferible de la porción 22a de envoltura.

Como se ilustra en la figura 1A, la longitud de circunferencia de la porción 22a de envoltura en la vista en sección transversal es W1. Además, la longitud de circunferencia de la porción 22b sin envoltura es W2 (no ilustrada). En este momento, la tasa R de envoltura se define mediante la siguiente ecuación (1).

$$R = W1 \div (W1 + W2) \times 100 \dots (1)$$

La tasa R de envoltura indica la relación entre la longitud de circunferencia de la porción 22a de envoltura y la longitud de circunferencia total del tubo 22 envolvente.

En el presente ejemplo, como se muestra en la tabla 2, se preparan una pluralidad de cables de fibra óptica (ejemplos de prueba 2-1 a 2-6) que tienen diferentes tasas de envoltura R.

El resultado de la medición de la pérdida de transmisión de cada cable de fibra óptica se muestra en el campo de "pérdida de transmisión" en la tabla 2. Más específicamente, a una longitud de onda de 1550 nm, el resultado es bueno (OK) cuando la pérdida de transmisión es de 0.30 dB/km o menos, y el resultado no es bueno (NG) cuando la pérdida de transmisión es mayor que 0.30 dB/km.

El significado del campo de "prueba de soplado de aire" en la tabla 2 es el mismo que en la tabla 1.

[Tabla 2]

| Ejemplo de prueba      | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tasa R de envoltura    | 27% | 20% | 13% | 9%  | 5%  | 3%  |
| Pérdida de transmisión | OK  | OK  | OK  | OK  | OK  | NG  |

| Ejemplo de prueba         | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Prueba de soplado de aire | NG  | OK  | OK  | OK  | OK  | OK  |

Como se muestra en la tabla 2, en los ejemplos de prueba (2-1 a 2-5) que tienen una tasa R de envoltura del 5% o más, los resultados de pérdida de transmisión son buenos. Por otro lado, en el ejemplo de prueba (2-6) que tiene una tasa R de envoltura del 3%, el resultado de pérdida de transmisión no es bueno. Se considera que esto se debe a que cuando la tasa R de envoltura es significativamente pequeña, la fibra óptica sobresale de la porción 22a de envoltura hacia el exterior del tubo 22 envolvente, se aplica una flexión local a la fibra óptica y la pérdida de transmisión aumenta.

Además, en los ejemplos de prueba (2-2 a 2-6) que tienen una tasa R de envoltura del 20% o menos, los resultados de la prueba de soplado de aire son buenos. Por otro lado, en el ejemplo de prueba (2-1) que tiene una tasa R de envoltura del 27%, el resultado de la prueba de soplado de aire no es bueno. La razón de esto es que la tasa R de envoltura es significativamente grande y, como se describió anteriormente, el cable de fibra óptica se deforma en una forma elíptica, de modo que la trabajabilidad durante el soplado de aire ha disminuido.

A partir de los resultados anteriores, la tasa R de envoltura es preferiblemente del 5% o más y del 20% o menos. Con esta configuración, es posible mejorar la trabajabilidad del soplado de aire mientras se suprime un aumento en la pérdida de transmisión debido a la flexión local de la fibra óptica.

(Área de sección transversal de los rebajes)

Cuando el cable de fibra óptica se inserta en el microconducto D mediante soplado de aire, al menos una parte del aire fluye a través del rebaje 12 como un trayecto de flujo. Luego, una parte del aire que fluye a través del rebaje 12 fluye entre el saliente 11 y el microconducto D, y se forma una capa de aire entre ellos para reducir la fricción. Aquí, como resultado del examen realizado por los inventores de la presente solicitud, se ha descubierto que para que la capa de aire anterior se forme adecuadamente, es preferible que el área de la sección transversal de los rebajes 12 que funcionan como un trayecto de flujo de aire se encuentre dentro de un rango predeterminado. Los resultados del examen se describirán a continuación.

En el presente ejemplo, se preparan una pluralidad de cables de fibra óptica (ejemplos de prueba 3-1 a 3-6) que tienen diferentes áreas de sección transversal A de los rebajes ilustrados en la figura 6. El área A de la sección transversal de los rebajes es el área de la sección transversal del espacio definido por la curva cerrada L y todos los rebajes 12 cuando se dibuja la curva cerrada L en contacto con el extremo exterior radial de cada saliente 11, en la vista en sección transversal. En otras palabras, el área A de la sección transversal de los rebajes es la diferencia en el área de la sección transversal del cable de fibra óptica del presente ejemplo con respecto al área de la sección transversal del cable de fibra óptica virtual que tiene la curva cerrada L como superficie circunferencial exterior.

La curva cerrada L es habitualmente circular con el eje O central como centro. Sin embargo, debido a la deformación del cable de fibra óptica, la curva cerrada L puede tener una forma elíptica.

[Tabla 3]

| Ejemplo de prueba                                                  | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 |
|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Área A de la sección transversal de los rebajes (mm <sup>2</sup> ) | 5.2 | 4.8 | 3.4 | 2.8 | 1.3 | 0.0 |
| Prueba de soplado de aire                                          | NG  | OK  | OK  | OK  | OK  | NG  |

Como se muestra en la tabla 3, los resultados de la prueba de soplado de aire no son buenos, en el ejemplo de prueba (3-1) que tiene un área A de sección transversal de los rebajes de 5.2 mm<sup>2</sup>. La razón de esto es que cuando el área A de sección transversal de los rebajes es significativamente grande, la capacidad de sellado entre el sello S y el cable de fibra óptica se deteriora, y es probable que se produzca el reflujo de aire desde el interior del microconducto D. Cuando la cantidad de aire que fluye de regreso desde el interior del microconducto D es grande, la cantidad de aire que interviene entre la superficie interior del microconducto D

y el cable de fibra óptica se reduce, y la fricción aumenta. Se considera que esta fricción dificultó la transmisión de la fuerza desde el lado de corriente arriba al lado de corriente abajo del cable de fibra óptica, y el avance del cable de fibra óptica se detuvo.

5 Por el contrario, en los ejemplos de prueba (3-2 a 3-5) en los que el área A de la sección transversal de los rebajes es de 1.3 mm<sup>2</sup> o más y 4.8 mm<sup>2</sup> o menos, los resultados de la prueba de soplado de aire son buenos. Esto se debe a que el área A de la sección transversal de los rebajes es suficientemente pequeña, la capacidad de sellado entre el sello S y el cable de fibra óptica es buena, y el reflujo de aire desde el interior del microconducto D se suprime. Es decir, se considera que la fricción se reduce por la intervención suficiente de  
10 aire entre la superficie interior del microconducto D y el cable de fibra óptica, y la fuerza se puede transmitir desde el lado de corriente arriba al lado de corriente abajo del cable de fibra óptica.

15 Además, en el ejemplo de prueba 3-6, dado que la funda 10 no está formada con una forma irregular, la fricción entre la superficie interior del microconducto D y el cable de fibra óptica es grande, y se detiene el avance del cable de fibra óptica.

20 A partir de los resultados anteriores, es preferible que el área A de la sección transversal de los rebajes esté en el rango de 1.3 mm<sup>2</sup> o más y 4.8 mm<sup>2</sup> o menos. Con esta configuración, se puede asegurar la capacidad de sellado entre el sello S y el cable de fibra óptica, y se puede mejorar la viabilidad del soplado de aire.

25 (Forma retorcida de la funda)

El rebaje 12 sirve como un trayecto de flujo de aire cuando el cable de fibra óptica se sopla con aire. Aquí, por ejemplo, cuando los rebajes 12 se extienden linealmente a lo largo de la dirección longitudinal (véase la figura 7A) y cuando los rebajes 12 se tuercen en espiral a lo largo de la dirección longitudinal (véase la figura 7B), el estado del flujo de aire cambia. Se considera que la diferencia en el estado del flujo de aire afecta la  
30 trabajabilidad cuando el cable de fibra óptica se sopla con aire.

Por lo tanto, los resultados del examen de la relación entre la forma retorcida de la funda 10 y la trabajabilidad del soplado de aire se describirán con referencia a la tabla 4. Aquí, se prepara una pluralidad de cables de fibra óptica (ejemplos de prueba 4-1 a 4-5) que tienen diferentes ángulos  $\theta$  de torsión. El ángulo  $\theta$  de torsión es la cantidad de torsión alrededor del eje O central de la funda 10 (saliente 11) por 1 m en la dirección longitudinal. Por ejemplo, cuando  $\theta = 90$  (°/m), significa que las posiciones de los salientes 11 difieren en 90° alrededor del eje O central cuando se comparan las porciones separadas por 1 m a lo largo de la dirección longitudinal en el cable. En los ejemplos de prueba 4-2 a 4-5, los miembros 30 de resistencia a la tracción están retorcidos  
40 alrededor del eje O central en un ángulo  $\theta$  de torsión similar al de los salientes 11. Por lo tanto, los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 4-2 a 4-5 tienen sustancialmente la misma forma de sección transversal en cualquier posición en la dirección longitudinal.

45 [Tabla 4]

| Ejemplo de prueba                | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ángulo $\theta$ de torsión (°/m) | 0   | 5   | 10  | 120 | 180 |
| Prueba de soplado de aire        | NG  | NG  | OK  | OK  | OK  |

Como se muestra en la tabla 4, en los ejemplos de prueba (4-3 a 4-5) en los que el ángulo de torsión es  $10 \leq \theta$  (°/m)  $\leq 180$ , los resultados de la prueba de soplado de aire son buenos. Se considera que esto se debe a que la presión del aire que fluye en los rebajes 12 se puede convertir de manera efectiva en el empuje que impulsa el cable de fibra óptica hacia el lado de corriente abajo. Es decir, el aire que fluye en los rebajes 12 ejerce una presión en la dirección perpendicular a la superficie lateral del saliente 11. Por lo tanto, cuanto mayor sea el valor de  $\theta$ , más se inclina la superficie lateral del saliente 11 con respecto a la dirección longitudinal, y la presión del aire se convierte en la fuerza en la dirección longitudinal.  
50

55

Por otra parte, en los ejemplos de prueba (4-1, 4-2) en los que el ángulo  $\theta$  de torsión es 5°/m o menos, los resultados de la prueba de soplado de aire no son buenos. Se considera que esto se debe a que la presión del aire que fluye en los rebajes 12 no se puede utilizar de manera efectiva para el empuje del cable de fibra óptica.

De lo anterior, el ángulo de torsión de la funda 10 es preferiblemente  $10 \leq \theta (^{\circ}/m) \leq 180$ . Con esta configuración, la presión del aire que fluye en los rebajes 12 se puede convertir de manera efectiva en una fuerza para impulsar el cable de fibra óptica hacia el lado de corriente abajo, y se puede mejorar la viabilidad del soplado de aire.

Al moldear la funda 10 de manera que  $10 \leq \theta (^{\circ}/m) \leq 180$ , se puede proporcionar de manera positiva una forma retorcida en la funda 10. Alternativamente, la funda 10 se puede retorcer utilizando la fuerza que la unidad 21 de fibra óptica retorcida en forma de espiral intenta desenrollar.

A continuación, se describirá el resultado de examinar la influencia de la forma retorcida de la funda 10 y de los miembros 30 de resistencia a la tracción sobre la rigidez a la flexión del cable de fibra óptica. En el presente ejemplo, se preparan dos cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 5-1 y 5-2 (véase la figura 8). El cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 5-1 es un cable de fibra óptica similar al del ejemplo de prueba 4-1. Como se ilustra en la figura 7A, la funda 10 y los miembros 30 de resistencia a la tracción no están retorcidos. En el cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 5-2, la funda 10 y los miembros 30 de resistencia a la tracción están retorcidos en una forma espiral como se ilustra en la figura 7B, y el paso en la dirección longitudinal es de 700 mm. En ambos ejemplos de prueba 5-1 y 5-2, se adopta un núcleo 20 en el que una pluralidad de unidades 21 de fibra óptica están retorcidas en una forma SZ. En ambos ejemplos de prueba 5-1 y 5-2, el número de salientes 11 y de miembros 30 de resistencia a la tracción es 12.

La figura 8 es un gráfico que ilustra los valores de rigidez a la flexión para cada ángulo X de medición, para los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 5-1 y 5-2. Como se ilustra en la figura 9, el ángulo X de medición indica un ángulo en el que se aplica una fuerza al medir la rigidez a la flexión. En el presente ejemplo, dado que se aplica una fuerza a cada una de las porciones centrales de los 12 salientes 11 y los 12 rebajes 12, el ángulo X de medición se presenta en incrementos de  $15^{\circ} (= 360^{\circ} \div 24)$ .

Como se ilustra en la figura 8, el cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 5-1 tiene una gran variación en el valor de rigidez a la flexión para cada ángulo X de medición. Por otra parte, en el cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 5-2, la variación en el valor de rigidez a la flexión para cada ángulo X de medición es menor que la del ejemplo de prueba 5-1. Esta diferencia se debe a si los miembros 30 de resistencia a la tracción están o no retorcidos en forma de espiral y dispuestos. En el ejemplo de prueba 5-2, dado que los miembros 30 de resistencia a la tracción están dispuestos en forma de espiral, se considera que la rigidez a la flexión se hace uniforme en la dirección circunferencial.

Como se ha descrito anteriormente, los miembros 30 de resistencia a la tracción están incrustados dentro de los salientes 11 de la funda 10, y los salientes 11 y los miembros 30 de resistencia a la tracción están formados en una forma retorcida en espiral centrada en el eje O central, de modo que la rigidez a la flexión del cable de fibra óptica se puede hacer uniforme en la dirección circunferencial. Esto hace posible proporcionar un cable de fibra óptica que es más fácil de manipular y más fácil de instalar en un microconducto.

(Material del miembro de resistencia a la tracción)

A continuación, se describirán los resultados del examen del material del miembro 30 de resistencia a la tracción con referencia a las tablas 5 y 6. Los ejemplos de prueba 6-1 a 6-3 que se muestran en la tabla 5 son cables de fibra óptica que tienen 288 fibras ópticas. Los ejemplos de prueba 7-1 y 7-2 que se muestran en la tabla 6 son cables de fibra óptica que tienen 144 fibras ópticas.

[Tabla 5]

|                             | Material<br>TM | Módulo<br>elástico<br>de<br>tracción<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | Diámetro<br>TM (mm) | Área de sección<br>transversal<br>TM<br>(mm <sup>2</sup> ) | Número de<br>TM<br>(piezas) | Índice<br>de<br>resistencia a la<br>tracción | Relación del<br>diámetro<br>exterior |
|-----------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| Ejemplo<br>de prueba<br>6-1 | KFRP           | 5000                                                          | 0.5                 | 0.196                                                      | 12                          | 1.00                                         | 1.00                                 |

|                             | Material<br>TM | Módulo<br>elástico<br>de tracción<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | Diámetro<br>TM (mm) | Área de sección<br>transversal TM<br>(mm <sup>2</sup> ) | Número de<br>TM<br>(piezas) | Índice de<br>resistencia a la<br>tracción | Relación del<br>diámetro<br>exterior |
|-----------------------------|----------------|------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| Ejemplo<br>de prueba<br>6-2 | PBO-<br>FRP    | 25000                                                      | 0.25                | 0.049                                                   | 12                          | 1.25                                      | 0.94                                 |
| Ejemplo<br>de prueba<br>6-3 | PBO-<br>FRP    | 25000                                                      | 0.3                 | 0.071                                                   | 8                           | 1.20                                      | 0.95                                 |

[Tabla 6]

|                             | Material<br>TM | Módulo<br>elástico<br>de tracción<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | Diámetro<br>TM (mm) | Área de sección<br>transversal TM<br>(mm <sup>2</sup> ) | Número de<br>TM<br>(piezas) | Índice de<br>resistencia a la<br>tracción | Relación del<br>diámetro<br>exterior |
|-----------------------------|----------------|------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| Ejemplo<br>de prueba<br>7-1 | KFRP           | 5000                                                       | 0.5                 | 0.196                                                   | 10                          | 1.00                                      | 1.00                                 |
| Ejemplo<br>de prueba<br>7-2 | PBO-<br>FRP    | 25000                                                      | 0.25                | 0.049                                                   | 10                          | 1.25                                      | 0.92                                 |

5

En las tablas 5 y 6, "material TM", "módulo elástico de tracción", "diámetro TM" y "área de sección transversal TM" indican el material, el módulo elástico de tracción, el diámetro y el área de sección transversal del miembros 30 de resistencia a la tracción, respectivamente. "Número de TM" indica el número de miembros 30 de resistencia a la tracción incluidos en el ejemplo de prueba. La superficie de la funda 10 en cada ejemplo de prueba está provista del mismo número de salientes 11 que los miembros 30 de resistencia a la tracción, y el miembros 30 de resistencia a la tracción está dispuesto dentro de cada saliente 11.

10

El "índice de resistencia a la tracción" que se muestra en la tabla 5 indica la relación de la fuerza de tracción, cuando la fuerza de tracción en la dirección longitudinal se aplica a los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 6-1 a 6-3 para alcanzar una tasa de elongación predeterminada  $\alpha$  (%), con base en el ejemplo de prueba 6-1. Por ejemplo, dado que el ejemplo de prueba 6-2 tiene un índice de resistencia a la tracción de 1.25, se requiere una fuerza de tracción que sea 1.25 veces mayor que la fuerza de tracción del ejemplo de prueba 6-1 antes de que la tasa de elongación alcance  $\alpha$ . El índice de resistencia a la tracción que se muestra en la tabla 6 también es el mismo que el índice de resistencia a la tracción de la tabla 5, excepto que la fuerza de tracción del ejemplo de prueba 7-1 se utiliza como referencia.

La tasa de elongación  $\alpha$  se establece en un rango en el que el cable de fibra óptica se elonga en proporción a la fuerza de tracción. Por lo tanto, el índice de resistencia a la tracción de los ejemplos de prueba 6-2, 6-3 y 7-2 no se ve afectado por el valor de la tasa de elongación  $\alpha$ .

25

La "relación de diámetro exterior" que se muestra en la tabla 5 representa el tamaño del diámetro exterior de los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 6-2 y 6-3 con respecto al diámetro exterior del cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 6-1. Por ejemplo, el diámetro exterior del cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 6-2 es 0.94 veces el diámetro exterior del cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 6-1. Lo mismo se aplica a la "Relación de diámetro exterior" en la tabla 6, que representa el tamaño del diámetro exterior de los cables de fibra óptica del ejemplo de prueba 7-2 con respecto al diámetro exterior del cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 7-1. Dado que la funda 10 de cada ejemplo de prueba está diseñada para tener el mismo grosor mínimo, cuanto menor sea el diámetro del miembro 30 de resistencia a la tracción, menor será la relación del diámetro exterior.

30

35

Como se muestra en la tabla 5, los índices de resistencia a la tracción de los ejemplos de prueba 6-2 y 6-3 son 1.25 y 1.20, respectivamente, que son más difíciles de alargar en la dirección longitudinal que el ejemplo de prueba 6-1 y protegen eficazmente la fibra óptica de la tensión. Además, los diámetros TM de los ejemplos de prueba 6-2 y 6-3 son 0.25 mm y 0.30 mm, respectivamente, que son significativamente menores que el diámetro

TM del ejemplo de prueba 6-1. Por lo tanto, el diámetro exterior de los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 6-2 y 6-3 es menor que el del ejemplo de prueba 6-1.

Como se muestra en la tabla 6, también se obtienen los mismos resultados que en la tabla 5 en los ejemplos de prueba 7-1 y 7-2 que tienen 144 fibras ópticas.

Como se describió anteriormente, al utilizar PBO-FRP que tiene un módulo elástico de tracción grande como el material del miembro 30 de resistencia a la tracción, es posible proporcionar un cable de fibra óptica que es difícil de alargar con respecto a la tensión en la dirección longitudinal y tiene un diámetro exterior pequeño.

(Número de miembros de resistencia a la tracción para salientes)

El número de miembros 30 de resistencia a la tracción dispuestos dentro de los salientes 11 se puede cambiar de manera apropiada. Por ejemplo, se puede adoptar un cable de fibra óptica que tenga una forma de sección transversal como se ilustra en la figura 10. En el cable de fibra óptica ilustrado en la figura 10, dos miembros 30 de resistencia a la tracción están incrustados dentro de un saliente 11, en una vista de sección transversal. De esta manera, dos o más miembros 30 de resistencia a la tracción pueden estar dispuestos dentro de un saliente 11.

(Establecer ángulo de torsión)

A continuación, se describirá el efecto de torcer la pluralidad de unidades 21 de fibra óptica en una forma SZ con referencia a la tabla 7.

[Tabla 7]

|                             | Establecer<br>ángulo (°) | Ángulo de torsión<br>de la funda (°) | Prueba de<br>soplado de aire | Pérdida de<br>transmisión | Determinación |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------|
| Ejemplo de<br>prueba<br>9-1 | 0                        | 0                                    | 1500 m                       | NG                        | NG            |
| Ejemplo de<br>prueba<br>9-2 | ±350                     | ±30                                  | 2000 m o más                 | OK                        | OK            |
| Ejemplo de<br>prueba<br>9-3 | ±500                     | ±50                                  | 2000 m o más                 | OK                        | OK            |
| Ejemplo de<br>prueba<br>9-4 | ±700                     | ±70                                  | 2000 m o más                 | OK                        | OK            |

Los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 9-1 a 9-4 tienen una forma de sección transversal como se ilustra en la figura 1A. El número de salientes 11 y de miembros 30 de resistencia a la tracción es 12. Se utiliza una banda de fibra óptica adherida de forma intermitente como unidad 21 de fibra óptica. El "ángulo de ajuste" en la tabla 7 indica un ángulo de ajuste cuando la pluralidad de unidades 21 de fibra óptica están retorcidas en una forma SZ. Por ejemplo, en un caso en el que el ángulo de ajuste es  $\pm 350^\circ$ , cuando el núcleo 20 está alojado en la funda 10, se realiza repetidamente una operación de rotación del haz de las unidades 21 de fibra óptica en  $350^\circ$  en la dirección CW y luego rotación del haz en  $350^\circ$  en la dirección CCW. De este modo, el haz de las unidades 21 de fibra óptica está alojado en la funda 10 en un estado de estar retorcido en una forma SZ.

Cuando el haz de las unidades 21 de fibra óptica se tuerce en una forma SZ, el haz de las unidades 21 de fibra óptica intenta desenrollarse para volver a la forma en la que estaba antes de ser torcido. Al envolver el haz de las unidades 21 de fibra óptica con el tubo 22 envolvente y la funda 10 antes de que se produzca el

desenrollado, se mantiene el estado en el que el haz de las unidades 21 de fibra óptica está retorcido en una forma SZ dentro del cable de fibra óptica.

5 Aquí, en el interior del cable de fibra óptica, la funda 10 recibe la fuerza que la unidad 21 de fibra óptica intenta desenrollar, a través del tubo 22 envolvente. Puesto que la funda 10 se deforma por esta fuerza, también aparece una torsión en forma de SZ en la superficie de la funda 10. En este caso, los miembros 30 de resistencia a la tracción incrustados en la funda 10 también se tuercen en forma de SZ. El ángulo de torsión en forma de SZ que aparece en la superficie de la funda 10 de esta manera se muestra en "ángulo de torsión de la funda" en la tabla 7. En el cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 9-1, dado que la unidad 21 de fibra óptica no está retorcida en forma de SZ, no aparece ninguna torsión en forma de SZ en la superficie de la funda 10. Por otro lado, en los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 9-2 a 9-4, dado que la unidad 21 de fibra óptica está retorcida en forma de SZ, aparece una torsión en forma de SZ en la superficie de la funda 10.

15 Cuanto mayor sea el ángulo de ajuste, mayor será la fuerza con la que la unidad 21 de fibra óptica intenta desenrollarse. Por lo tanto, como se muestra en la tabla 7, cuanto mayor sea el ángulo de ajuste, mayor será el "ángulo de torsión de la funda".

20 En el campo de "prueba de soplado de aire" que se muestra en la tabla 7, se muestran los resultados de la prueba de soplado de aire realizada en los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 9-1 a 9-4. Los detalles de la prueba de soplado de aire son los mismos que los de la tabla 1. Por ejemplo, en el ejemplo de prueba 9-1, es posible soplar 1500 m en la prueba de soplado de aire, pero es difícil soplar más que eso. Por otro lado, en los ejemplos de prueba 9-2 a 9-4, es posible soplar 2000 m o más en la prueba de soplado de aire. Los detalles de "Pérdida de transmisión" en la tabla 7 son los mismos que los de la tabla 2.

30 Como se muestra en la tabla 7, con respecto a las unidades de fibra óptica de los ejemplos de prueba 9-2 a 9-4, se obtienen mejores resultados que en el ejemplo de prueba 9-1 en la prueba de soplado de aire. Esto se debe a que los salientes 11 y los rebajes 12 están retorcidos en forma de SZ, de modo que la presión del aire que fluye en los rebajes 12 se puede convertir de manera efectiva en el empuje que impulsa el cable de fibra óptica hacia el lado de corriente abajo. Es decir, el aire que fluye en los rebajes 12 ejerce una presión en la dirección perpendicular a la superficie lateral del saliente 11. Por lo tanto, se considera que la presión del aire se convierte en la fuerza en la dirección longitudinal y el resultado de la prueba de soplado de aire mejora en comparación con el ejemplo de prueba 9-1 en el que la funda 10 no está retorcida. Además, en los ejemplos de prueba 9-2 a 9-4, cuando se aplica una torsión en forma de SZ a la funda 10, los miembros 30 de resistencia a la tracción incrustados en la funda 10 también se tuercen en forma de SZ, y la rigidez a la flexión del cable de fibra óptica se homogeneiza en la dirección circunferencial. Este punto también se considera que ha sido un factor para mejorar los resultados de la prueba de soplado de aire.

45 Los valores de rigidez a la flexión de los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 9-1 y 9-2 para cada ángulo X de medición se ilustran en la figura 11. El método para medir el valor de rigidez a la flexión es el mismo que en los ejemplos de prueba 5-1 y 5-2. A partir de la figura 11, se puede ver que el cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 9-2 tiene una variación menor en el valor de rigidez a la flexión para cada ángulo X de medición que el cable de fibra óptica del ejemplo de prueba 9-1.

50 A partir de lo anterior, mediante la torsión de una pluralidad de unidades 21 de fibra óptica en una forma SZ, y la aplicación de una torsión en forma SZ a la funda 10 por la fuerza de desenrollado, es posible proporcionar un cable de fibra óptica en el que la rigidez a la flexión se hace uniforme en la dirección circunferencial y es más adecuado para el soplado con aire. En el presente ejemplo, la unidad 21 de fibra óptica está retorcida en una forma SZ. Sin embargo, se considera que se puede obtener el mismo resultado cuando una pluralidad de fibras 21a ópticas están retorcidas en una forma SZ sin estar unificadas. Es decir, mediante la torsión de la pluralidad de fibras 21a ópticas en una forma SZ, se puede obtener la acción y el efecto descritos anteriormente cuando se aplica una torsión en forma SZ a la funda 10.

60 Además, como se muestra en la tabla 7, se ha descubierto que en los ejemplos de prueba 9-2, 9-3 y 9-4, además de la prueba de soplado de aire, la pérdida de transmisión también es buena. Por lo tanto, al establecer el ángulo de torsión SZ de la unidad 21 de fibra óptica de manera que el ángulo de torsión de la funda 10 sea de  $\pm 30^\circ$  a  $\pm 70^\circ$ , es posible proporcionar un cable de fibra óptica que tenga buenas características de pérdida de transmisión.

65 (Material de baja fricción)

Dado que la funda 10 entra en contacto con el microconductor D (véase la figura 3) cuando el cable de fibra óptica se sopla con aire, la funda 10 está hecha preferiblemente de un material que tiene un coeficiente de fricción bajo (en adelante denominado material de baja fricción). Por otro lado, cuando toda la funda 10 está hecha de un material de baja fricción, se considera que no se puede asegurar la resistencia de la funda 10 o que aumenta el coste. Por lo tanto, se realiza un estudio en el que una porción de la funda 10 en contacto con el microconductor está formada por un material de baja fricción. A continuación se realizará una descripción con referencia a la tabla 8.

[Tabla 8]

|                        | Forma de la sección transversal | Diámetro exterior del cable | Resultado de la prueba de soplado de aire |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| Ejemplo de prueba 10-1 | figura 1A                       | 12 mm                       | 2000 m                                    |
| Ejemplo de prueba 10-2 | figura 1A                       | 8 mm                        | 2000 m o más                              |
| Ejemplo de prueba 10-3 | figura 12A                      | 12 mm                       | 2000 m o más                              |
| Ejemplo de prueba 10-4 | figura 12A                      | 8 mm                        | 2000 m o más                              |
| Ejemplo de prueba 10-5 | figura 12B                      | 12 mm                       | 2000 m o más                              |
| Ejemplo de prueba 10-6 | figura 12B                      | 8 mm                        | 2000 m o más                              |
| Ejemplo de prueba 10-7 | figura 12C                      | 12 mm                       | 2000 m o más                              |
| Ejemplo de prueba 10-8 | figura 12C                      | 8 mm                        | 2000 m o más                              |

Como se muestra en la tabla 8, se preparan los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 10-1 a 10-8. En los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 10-1 y 10-2, la funda 10 está formada de un único material B base (coeficiente de fricción dinámica promedio: 0.27). En los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 10-3 y 10-4, como se ilustra en la figura 12A, la parte superior del saliente 11 está formada de un material M de baja fricción (el coeficiente de fricción dinámica promedio es 0.20), y la parte restante de la funda 10 está formada por el material B base. Es decir, el material M de baja fricción es un material que tiene un coeficiente de fricción menor que el material B base. El coeficiente de fricción dinámica promedio se mide de acuerdo con JIS K7125.

En los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 10-5 y 10-6, como se ilustra en la figura 12B, se proporciona una capa del material M de baja fricción sobre toda la superficie de la funda 10 formada del material B base. En los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 10-7 y 10-8, como se ilustra en la figura 12C, los salientes 11 y los rebajes 12 están formados del material M de baja fricción sobre la superficie circunferencial exterior del material B base cilíndrico.

Los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 10-3 a 10-8 son comunes en que la funda 10 está formada por el material B base y el material M de baja fricción, y el material M de baja fricción está dispuesto al menos en la parte superior del saliente 11. En la presente especificación, la "parte superior" del saliente 11 se refiere a una porción curvada de manera que sea convexa radialmente hacia afuera.

Se realiza una prueba de soplado de aire en los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 10-1 a 10-8. La velocidad de soplado del cable de fibra óptica (velocidad de soplado) es de aproximadamente 60 m/min al inicio de la prueba. En todos los ejemplos de prueba 10-1 a 10-8, la velocidad de soplado disminuye a medida que aumenta la distancia de soplado. En el ejemplo de prueba 10-1, la velocidad de soplado es casi cero cuando la distancia de soplado es de 2000 m. Por otro lado, en los ejemplos de prueba 10-2 a 10-8, se confirma que la velocidad de soplado es de 30 m/min o más cuando la distancia de soplado es de 2000 m, y que el soplado de 2000 m o más es suficientemente posible. Como se describió anteriormente, en los cables de fibra óptica de los ejemplos de prueba 10-2 a 10-8, se obtienen mejores resultados que los resultados del ejemplo

de prueba 10-1. Dado que los ejemplos de prueba 10-2 y 10-1 tienen la misma forma de sección transversal, pero el ejemplo de prueba 10-1 tiene un diámetro exterior grande y un área de contacto grande con un microconducto, se considera que la fricción aumenta y la propiedad de soplado de aire es menor que la del ejemplo de prueba 10-2. Por otra parte, en los ejemplos de prueba 10-3, 10-5 y 10-7, la fricción se reduce formando la porción en contacto con el microconducto con el material M de baja fricción, y la propiedad de soplado de aire se puede mejorar incluso en el cable de fibra óptica que tiene un diámetro exterior de 12 mm o más.

Como se ha descrito anteriormente, puesto que el material M de baja fricción está dispuesto al menos en la parte superior del saliente 11, es posible proporcionar un cable de fibra óptica que tenga una buena propiedad de soplado de aire. Además, al formar la funda 10 con el material B base y el material M de baja fricción, es posible mejorar la resistencia de la funda 10 y reducir el coste, en comparación con el caso en el que toda la funda 10 está formada por el material M de baja fricción.

Sin embargo, teniendo en cuenta la propiedad de soplado de aire y el coste requeridos para el cable 1 de fibra óptica, toda la funda 10 puede estar formada por el material M de baja fricción.

(Cordón de desgarrador)

En los trabajos de conexión y desensamblaje de cables de fibra óptica, es necesario extraer el núcleo 20 del interior de la funda 10. Las estructuras de las figuras 13A a 13C se proponen como la disposición del cordón de desgarrador para facilitar la operación de acceso al núcleo 20.

En el cable 1 de fibra óptica ilustrado en la figura 13A, una parte del miembro 30 de resistencia a la tracción se sustituye por el cordón 40 de desgarrador en comparación con la figura 1A. Más específicamente, dos cordones 40 de desgarrador están incrustados dentro de los salientes 11 de la funda 10, y están dispuestos de manera que el núcleo 20 quede atrapado entre ellos.

Como cordón 40 de desgarrador, se puede utilizar un hilo obtenido mediante la torsión de fibras tales como polipropileno (PP) y poliéster. El miembro 30 de resistencia a la tracción tiene la función de proteger la fibra 21a óptica de la tensión, mientras que el cordón 40 de desgarrador tiene la función de rasgar la funda 10. Por lo tanto, los materiales del cordón 40 de desgarrador y el miembro 30 de resistencia a la tracción son diferentes. Específicamente, el módulo elástico de tracción del miembro 30 de resistencia a la tracción es mayor que el del cordón 40 de desgarrador. Además, el cordón 40 de desgarrador es más flexible que el miembro 30 de resistencia a la tracción.

Como se ilustra en la figura 13A, al incrustar el cordón 40 de desgarrador dentro del saliente 11 de la funda 10, el cordón 40 de desgarrador se puede desechar evitando al mismo tiempo que la funda 10 se adelgace. Cuando se saca el núcleo 20 del interior de la funda 10, se realiza una incisión en una parte del saliente 11 para sacar el cordón 40 de desgarrador, y se tira del cordón 40 de desgarrador en la dirección longitudinal del cable de fibra óptica. De este modo, se rasga la funda 10 y se puede sacar el núcleo 20.

Como se ilustra en la figura 13A, cuando se fabrica un cable de fibra óptica en el que se disponen un par de cordones 40 de desgarrador de manera que se intercalan con el núcleo 20, la operación de acceso al núcleo 20 se puede realizar satisfactoriamente. El número de cordones 40 de desgarrador incluidos en el cable de fibra óptica puede ser uno, tres o más.

Como se ha descrito anteriormente, en la vista en sección transversal, entre la pluralidad de salientes, los cordones 40 de desgarrador están posicionados dentro de algunos de la pluralidad de salientes 11 y los miembros 30 de resistencia a la tracción están posicionados dentro de los otros salientes 11, lo que facilita la operación de acceso al núcleo 20 en el cable de fibra óptica mientras protege la fibra 21a óptica de la tensión.

Para identificar la posición en la que se encuentra incrustado el cordón 40 de desgarrador, se puede proporcionar una porción de marcado (colorante o similar) en el saliente 11 en la que se encuentra incrustado el cordón 40 de desgarrador. Alternativamente, como se ilustra en las figuras 13B, 13C y 13D, la forma del saliente 11 en la que se encuentra incrustado el cordón 40 de desgarrador puede ser diferente de la forma de los otros salientes 11. En el ejemplo de la figura 13B, los salientes 11 en las que están incrustados los cordones 40 de desgarrador se proyectan radialmente hacia afuera más que los otros salientes 11. En el ejemplo de la figura 13C, el ancho de

los salientes 11 en las que está incrustado el cordón 40 de desgarrador en la dirección circunferencial es menor que el de los otros salientes 11.

- 5 En el ejemplo de la figura 13D, el cordón 40 de desgarrador está dispuesto de manera que esté en contacto con el núcleo 20. Además, los miembros 30 de resistencia a la tracción están dispuestos a intervalos iguales en la dirección circunferencial, y los cordones 40 de desgarrador están posicionados entre miembros 30 de resistencia a la tracción adyacentes en la dirección circunferencial. Luego, dos miembros 30 de resistencia a la tracción que encierran el cordón 40 de desgarrador se posicionan dentro de un saliente 11.
- 10 Al adoptar las formas ilustradas en las figuras 13B, 13C y 13D, la posición del cordón 40 de desgarrador se puede reconocer fácilmente desde el exterior del cable de fibra óptica.

15 Cabe señalar que el alcance técnico de la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, como se ilustra en la figura 14A, la superficie interior del rebaje 12 puede ser una superficie curva que sea convexa hacia adentro en dirección radial.

20 Además, como se ilustra en la figura 14B, el número de salientes 11 no necesita coincidir con el número de miembros 30 de resistencia a la tracción. Además, como se ilustra en la figura 14B, el miembro 30 de resistencia a la tracción puede estar dispuesto en una posición más cercana a la superficie circunferencial interior que a la superficie circunferencial exterior de la funda 10.

25 Además, es posible sustituir de forma adecuada los elementos constituyentes de los ejemplos descritos anteriormente por elementos constituyentes bien conocidos, y los ejemplos descritos anteriormente pueden combinarse de forma adecuada.

30 [Lista de signos de referencia]

- 1 Cable de fibra óptica
- 10 Funda
- 11 Saliente
- 35 12 Rebaje
- 12a porción de conexión
- 12b Superficie inferior
- 20 Núcleo
- 21 Unidad de fibra óptica (banda de fibra óptica adherida de forma intermitente)
- 40 21a Fibra óptica
- 21c porción adhesiva
- 22 Tubo envolvente
- 22a Porción de envoltura
- 22b Porción sin envoltura
- 45 30 Miembro de resistencia a la tracción
- 40 Cordón de desgarrador
- B Material base
- M Material de baja fricción

## REIVINDICACIONES

1. Un cable (1) de fibra óptica que comprende:  
una funda (10);  
5 un núcleo (20) que está alojado en la funda (10) y que tiene una banda (21) de fibra óptica adherida de forma intermitente que incluye una pluralidad de fibras (21a) ópticas y una pluralidad de porciones (21c) adhesivas para adherir de forma intermitente la pluralidad de fibras (21a) ópticas en una dirección longitudinal; y miembros (30) de resistencia a la tracción y cordones (40) de desgarro incrustados en la funda (10),  
10 en donde los rebajes (12) y los salientes (11) están formados para estar dispuestos alternativamente en una dirección circunferencial sobre una superficie circunferencial exterior de la funda (10), los rebajes (12) incluyen cada uno dos porciones (12a) de conexión conectadas respectivamente a extremos interiores radiales de dos salientes (11) adyacentes, y una superficie (12b) inferior posicionada entre las dos porciones (12a) de conexión, caracterizado porque:  
15 en una vista en sección transversal, entre la pluralidad de salientes (11), los cordones (40) de desgarro están posicionados dentro de algunos de los salientes (11), y los miembros (30) de resistencia a la tracción están posicionados dentro de los otros salientes (11), y las porciones (12a) de conexión están formadas en una forma de superficie curva que es convexa radialmente hacia adentro.
- 20 2. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el núcleo (20) tiene un tubo (22) envolvente que envuelve la banda (21) de fibra óptica adherida intermitentemente.
- 25 3. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el tubo (22) envolvente tiene una primera porción extrema y una segunda porción extrema que se superponen entre sí para formar una porción (22a) de envoltura, y una porción (22b) sin envoltura posicionada entre la primera porción extrema y la segunda porción extrema.
- 30 4. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 3, en donde cuando una longitud circunferencial de la porción (22a) de envoltura es W1 y una longitud circunferencial de la porción (22b) sin envoltura es W2, una tasa R de envoltura obtenida por  $R = W1 \div (W1 + W2) \times 100$  está dentro de un rango de 5% o más y 20% o menos.
- 35 5. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde cuando un ángulo de torsión de la funda (10) por 1 m a lo largo de la dirección longitudinal del cable (1) de fibra óptica es  $\theta$  en  $^{\circ}/m$ ,  $10 \leq \theta \leq 180$ .
- 40 6. El cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde un radio de curvatura de cada superficie circunferencial exterior de los salientes (11) es menor que un radio de la funda (10).
- 45 7. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde los salientes (11) y los miembros (30) de resistencia a la tracción tienen una forma retorcida en espiral centrada en un eje (O) central del cable (1) de fibra óptica.
- 50 8. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde los miembros (30) de resistencia a la tracción están formados de plásticos reforzados con fibra de poliparafenileno benzobisoxazol (PBO-FRP).
- 55 9. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde en una vista en sección transversal, un número de los miembros (30) de resistencia a la tracción posicionados dentro de cada saliente (11) entre los salientes (11) donde no están posicionados los cordones (40) de desgarro es dos o más.
- 60 10. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde se proporciona una pluralidad de bandas (21) de fibra óptica adheridas de forma intermitente, incluida la banda (21) de fibra óptica adherida de forma intermitente, y se aplica una torsión en forma de SZ a la funda (10) retorciendo la pluralidad de bandas (21) de fibra óptica adheridas intermitentemente en una forma de SZ.
- 65 11. El cable (1) de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la funda (10) está formada por un material (B) base y un material (M) de baja fricción que tiene un coeficiente de fricción menor que un coeficiente de fricción del material (B) base, y el material (M) de baja fricción está dispuesto al menos encima de los salientes (11).

FIG. 1A

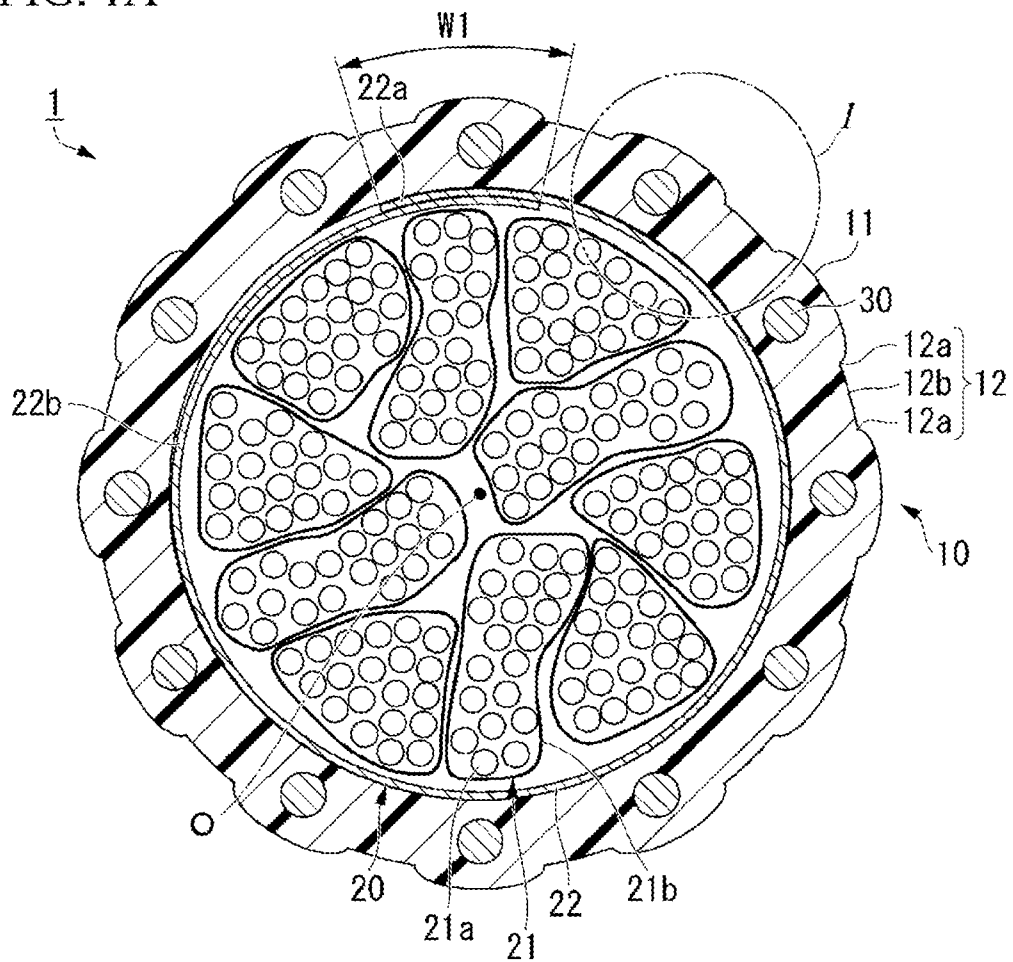


FIG. 1B

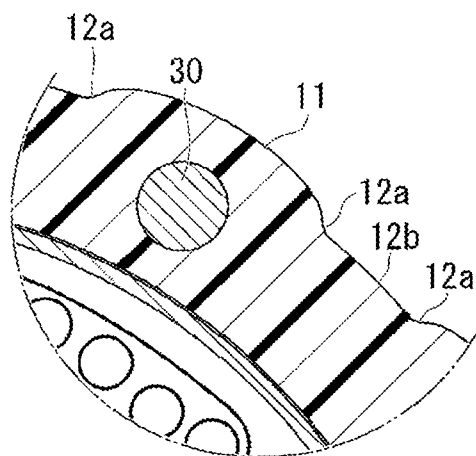


FIG. 2

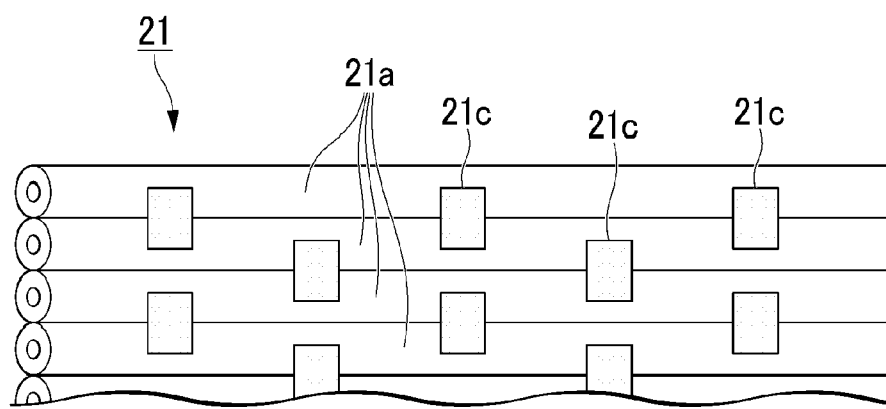


FIG. 3

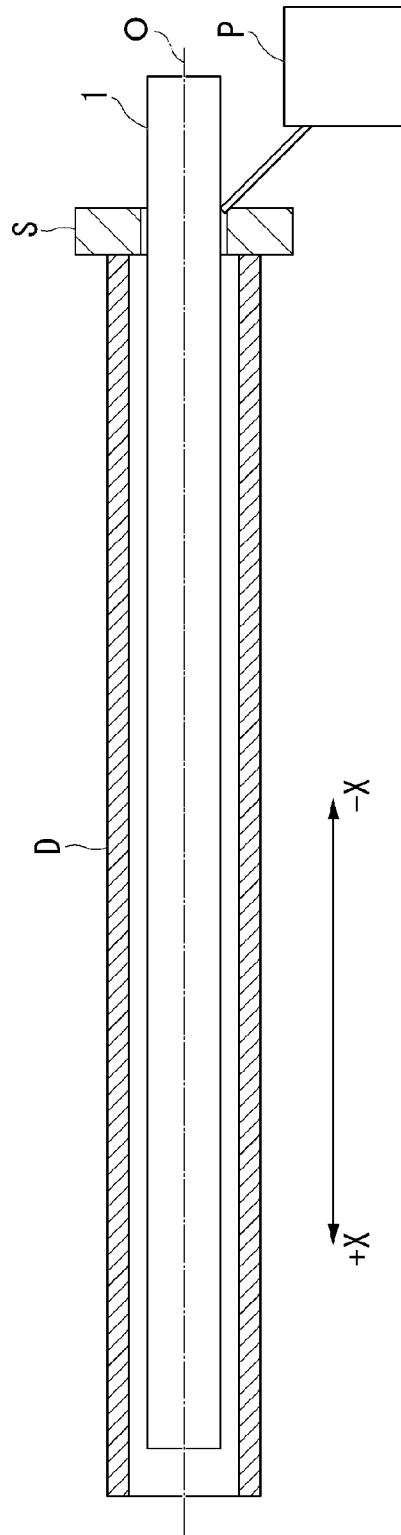


FIG. 4

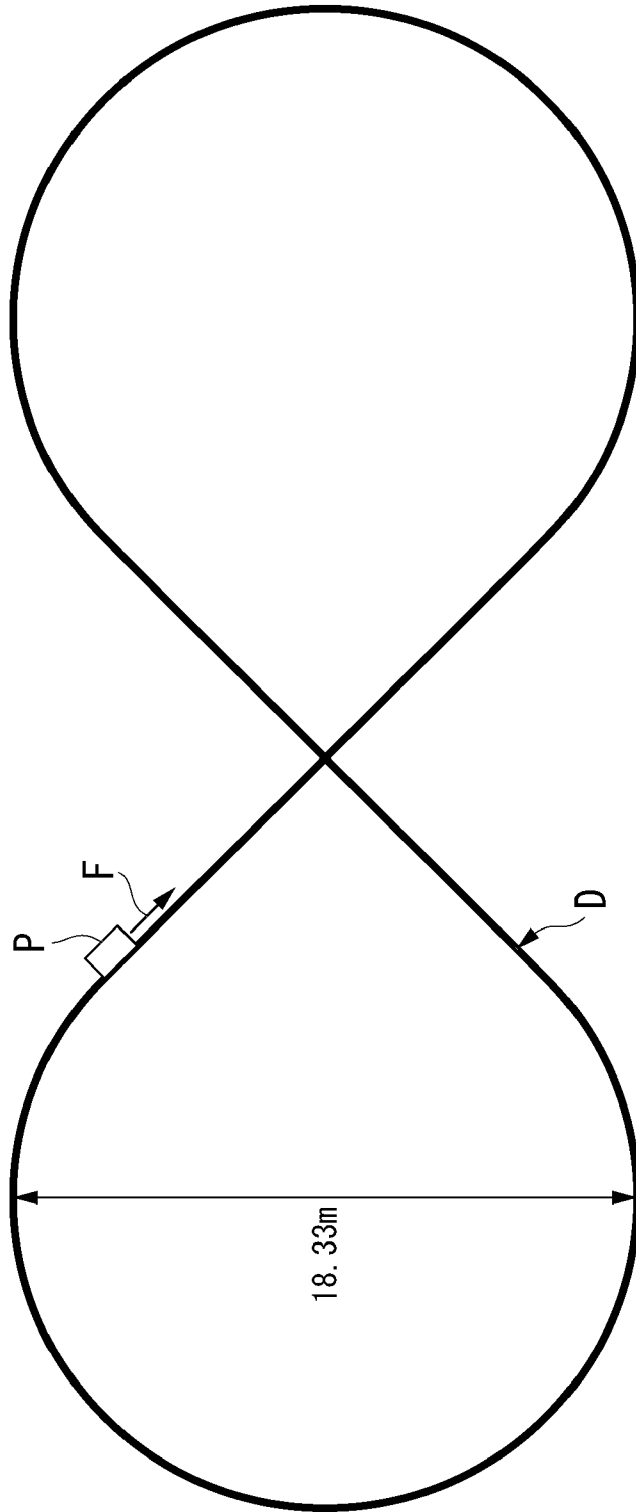


FIG. 5



FIG. 6

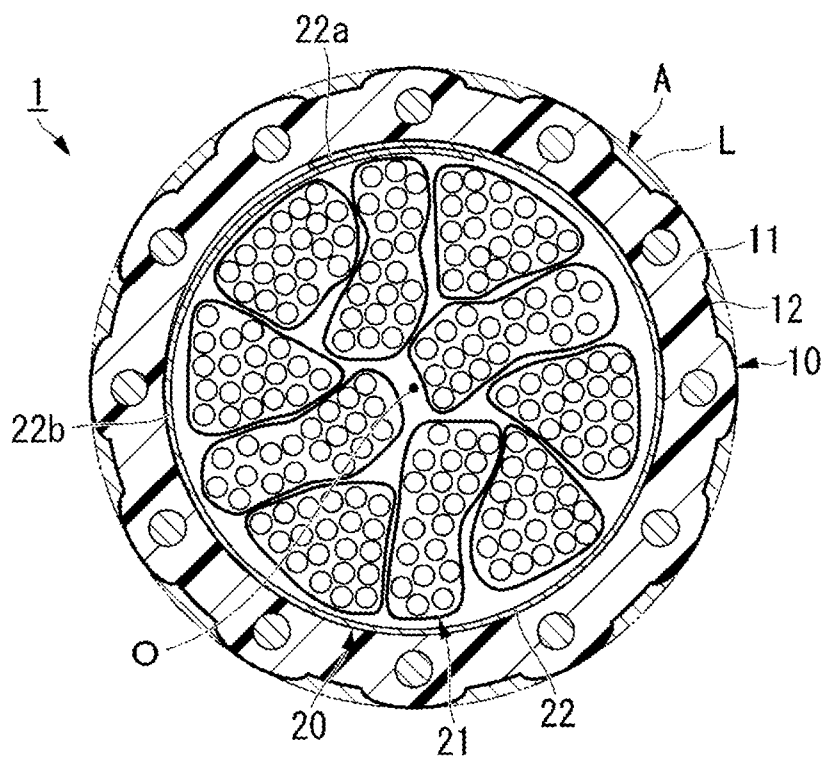


FIG. 7A

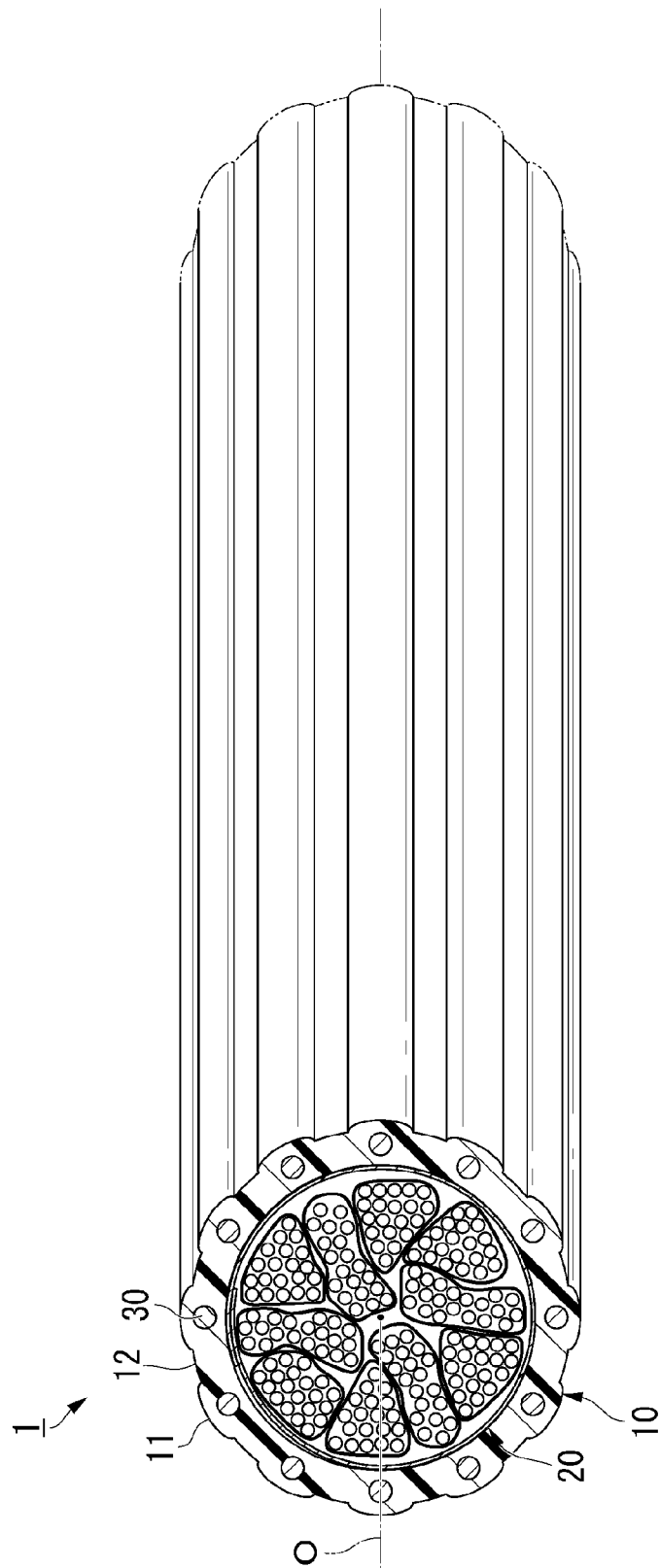


FIG. 7B

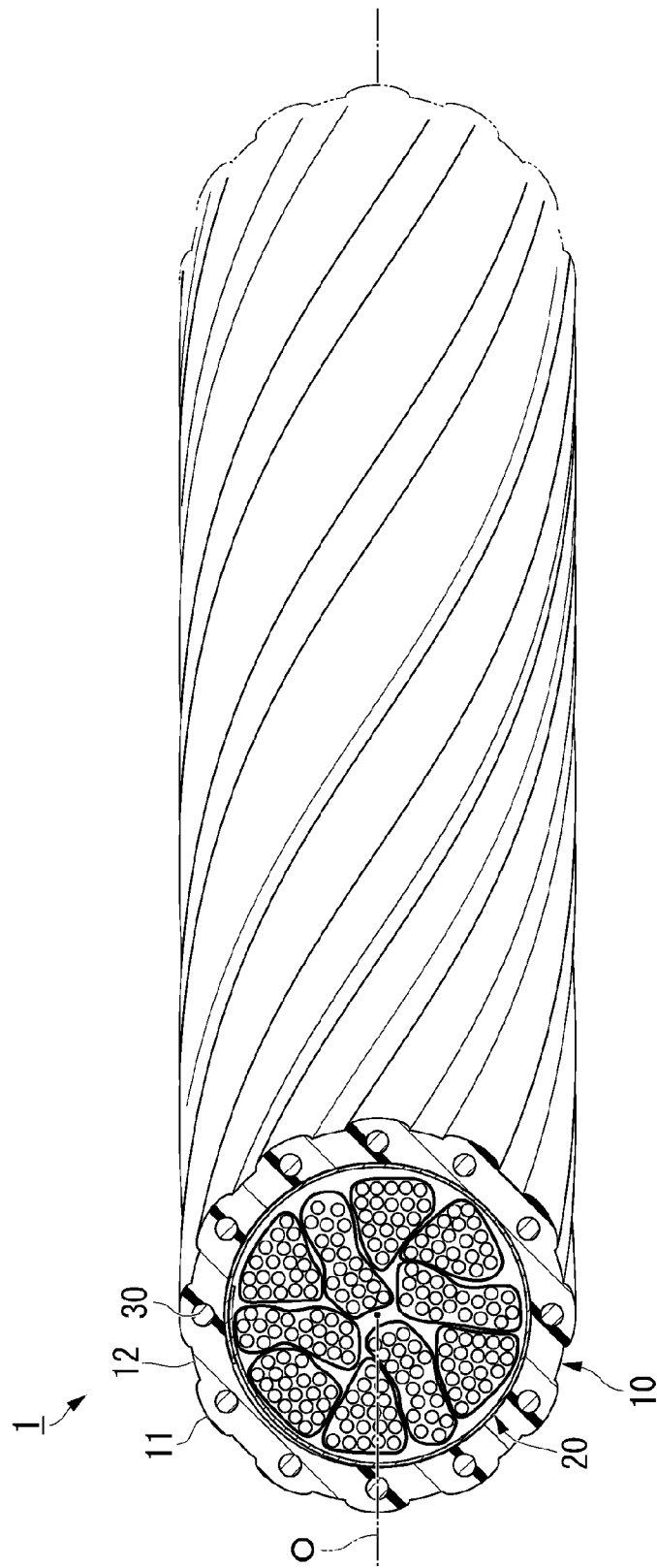


FIG. 8

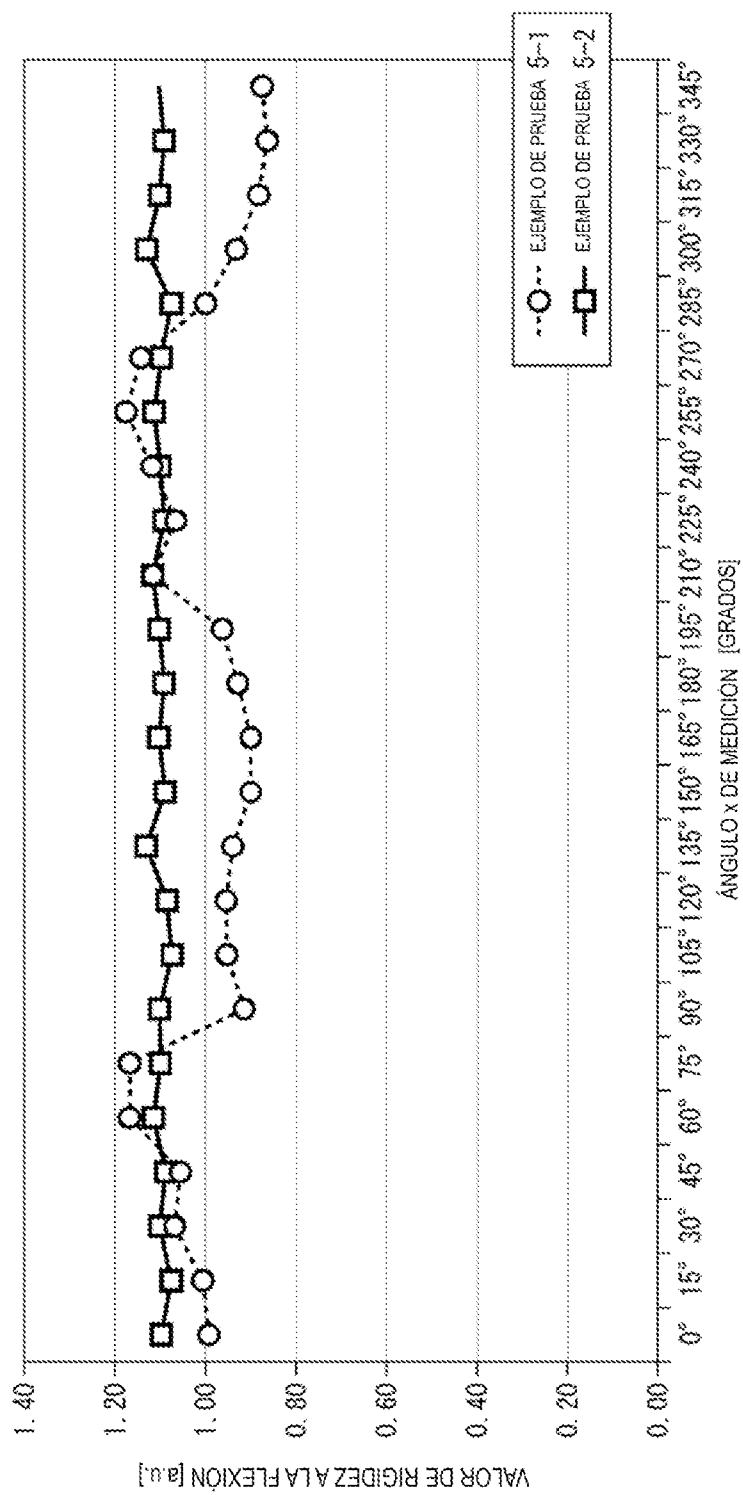


FIG. 9

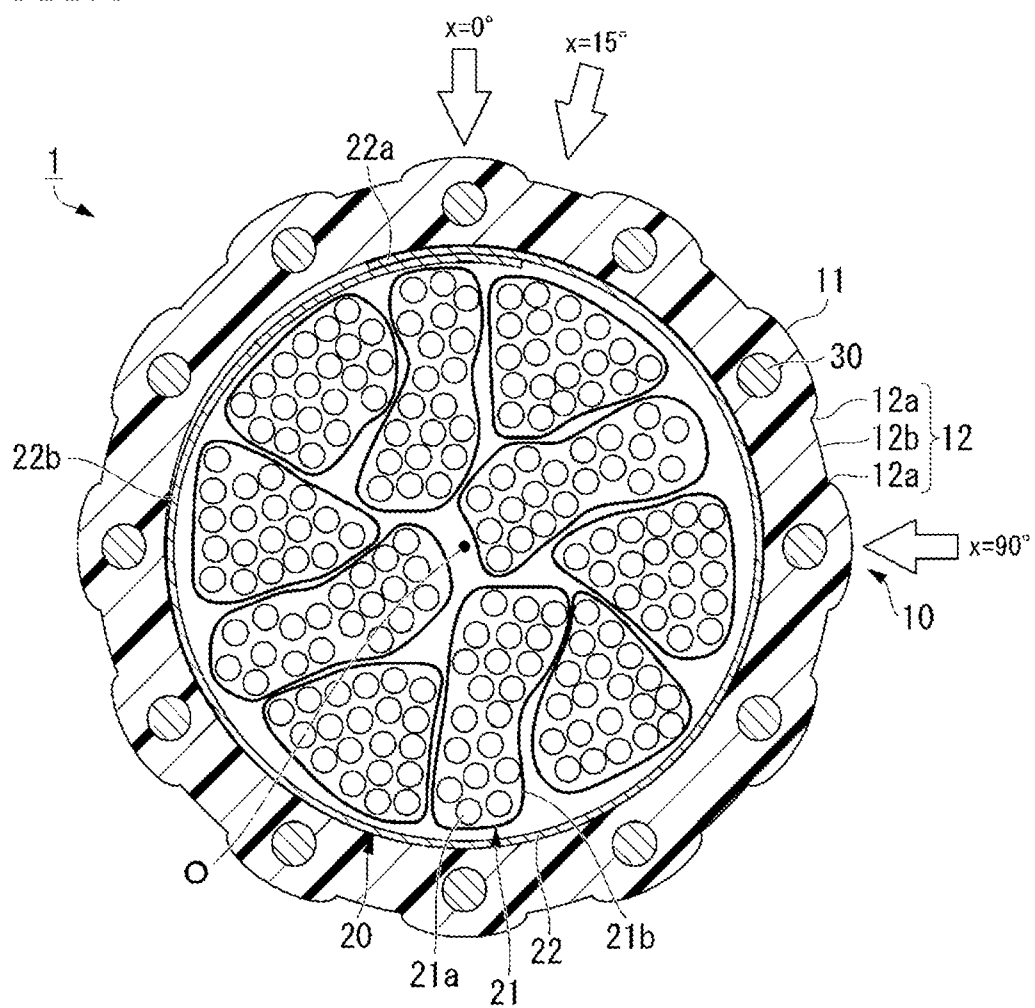


FIG. 10

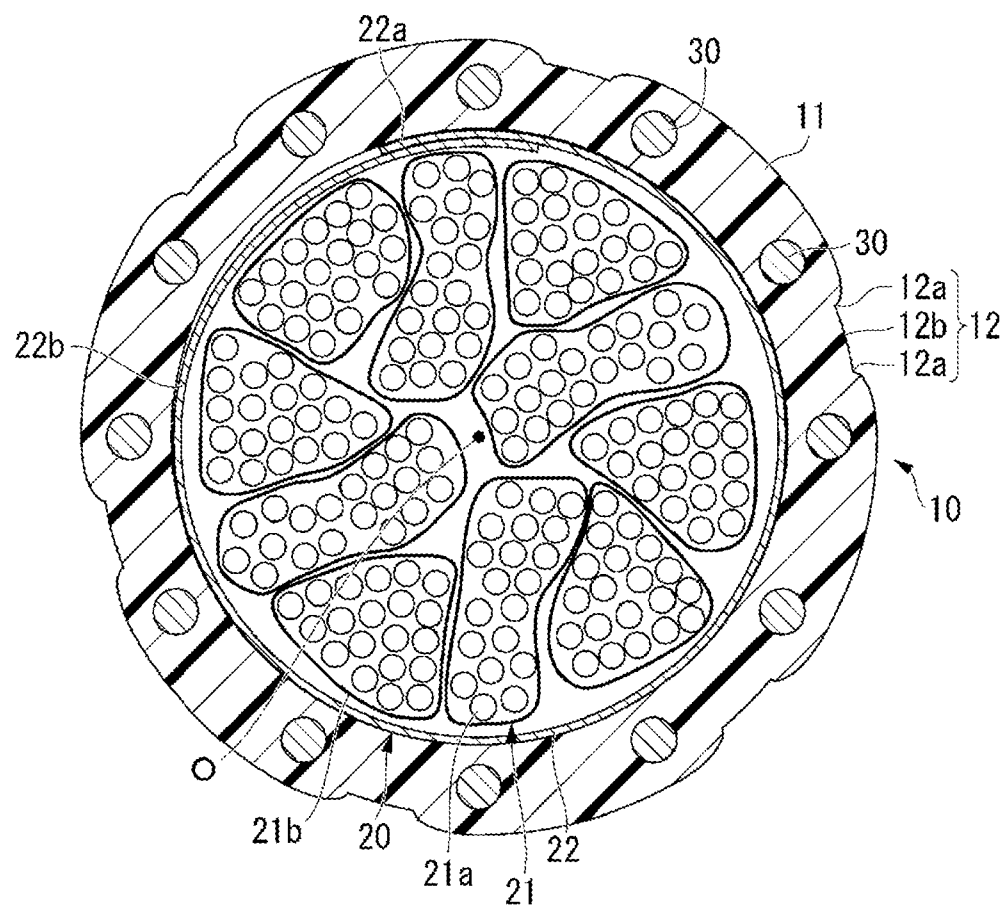


FIG. 11

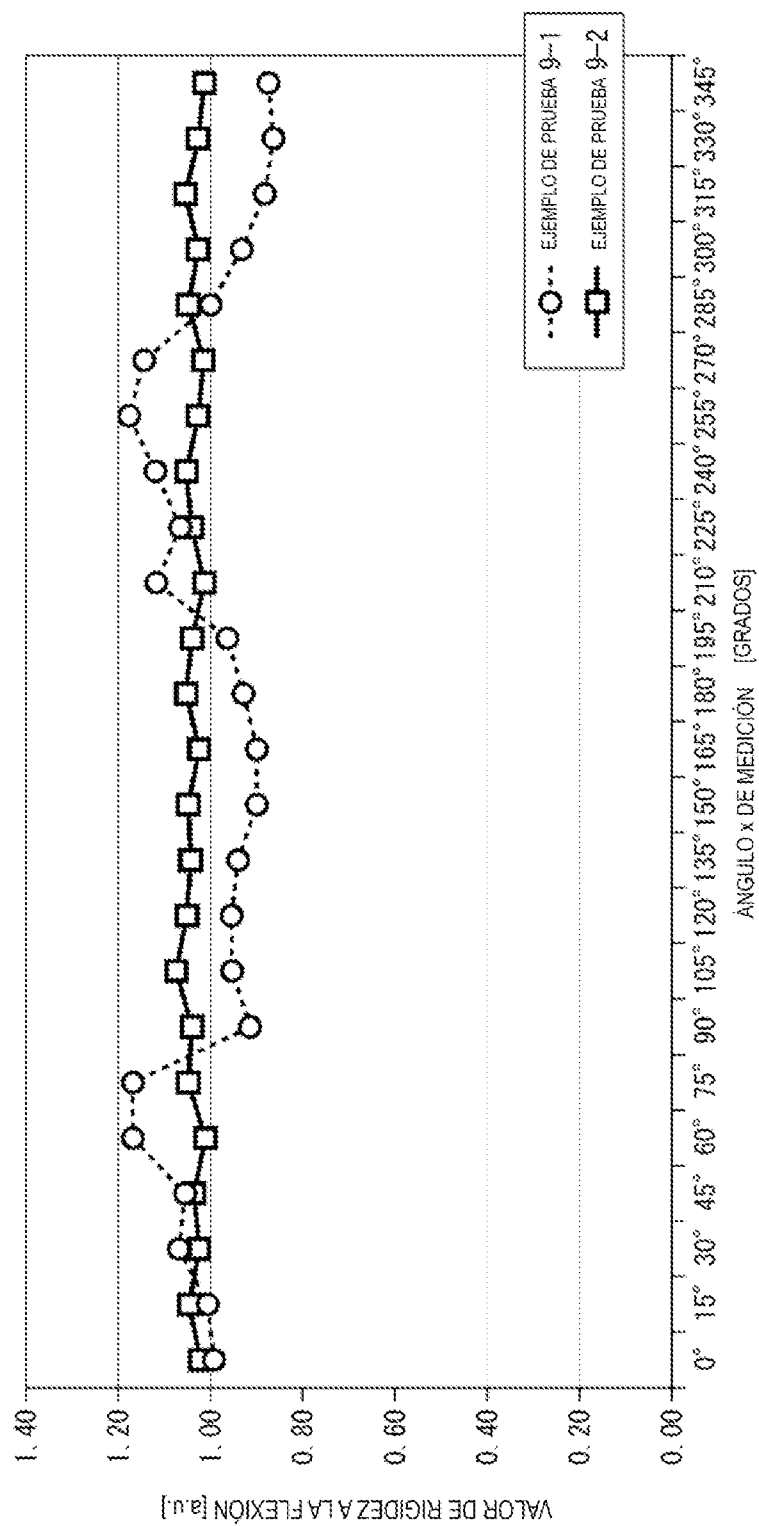


FIG. 12A

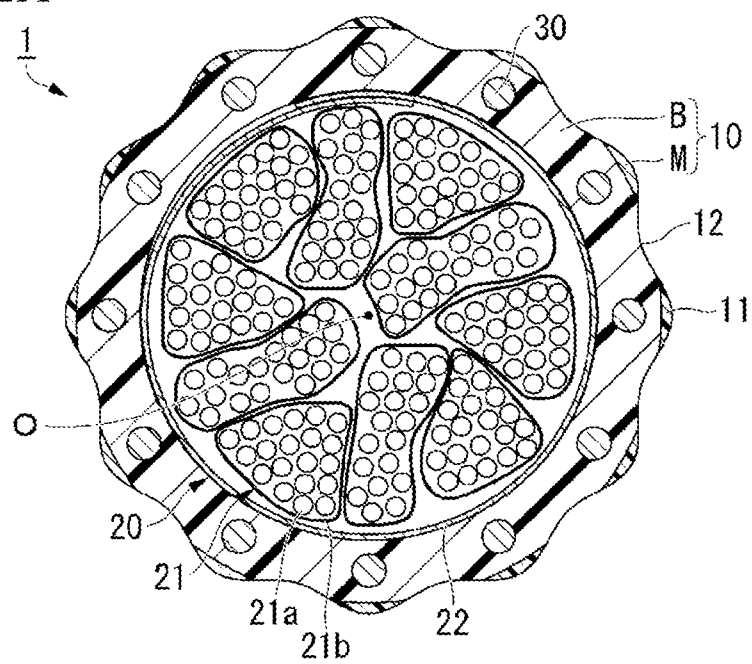


FIG. 12B

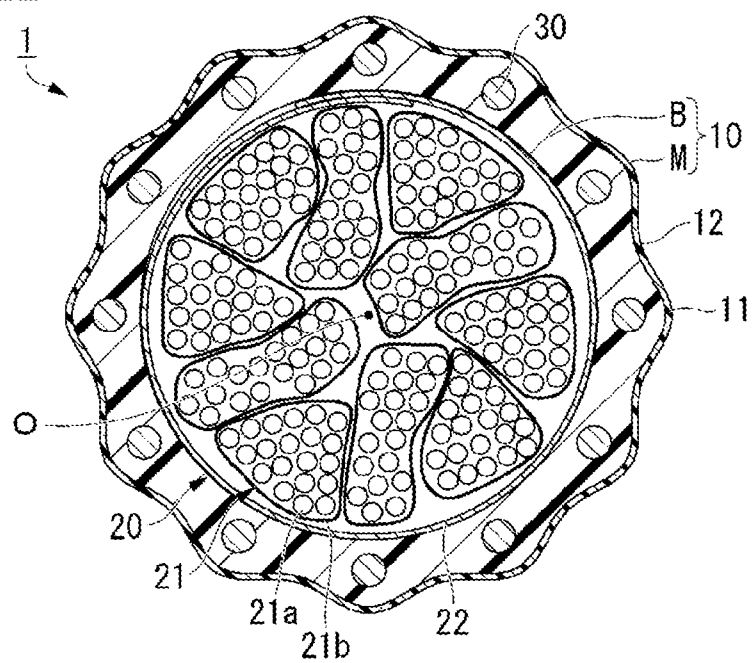


FIG. 12C

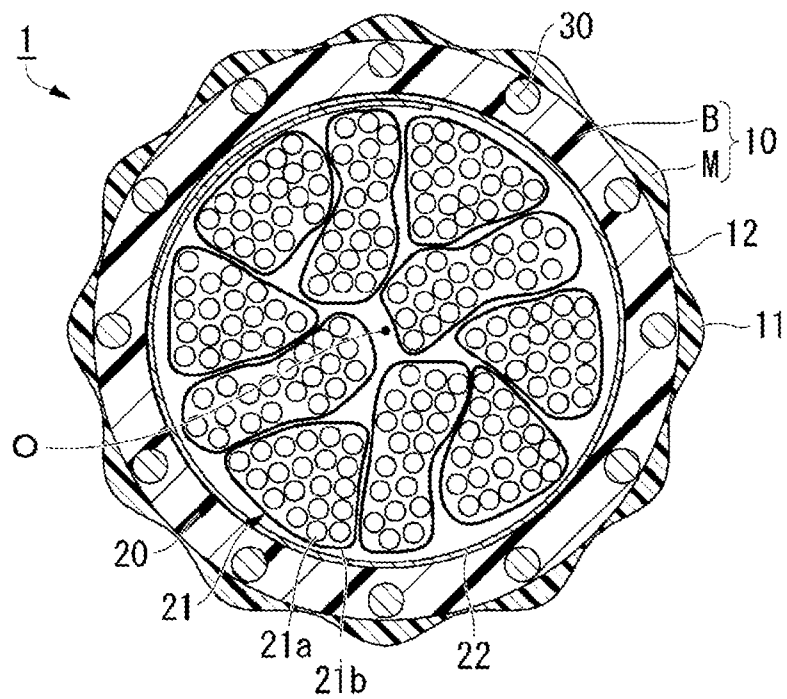


FIG. 13A

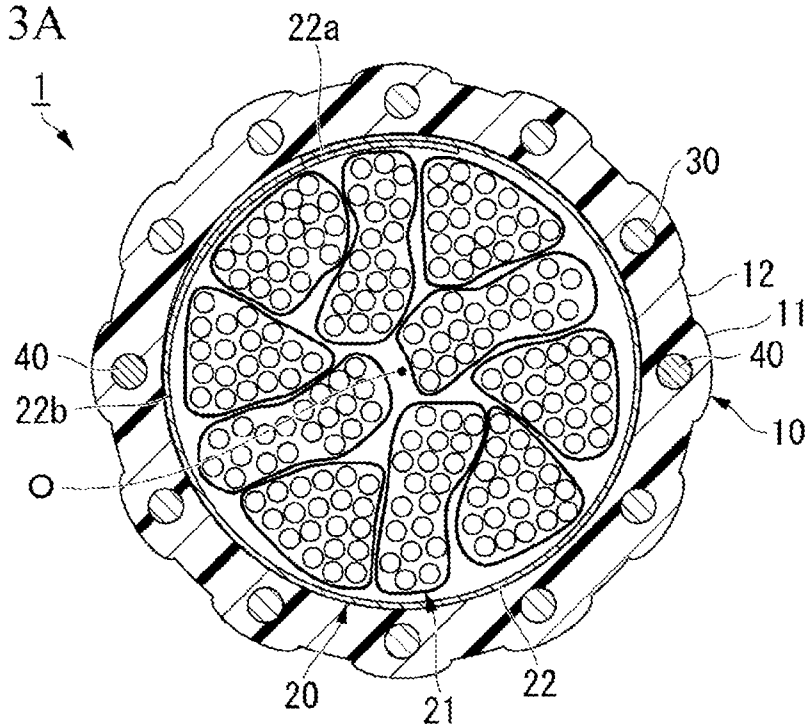


FIG. 13B

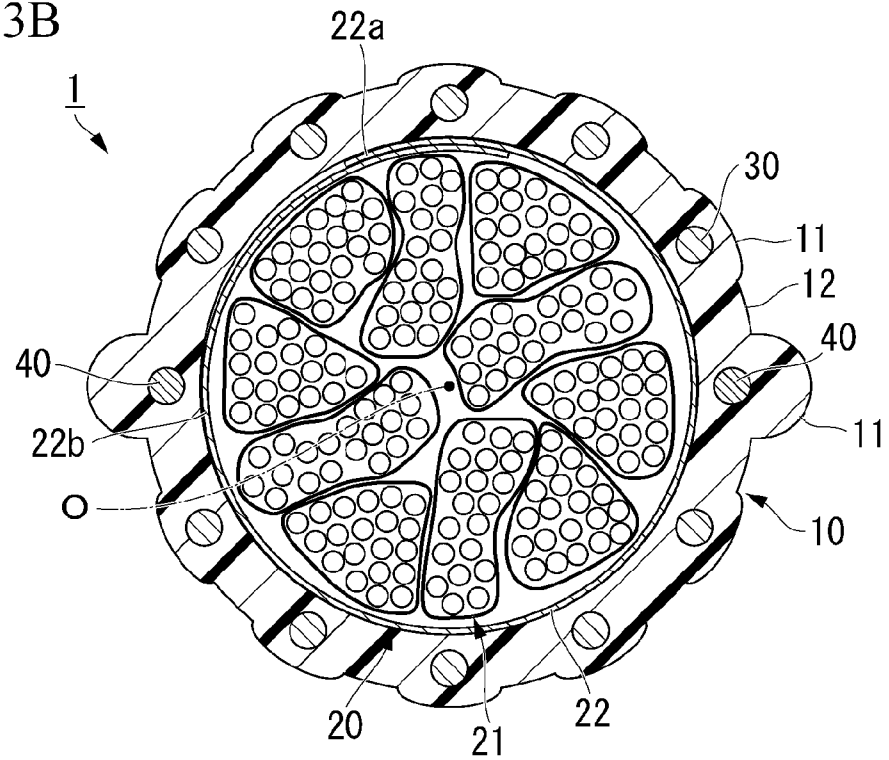


FIG. 13C

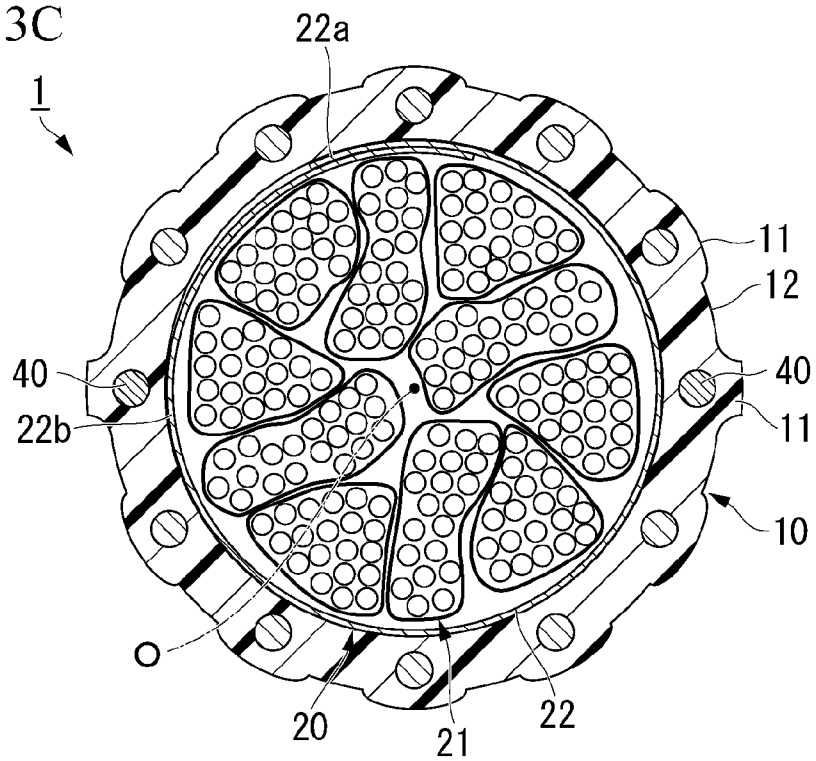


FIG. 13D

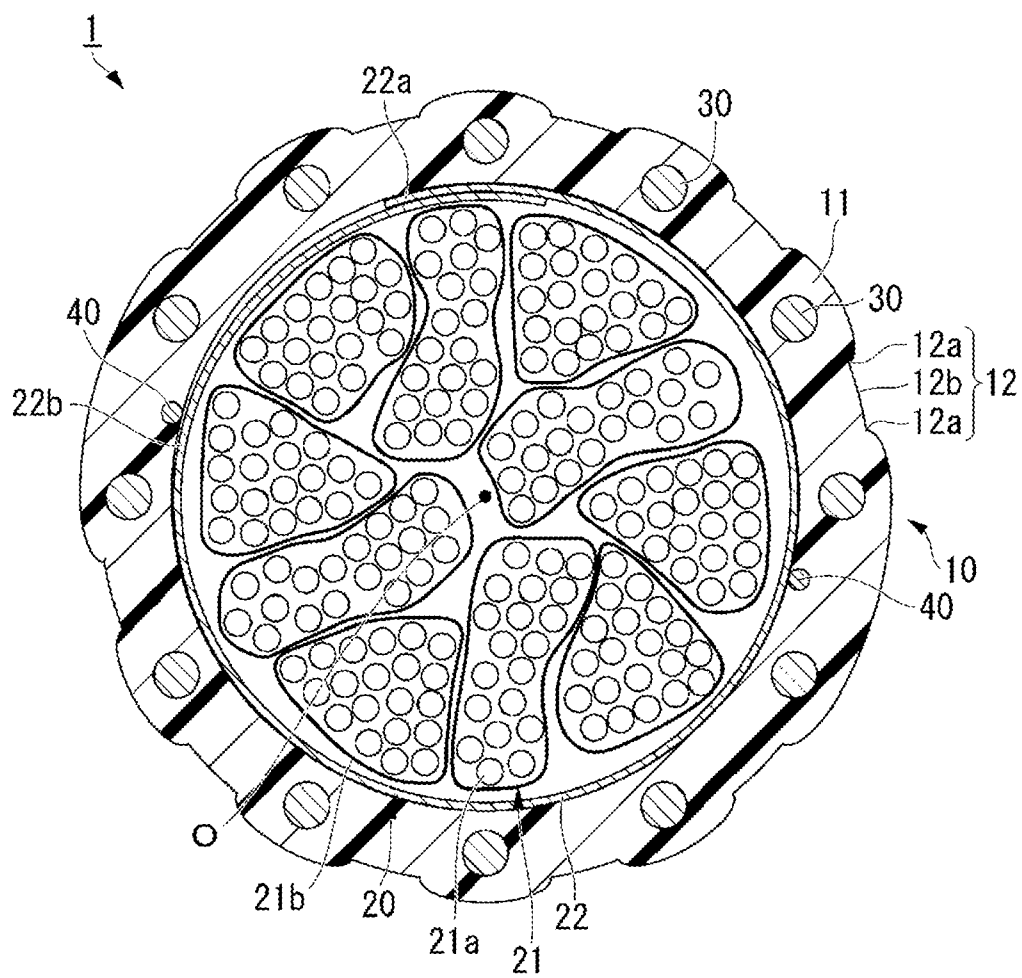


FIG. 14A

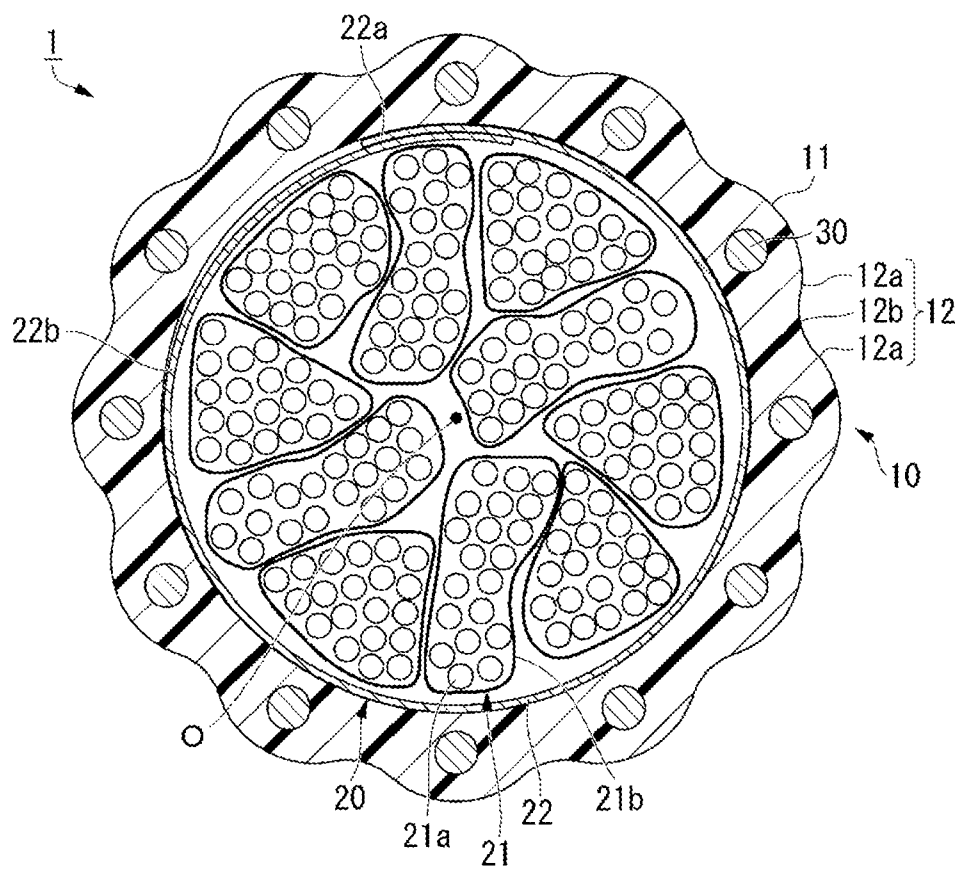


FIG. 14B

