

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 544**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2009 PCT/JP2009/000682**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.09.2009 WO2009110177**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2009 E 09716610 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2265984**

54 Título: **Cable de fibra óptica y método de acceso a la mitad de tramo del mismo**

30 Prioridad:

07.03.2008 JP 2008058626
10.12.2008 JP 2008314568

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.05.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

OSATO, KEN;
OKADA, NAOKI y
TOMIKAWA, KOUJI

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 613 544 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 y método de acceso a la mitad de tramo del mismo

Campo técnico

- 5 Aparatos coherentes con la presente invención se refieren a cables de fibra óptica que encierran fibras, en los que las fibras encerradas son fácilmente accesibles pero su daño está impedido, y un método de acceso a la mitad de tramo de los cables de fibra óptica.

Técnica anterior

- 10 Un cable de fibra óptica en algunos casos incluye numerosas fibras con el fin de aumentar la capacidad o el número de dispositivos que se conectan a través del cable. Estas fibras pueden encerrarse con un núcleo ranurado y el núcleo ranurado junto con las fibras puede encerrarse adicionalmente con una cubierta.

Tras tenderse, algunos cables de fibra óptica a menudo se someten a un trabajo denominado "acceso a la mitad de tramo" para hacer que las fibras ópticas se ramifiquen. En el trabajo de acceso a la mitad de tramo, la cubierta y el núcleo se cortan y se dividen para permitir el acceso a una o más de las fibras encerradas. Como las fibras expuestas al exterior son susceptibles al daño, puede requerirse cualquier medida apropiada para su protección.

- 15 Las publicaciones de solicitud de patente no examinada japonesa n.ºs S62-291608, S63-5313, H06-50009 y H08-211261 dan a conocer técnicas relacionadas de cables de fibra óptica.

También se conoce en el campo y se describe por ejemplo en los documentos EP0945746 o JP2007115636 la unión de la cubierta al núcleo ranurado en una zona de unión.

Descripción de la invención

20 Problema técnico

- 25 Algunas circunstancias dañan las propiedades de las fibras ópticas. Por ejemplo, como es probable que el núcleo ranurado se mueva en relación con la cubierta, puede producirse la protuberancia del núcleo ranurado fuera de un extremo de la cubierta. La protuberancia llevará al daño a las fibras ópticas en la parte protuberante. Además, la curvatura o el meandro pueden generar compresión o tensión de tracción sobre las fibras ópticas, lo que provoca el aumento de la pérdida de transmisión. Determinadas realizaciones de la presente invención proporcionan cables de fibra óptica que encierran fibras, en los que las fibras encerradas son fácilmente accesibles pero su daño está impedido.

Solución técnica

- 30 Un cable de fibra óptica según un aspecto de la presente invención es una fibra según la reivindicación 1. Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de acceso a la mitad de tramo de la fibra óptica según la reivindicación 15.

Breve descripción de los dibujos

- [Figura 1] La figura 1 muestra una sección transversal de un cable de fibra óptica según una primera realización de la presente invención.
- 35 [Figura 2] Las figuras 2(A) a 2(E) son dibujos que explican un procedimiento de acceso a la mitad de tramo.
- [Figura 3] La figura 3 es un dibujo esquemático que explica un método de prueba de extracción.
- [Figura 4] La figura 4 muestra una sección transversal de un cable de fibra óptica según una segunda realización de la presente invención.
- 40 [Figura 5] La figura 5 muestra una sección transversal de un cable de fibra óptica según una cuarta realización de la presente invención.
- [Figura 6] La figura 6 muestra una sección transversal de un cable de fibra óptica según una quinta realización de la presente invención.
- [Figura 7] La figura 7 muestra una sección transversal de un cable de fibra óptica según una sexta realización de la presente invención.
- 45 [Figura 8] La figura 8 muestra una sección transversal de un cable de fibra óptica según una séptima realización de la presente invención, que es además aplicable a realizaciones octava y novena de la presente invención.

[Figura 9] La figura 9 muestra una sección transversal de un cable de fibra óptica según una décima realización de la presente invención.

[Figura 10] La figura 10 muestra una sección longitudinal de la fibra óptica tomada a lo largo del eje Y de la figura 9.

5 [Figura 11] La figura 11 muestra una sección transversal de un cable de fibra óptica según una decimoprimera realización de la presente invención.

[Figura 12] Las figuras 12(A) a 12(C) son vistas en sección parcial para mostrar variaciones de marcadores para indicar dónde un núcleo ranurado se fija con una cubierta.

[Figura 13] La figura 13 muestra una sección transversal de una fibra óptica según una realización de la presente invención, que puede sustituirse con la de la primera realización.

10 [Figura 14] La figura 14 muestra una sección transversal de una fibra óptica según una decimocuarta realización de la presente invención.

[Figura 15] Las figuras 15(A) a 15(D) son dibujos que explican un procedimiento de acceso a la mitad de tramo explicado en relación con el cable de fibra óptica según la decimocuarta realización.

15 [Figura 16] La figura 16 es una vista en sección transversal del cable de fibra óptica para la explicación del procedimiento del acceso a la mitad de tramo.

[Figura 17] La figura 17 es una vista en sección transversal del cable de fibra óptica para ilustrar un estado tras la división.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

20 Se describirán a continuación en el presente documento realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Aunque los cables de fibra óptica según las realizaciones se alargan a lo largo de un eje central C de los mismos, las figuras 1, 4-9, 11-13 sólo muestra secciones transversales de los mismos tomadas a lo largo de un plano perpendicular al eje central. Las siguientes descripciones y los dibujos adjuntos a menudo se refieren a coordenadas rectangulares representados por ejes X e Y en estos planos de sección para facilitar su explicación. Estos ejes X e Y y los elementos relacionados a los mismos en ocasiones representan planos y cuerpos que se alargan a lo largo del eje central C.

25 Con referencia a la figura 1, un cable de fibra óptica 1 según una primera realización de la presente invención se compone de fibras ópticas 3, un núcleo ranurado 7 que tiene una hendidura 5 para alojar las fibras ópticas 3, y una cubierta 9 que encierra el núcleo ranurado 9 junto con las fibras ópticas 3. No es necesario mencionar que todas las fibras 3, la hendidura 5, el núcleo 7, la cubierta 9 y la ranura 11 discurren en paralelo con el eje central C del cable de fibra óptica 1.

30 El núcleo ranurado 7 se compone además de una ranura 11 abierta linealmente a lo largo del núcleo ranurado 7 para permitir el acceso al interior de la hendidura 5. Por tanto el núcleo ranurado 7 tiene una forma de sección transversal de letra C. La pared del núcleo ranurado 7 se hace gradualmente más espesa hacia el lado opuesto a la ranura 11. La hendidura 5 es excéntrica desde el perfil exterior del núcleo ranurado 7. Cuando el centro de la ranura 11 y el lado justamente opuesto a la ranura 11 se alinean en el eje Y, la excentricidad también es en una dirección a lo largo del eje Y.

35 La cubierta 9 preferiblemente consiste en cualquier resina adecuada tal como polietileno. La cubierta 9 se compone de una pared no uniforme que se hace gradualmente más fina desde una porción de pared más espesa 13 hacia una porción de pared más fina 15, ambos de las cuales están alineadas en el eje Y. Por tanto, la excentricidad en la dirección a lo largo del eje Y se da a un hueco definido por la pared en relación con el perfil exterior de la cubierta 9. La porción de pared más espesa 13 cubre la ranura 11.

40 Como la excentricidad de la hendidura 5 en relación con el núcleo ranurado 7 es justamente inversa a la excentricidad del hueco de la cubierta 9, la hendidura 5 es como resultado sustancialmente concéntrica con el eje central C del cable de fibra óptica 1. Alternativamente, la hendidura 5 puede ser ligeramente excéntrica desde el eje central C en ambas direcciones a lo largo del eje Y.

45 El núcleo ranurado 7 se compone además de un par de elementos de refuerzo 17 embebidos en el mismo. Ambos elementos de refuerzo 17 están alineados en el plano que incluye tanto el eje Y como el eje central C del cable 1. Además, los elementos de refuerzo 17 son, por su naturaleza, opuestos a la ranura 11 con respecto al eje central C. Los elementos de refuerzo 17 pueden formarse en varias formas tales como una línea, una tira, un prisma multilateral alargado o una columna. El número de los elementos de refuerzo 17 no está limitado a dos y puede ser tres o más. Se mantiene preferiblemente un ligero intervalo entre los elementos de refuerzo 17.

50 Los elementos de refuerzo 17 están hechos de cualquier material que refuerza el cable de fibra óptica 1 contra el esfuerzo de tracción, tal como acero o FRP (plástico reforzado con fibra), y en general tienen mayor rigidez que las

de los otros elementos. Como los elementos de refuerzo 17 que tienen tanta rigidez están alineados en el plano, cuando el cable de fibra óptica 1 está curvado, este plano funciona como una superficie neutra en un sentido mecánico (una superficie a lo largo de la cual ni se comprime ni se extiende material).

5 En cualquier caso, los elementos de refuerzo 17 pueden alinearse en otro plano. Incluso entonces, si las fibras ópticas 3 se disponen alrededor del plano, puede suprimirse el aumento de pérdida de transmisión tal como se describirá a continuación.

10 Aunque la forma de sección transversal de la hendidura 5 se ilustra como un círculo en la figura 1, la forma no está limitada al mismo y puede ser una elipse o cualquier forma irregular en su lugar. Además, el interior de la hendidura 5 puede estar o bien vacío excepto por las fibras ópticas 3 o lleno de cualquier elemento amortiguador. En cualquier caso, las fibras ópticas 3 se disponen preferiblemente alrededor del eje central C.

Las fibras ópticas 3 pueden ser cualquiera de fibras ópticas desnudas, cordones de fibra óptica, y cintas de fibra óptica.

15 Una cinta alargada 19 preferiblemente hecha de tela no tejida o cualquier resina tal como PET (tereftalato de polietileno) está fijada sobre el núcleo ranurado 7 para cubrir la ranura 11. La cinta alargada 19 no está envuelta alrededor del núcleo ranurado 7 y deja descubierta una parte inferior de una superficie del núcleo ranurado 7. Por tanto la cubierta 9 puede estar directamente en contacto con esta parte inferior del núcleo ranurado 7 mientras que la cinta alargada 19 interviene entre la parte superior del núcleo ranurado 7 y la cubierta 9.

20 En esta parte descubierta, el núcleo ranurado 7 tiene una porción de unión 23 en la que el núcleo ranurado 7 está unido a la cubierta 9. La porción de unión 23 abarca longitudinalmente el núcleo ranurado 7 para formar una línea continua o una fila de porciones separados en intervalos. Puede aplicarse la unión por fusión térmica para la unión en la porción de unión 23. En la presente realización, un nervio protuberante 21 que sobresale del núcleo ranurado 7 está formado con antelación a la unión. El nervio protuberante 21 facilita la unión por fusión térmica con la cubierta 9 y, tras la unión, se convierte en la porción de unión 23 que encaja en y se une con un rebaje complementario de la cubierta 9. En cualquier caso apropiado, puede omitirse la unión por fusión térmica o cualquier otro tratamiento de unión y el nervio protuberante 21 que encaja en el rebaje funciona por sí solo como la unión. Preferiblemente el nervio protuberante 21 no sobresale de la cubierta 9.

El cable de fibra óptica 1 puede incluir un cordón de desgarre para facilitar la división de la cubierta 9.

30 Tal como ya se describió, el plano en el que los elementos de refuerzo 17 están alineados, mostrado como el eje Y en la figura 1, funciona como una superficie neutra en un sentido mecánico cuando el cable de fibra óptica 1 está curvado en cualquier dirección perpendicular al plano (concretamente, en la dirección del eje X). Además el cable de fibra óptica 1 puede rotar o girar sustancialmente de manera libre con muy poca tensión, porque el cable 1 está en general sometido a muy poca restricción. Por tanto, incluso si se curvara el cable de fibra óptica 1 en una dirección desviada del eje X, el cable de fibra óptica 1 se orientaría de nuevo ligeramente para curvarse en el eje X y entonces el plano que incluye el eje central C todavía funciona como una superficie neutra. Además, como las fibras ópticas 3 están dispuestas alrededor del eje central C (incluido en la superficie neutra), las fibras ópticas 3 ni se comprimen ni se extienden sustancialmente. Por tanto la pérdida de transmisión provocada por compresión o tensión de tracción puede suprimirse en un nivel muy bajo. Es ventajoso en vista de la supresión de pérdida de transmisión particularmente cuando algunas circunstancias obligan a un cable de fibra óptica tendido a curvarse o al meandro.

40 Como la cubierta 9 está libre de un elemento de refuerzo que puede ser una obstrucción a la hora de dividir o cortar la cubierta 9, el cable de fibra óptica 1 proporciona facilidad para el trabajo de acceso a la mitad de tramo.

45 Como la cubierta 9 tiene una pared no uniforme en la que la porción de pared más espesa 13 cubre la ranura 11, se refuerza la resistencia mecánica en esta parte. Esto es ventajoso en vista de la prevención de daño a las fibras ópticas 3 encerradas cuando se aplica fuerza externa a la cubierta 9, en particular sobre la ranura 11. Este efecto se hace pronunciado cuando el espesor de la porción de pared más espesa 13 es de 1,5 veces o más el espesor de la porción de pared más fina 15.

50 Sin la porción de unión 23, es probable que el núcleo ranurado 7 se mueva en su dirección longitudinal porque el cambio de temperatura tras tender el cable de fibra óptica 1 puede provocar expansión o contracción térmica. Además, algunos modos de manipulación del cable de fibra óptica 1 pueden provocar el desplazamiento rotacional del núcleo ranurado 7 en relación con la cubierta 9. Como la cubierta 9 y el núcleo ranurado 7 están unidos entre sí en la porción de unión 23, se evita el desplazamiento del núcleo ranurado 7 en relación con la cubierta 9 en las direcciones tanto longitudinal como rotacional. La unión en la porción de unión 23 evita de manera eficaz la protuberancia, retracción y desplazamiento rotacional del núcleo ranurado 7. Como la unión en la porción de unión 23 evita tal desplazamiento, el cable de fibra óptica 1 proporciona una marcada facilidad de manipulación.

55 La unión entre el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9 está limitada en la porción de unión 23. Este hecho proporciona facilidad para el trabajo de acceso a la mitad de tramo porque la peladura de la cubierta 9 se lleva a cabo fácilmente en comparación con un caso en el que el núcleo y la cubierta están completamente unidos entre sí. En particular, mientras que un cortador se coloca en la cubierta al principio del trabajo de acceso a la mitad de tramo, el cortador

puede cortar el nervio protuberante 21 y por tanto simultáneamente romper la unión entre el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9 en la porción de unión 23. Por tanto la trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo se mejora de manera marcada.

5 Con referencia a las figuras 2(A) a 2(E), se describirá a continuación en el presente documento un procedimiento de acceso a la mitad de tramo. En primer lugar, se coloca un borde afilado de un cortador 25 en la cubierta 9 y se hace avanzar alrededor de la circunferencia de la misma para llevar a cabo el corte alrededor de la cubierta 9. Además, el cortador 25 se hace avanzar a lo largo de la porción de unión 23 para llevar a cabo la división de la cubierta 9 y posteriormente se lleva a cabo de nuevo el corte alrededor en otra parte tal como se muestra en la figura 2(B). Como la porción de unión 23 está formada en el nervio protuberante 21, la unión entre el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9 se rompe fácilmente en el transcurso de la etapa mencionada anteriormente. Además, aunque el movimiento del cortador 25 a lo largo de la dirección longitudinal da lugar al daño a las fibras ópticas 3 encerradas ya que la ranura 11 discurre en esta dirección, tal movimiento se hace en la porción de unión 23 opuesta a la ranura 11 y por tanto las fibras ópticas 3 no están sometidas a daño.

10 Entonces, una parte de la cubierta 9 se separa del resto de la cubierta 9 y además se forma una raja 27 longitudinal en esta parte tal como se muestra en la figura 2(C). Esta parte se hace retirable del núcleo ranurado 7 y las fibras ópticas 3.

15 Tras retirar la parte de la cubierta 9, la ranura 11 está expuesta tal como se muestra en la figura 2(D) y por tanto las fibras ópticas 3 alojadas en la hendidura 5 se hacen accesibles a través de la ranura 11. Una o más de las fibras ópticas 3 se tiran fuera del núcleo ranurado 7 tal como se muestra en la figura 2(E) y entonces se someten a un procedimiento de ramificación.

20 La tabla 1 demuestra los resultados de pruebas de algunos ejemplos con respecto a una prueba de extracción, longitud de protuberancia del núcleo ranurado en el extremo de la cubierta, trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo, y pérdida de transmisión. La prueba de extracción se ha llevado a cabo de la manera mostrada en la figura 3, en la que un núcleo ranurado 7 de una probeta 29 se extrae de una cubierta 9 que tiene una longitud de 400 mm a una velocidad de 100 ml/min en una dirección indicada por una flecha en la misma y se mide un valor máximo de fuerza de extracción.

Mientras tanto, la fuerza de extracción es preferiblemente de 98 N o más en vista de la prevención de desplazamiento del núcleo ranurado en relación con la cubierta.

Se produce el ejemplo de trabajo 1 según la presente realización.

30 Los ejemplos comparativos 1-5 son diferentes de la presente realización en parámetros estructurales tal como se resume en esta tabla.

[Tabla 1]

	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	EJEMPLO TRABAJO 1	DE	EJEMPLO COMPARATIVO 1	EJEMPLO COMPARATIVO 2	EJEMPLO COMPARATIVO 3	EJEMPLO COMPARATIVO 4	EJEMPLO COMPARATIVO 5
PARÁMETROS ESTRUCTURALES	FIJACIÓN ENTRE EL NÚCLEO DE RANURA Y LA CUBIERTA	PARCIAL		ADHESIÓN GLOBAL	NINGUNA	PRESIÓN SOBRE LA RANURA POR LA CUBIERTA	NINGUNA	NINGUNA
	CINTA O ENVUELTA	UNA CINTA A LO LARGO DE LA RANURA PARCIALMENTE, SIN ENVUELTA		UNA CINTA A LO LARGO DE LA RANURA PARCIALMENTE, SIN ENVUELTA	UNA CINTA A LO LARGO DE LA RANURA PARCIALMENTE, SIN ENVUELTA	UNA CINTA A LO LARGO DE LA RANURA PARCIALMENTE, SIN ENVUELTA	UNA ENVUELTA ESPIRAL ALREDEDOR DE LA RANURA	UNA CINTA A LO LARGO DE LA RANURA COMPLETAMENTE, Y UN HILO ENROLLADO ALREDEDOR DE LA MISMA
EVALUACIÓN	FUERZA DE EXTRACCIÓN DEL NÚCLEO DE RANURA (FIG. 3)	98 N O MÁS		98 N O MÁS	10 N O MENOS	98 N O MÁS	85 N	20 N
	(LONGITUD DE CUBIERTA: 40 cm)							
	UNA PROTUBERANCIA DEL EXTREMO DE LA CUBIERTA	NINGUNA (1 mm O MENOS)		NINGUNA (1 mm O MENOS)	UNA PROTUBERANCIA DE 55 mm DE LONGITUD	UNA PROTUBERANCIA DE 5 mm DE LONGITUD	UNA PROTUBERANCIA DE 5 mm DE LONGITUD	UNA PROTUBERANCIA DE 36 mm DE LONGITUD
	TRABAJABILIDAD *2	EXCELENTE		ESCASA	EXCELENTE	TOLERABLE	TOLERABLE (TRABAJO ADICIONAL PARA RETIRADA)	TOLERABLE (TRABAJO ADICIONAL PARA RETIRADA)
	PÉRDIDA DE TRANSMISIÓN (A LA LONGITUD DE ONDA DE 1,55 μm)	0,21 dB/km		0,21 dB/km	0,21 dB/km	0,45 dB/km	0,23 dB/km	0,21 dB/km

*OBSERVACIONES EXCELENTE: TRABAJABLE SIN NINGÚN PROBLEMA Y CON MAYOR FACILIDAD QUE CABLES EXISTENTES

TOLERABLE: TRABAJABLE CON LABOR CONSIDERABLE EN COMPARACIÓN CON CABLES EXISTENTES

ESCASA: MOLESTO EN EL TRABAJO

ES 2 613 544 T3

Como puede comprenderse a partir de la tabla 1, el ejemplo de trabajo 1 según la presente realización tiene propiedades satisfactorias porque la fuerza de extracción es de 98 N o más, la longitud de protuberancia es de 1 mm o menos, y la pérdida de transmisión es de solamente 0,21 dB/km mientras que la trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo es excelente.

5 El ejemplo comparativo 1 es diferente del ejemplo de trabajo 1 porque el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9 están completamente unidos entre sí. La trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo es inferior a la del ejemplo de trabajo 1 porque es considerablemente más laborioso pelar la cubierta 9 completamente unida con el núcleo ranurado 7.

10 El ejemplo comparativo 2 es diferente del ejemplo de trabajo 1 porque no hay ninguna unión formada entre el núcleo ranurado y la cubierta. Esta estructura da como resultado una fuerza relativamente pequeña de 10 N o menos requerida para extraer el núcleo ranurado fuera de la cubierta y una longitud de protuberancia relativamente grande de 55 mm del núcleo ranurado fuera de la cubierta. Esto significa que el núcleo ranurado es susceptible al desplazamiento en relación con la cubierta.

15 El ejemplo comparativo 3 es diferente del ejemplo de trabajo 1 porque la fijación del núcleo ranurado con la cubierta depende sólo de la presión de la cubierta sobre el núcleo ranurado. Esta estructura da como resultado una longitud de protuberancia relativamente grande de 5 mm del núcleo ranurado fuera de la cubierta. Además, la trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo es inferior a la del ejemplo de trabajo 1. La pérdida de transmisión aumenta hasta 0,45 dB/km que es considerablemente superior a 0,21 dB/km del ejemplo de trabajo 1.

20 El ejemplo comparativo 4 es diferente del ejemplo de trabajo 1 porque no hay ninguna unión formada entre el núcleo ranurado y la cubierta y una envuelta hecha de una cinta se enrolla alrededor del núcleo ranurado en una forma en espiral. Como la envuelta sirve para el rozamiento contra el desplazamiento del núcleo ranurado, la fuerza de extracción es relativamente alta, 85 N. Sin embargo, la longitud de protuberancia del núcleo ranurado fuera de la cubierta alcanza aproximadamente los 5 mm. Además, la trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo es inferior a la del ejemplo de trabajo 1 ya que se requiere trabajo adicional para retirar la envuelta. La transmisión es relativamente baja, 0,23 dB/km, aunque este valor es ligeramente superior al del ejemplo de trabajo 1.

25 El ejemplo comparativo 4 es diferente del ejemplo de trabajo 1 porque no hay ninguna unión formada entre el núcleo ranurado y la cubierta y además una envuelta hecha de un hilo se enrolla alrededor del núcleo ranurado junto con la cinta alargada a lo largo de la ranura. Aunque la envuelta sirve para el rozamiento contra el desplazamiento del núcleo ranurado, la fuerza de extracción del núcleo ranurado es de sólo 20 N y la longitud de protuberancia del núcleo ranurado fuera de la cubierta alcanza los 36 mm. Además, trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo es inferior a la del ejemplo de trabajo 1 ya que se requiere trabajo adicional para retirar la envuelta. La pérdida de transmisión es bastante baja, 0,21 dB/km.

30 Como puede entenderse a partir de las comparaciones mencionadas anteriormente, el ejemplo de trabajo 1 según la presente realización proporciona resultados beneficiosos en comparación con los ejemplos comparativos, tales como la prevención del desplazamiento del núcleo ranurado en relación con la cubierta, baja pérdida de transmisión, y excelente trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo.

35 La realización mencionada anteriormente se modificará de varias maneras. Algunas de tales modificaciones se describirán a modo de ejemplo a continuación en el presente documento. En las siguientes descripciones, se describirán principalmente diferencias en comparación con la realización mencionada anteriormente y se omitirán o simplificarán descripciones sobre elementos sustancialmente idénticos a los de la realización mencionada anteriormente.

40 Con referencia a la figura 4 que ilustra una segunda realización, al núcleo ranurado 7 se le da parcialmente rugosidad con antelación a la unión y la superficie rugosa del núcleo ranurado 7 se somete a la unión por fusión térmica para formar una porción de unión 23 con la cubierta 9. La porción de unión 23 se compone de una porción de unión por fusión térmica 31 producida por la unión por fusión térmica, en la que el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9 se fusionan entre sí y forman así de manera local un cuerpo unitario.

45 Alternativamente, en una tercera realización, el núcleo ranurado 7 se calienta parcialmente hasta una temperatura suficientemente próxima a, o superior a, la de la cubierta 9 con antelación a la unión para provocar el ablandamiento del núcleo ranurado 7, y entonces se lleva a cabo la unión por fusión térmica.

50 Con referencia a la figura 5 que ilustra una cuarta realización, en lugar de la unión por fusión térmica, puede usarse un material de unión 33 tal como adhesivo para formar la unión entre el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9. Por tanto, la porción de unión 23 se compone del material de unión 33.

55 Con referencia a la figura 6 que ilustra una quinta realización, en lugar de un nervio protuberante, se forma un rebaje 35 que retrocede al interior del núcleo ranurado 7 con antelación a la unión y la cubierta 9 tiene una protuberancia complementaria. Tras encajar la protuberancia en el rebaje 35, se lleva a cabo la unión por fusión térmica para formar una porción de unión 23 entre los mismos. Como con el nervio de la primera realización, el rebaje 35 puede

ES 2 613 544 T3

ser o bien una línea continua de una concavidad o una fila de concavidades separadas, que abarca longitudinalmente el núcleo ranurado 7.

5 Con referencia a la figura 7 que ilustra una sexta realización, un cordón de desgarre 37 que tiene un material de unión tal como adhesivo está interpuesto entre el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9. El cordón de desgarre 37 se dispone preferiblemente en o cerca del plano en el que están alineados los elementos de refuerzo 17. Mediante el material de unión del cordón de desgarre 37 en lugar de la unión por fusión térmica, el núcleo ranurado 7 se une con la cubierta 9. Cuando se extrae el cordón de desgarre 37, ayuda a dividir la cubierta como lo hace un cordón de desgarre normal, y además simultáneamente rompe la unión entre el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9. Como se facilita además de este modo la retirada de la cubierta 9, puede además ejecutarse fácilmente el trabajo de acceso a la mitad de tramo en comparación con la primera realización.

Con referencia a la figura 8 que ilustra una séptima realización, pueden alojarse uno o más hilos absorbentes 39 en la hendidura 5 del núcleo ranurado 7. Los hilos absorbentes 39 mejoran la calidad hidrófuga del cable de fibra óptica 1.

15 Alternativamente, una cinta absorbente 41 que tiene la capacidad de absorber agua puede aplicarse en lugar de, o junto con, la cinta alargada 19 de la primera realización. La cinta absorbente 41 también mejora la calidad de ser resistente al agua.

Además alternativamente, pueden usarse tanto los hilos absorbentes 39 como la cinta absorbente 41. Esta combinación de los hilos absorbentes 39 y la cinta absorbente 41 mejora además la cualidad hidrófuga.

20 Con referencia a las figuras 9 y 10 que ilustran una décima realización, se proporcionan anclajes 43 en la hendidura 5 del núcleo ranurado 7. Los anclajes 43 soportan una o más de las fibras ópticas 3 en su lugar. Preferiblemente, los anclajes 43 están dispuestos en intervalos en una dirección a lo largo del eje central C. Esta estructura evita que actúe una fuerza no deseada sobre las fibras ópticas 3 incluso cuando se deforma el cable de fibra óptica 1. Además, los anclajes 43 están preferiblemente hechos de cualquier material viscoso blando. Preferiblemente, el material es una resina de endurecimiento por UV que tiene un módulo de Young de 800 MPa o menos y una viscosidad de 500 cps o más a la temperatura normal, evitando así que actúe una fuerza no deseada sobre las fibras ópticas 3, lo que puede aumentar la pérdida de transmisión. Preferiblemente, los intervalos de los respectivos anclajes 43 están en intervalo de desde 100 mm hasta 2000 mm, evitando así que actúe una fuerza no deseada sobre las fibras ópticas 3. Preferiblemente, el soporte de las fibras ópticas 3 mediante los anclajes 43 se regula de modo que una fuerza requerida para extraer las fibras ópticas soportadas es de 5 N/10 m o más.

30 La instalación de los anclajes 43 se ejecuta en, pero no se limita a, la siguiente manera. La cinta 19 se desenrolla y se hace discurrir. Una resina de endurecimiento por UV no curada se inyecta de manera intermitente sobre la cinta 19 que discurre sustancialmente en el centro de la misma. A continuación la cinta 19 junto con la resina de endurecimiento por UV no curada se expone a luz UV para curar la resina de endurecimiento por UV y posteriormente se gira y se pone boca abajo. Por tanto, los anclajes 43 hechos de la resina de endurecimiento por UV están dispuestos en intervalos en la cara inferior de la cinta 19. Por otro lado, las fibras ópticas 3 se colocan en la hendidura 5 del núcleo ranurado 7 y la ranura 11 se hace orientada hacia arriba. La cinta 19 junto con los anclajes 43 se une sobre el núcleo ranurado 7 para cubrir la ranura 11, con lo que los anclajes 43 se insertan en la hendidura 5 para soportar las fibras ópticas 3. Puede usarse una extrusora para encerrar el núcleo ranurado 7 con la cubierta 9.

40 La tabla 2 demuestra los resultados de pruebas de algunos ejemplos con respecto a la pérdida de transmisión, una prueba de extracción y trabajabilidad sobre el acceso a la mitad de tramo. Los ejemplos 1-8 se fabrican en general según la décima realización mencionada anteriormente y varían en tipos de resina, módulos de Young de las mismas, y viscosidades de las mismas, tal como se resume en la tabla 2.

[Tabla 2]

	VALOR OBJETIVO	EJEMPLO 1	EJEMPLO 2	EJEMPLO 3	EJEMPLO 4	EJEMPLO 5	EJEMPLO 6	EJEMPLO 7	EJEMPLO 8
CONDICIÓN	FIJACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA	-	POR UNA RESINA UV	POR UN ADHESIVO TERMOFUSIBLE	POR UN HILO LLENADO				
	MÓDULO DE YOUNG DE LA RESINA (Mpa)	-	500	1000	500	800	1000	-	1000
	VISCOSIDAD DE LA RESINA (cps)	-	300	300	500	500	500	700	SUPERIOR A 10000
RESULTADOS	PÉRDIDA DE TRANSMISIÓN (dB/km)	MENOS DE 0,25	0,22	0,28	0,21	0,23	0,32	0,32	0,86
	FUERZA DE EXTRACCIÓN DEL NÚCLEO DE RANURA (N/10 m)	SUPERIOR A 5	2,8	4,2	9,8	8,5	12	11,5	11
	TRABAJABILIDAD	-	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	TOLERABLE (TRABAJO ADICIONAL PARA RETIRADA DE LA ADHESIÓN TERMOFUSIBLE)

Con tal de que se establezca un nivel objetivo de rendimiento de modo que una pérdida de transmisión es de 0,25 dB/km o menos, una fuerza requerida para extraer el núcleo ranurado fuera de la cubierta sea superior a 5, y la trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo sea mejor que la de los cables existentes, los que cumplen con el nivel objetivo entre los ejemplos son los ejemplos 3, 4 y 6, que habitualmente se componen de anclajes hechos de la resina de endurecimiento por UV. Tanto el ejemplo 7 que tiene anclajes hechos de adhesivo termofusible como el ejemplo 8 en el que hilos llenados en la hendidura fijan las fibras ópticas no cumplen con el nivel objetivo.

En más detalle, los ejemplos 2, 5 y 8 no tienen una pérdida de transmisión suficientemente baja que cumpla con el nivel objetivo ya que los módulos de Young de los anclajes de estos ejemplos llegan a 1000 MPa. En cambio, los ejemplos 1, 3, 4 y 6 cumplen con la pérdida de transmisión objetivo, en la que los módulos de Young de los anclajes son de 800 MPa o menos. Más específicamente, los módulos de Young de los anclajes de 800 MPa o menos proporcionan resultados beneficiosos en vista de la supresión de la pérdida de transmisión.

Además, los ejemplos 1 y 2 en los que las viscosidades de los anclajes son de 300 cps no cumplen con la fuerza de extracción objetivo, mientras que los ejemplos 3, 4, 5 y 6 en los que las viscosidades son de 500 cps o más cumplen con la fuerza de extracción objetivo. Más específicamente, las viscosidades de los anclajes de 500 cps o más proporcionan resultados beneficiosos en vista de la prevención del desplazamiento del núcleo ranurado.

Se producirá la modificación adicional de las realizaciones anteriores. Con referencia a la figura 11 que ilustra una decimoprimer realización, anchuras de la ranura 11 en un intervalo apropiado también resultados beneficiosos. Un plano que surge del eje central C en contacto con un borde en la derecha de la ranura 11 se muestra como una línea L en la figura 11 y otro plano que surge del eje central C en contacto con otro borde en la izquierda de la ranura 11 se muestra como una línea L'. Estos planos hacen un ángulo "theta" tal como se muestra en la figura 11. Cuando el ángulo theta es superior a 30 grados, la trabajabilidad sobre el trabajo de acceso a la mitad de tramo se hace fácil. Además, cuando el ángulo theta es inferior a 90 grados, se evita que la cubierta 9 caiga al interior de la hendidura 5 y por tanto no tiene una influencia indeseable en la pérdida de transmisión. Más específicamente, los ángulos theta en un intervalo de desde 30 grados hasta 90 grados proporcionan resultados beneficiosos.

Además, anchuras de la cinta 19 en un intervalo apropiado también resultados beneficiosos. Un plano que surge del eje central C en contacto con un borde en la derecha de la cinta 19 se muestra como una línea T en la figura 11 y otro plano que surge del eje central C en contacto con otro borde en la izquierda de la cinta 19 se muestra como una línea T'. Estos planos hacen un ángulo "gamma" tal como se muestra en la figura 11. No es necesario mencionar los resultados beneficiosos proporcionados por ángulos gamma superiores al ángulo theta. Cuando el ángulo gamma es inferior a cuatro veces el ángulo theta, el núcleo ranurado 7 está fijado firmemente con la cubierta 9 ya que el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9 garantizan suficiente superficie de contacto. Más específicamente, los ángulos gamma en un intervalo de desde el ángulo gamma hasta cuatro veces el ángulo gamma proporcionan resultados beneficiosos.

Con referencia a las figuras 12(A)-12(C) que ilustran una decimosegunda realización, el cable de fibra óptica 1 puede además componerse de un marcador para indicar una posición de la porción de unión 23. El marcador puede ser una protuberancia 45 que sobresale de la cubierta 9, que está justamente alineada a la porción de unión 23 tal como se muestra en la figura 12(A). Alternativamente, el marcador puede ser una barra coloreada 47 sobre la cubierta 9 tal como se muestra en la figura 12(B). Además alternativamente, el marcador puede ser una porción cóncava 49 tal como se muestra en la figura 12(C). La existencia del marcador ayuda a la persona que va a llevar a cabo el trabajo de acceso a la mitad de tramo a encontrar dónde cortar.

Con referencia a la figura 13 que ilustra una decimotercera realización, un par de elementos de refuerzo con forma de prisma rectangular 20 están embebidos en el núcleo ranurado 7, en lugar de los elementos de refuerzo columnares 17 de la primera realización.

Con referencia a la figura 14 que ilustra una decimocuarta realización, el cable de fibra óptica 1 se compone de dos muescas 51 formadas en una superficie exterior de la cubierta 9, que discurren a lo largo del eje central C. Las muescas 51 facilitan la división de la cubierta 9 en el momento del procedimiento de acceso a la mitad de tramo. El número de las muescas 51 no está limitado a dos pero puede ser tres o más. Además, las secciones de las muescas 51 no están limitadas a una forma de letra V sino que pueden ser cualquier forma adecuada. Los otros aspectos de la presente realización pueden ser idénticos a los de la primera realización o la otra.

Las muescas 51 (o las dos más externas de las muescas 51 en un caso en el que se proporcionan tres o más muescas) pueden disponerse simétricamente con respecto a la porción de pared más fina 15 y dejar un intervalo correctamente estrecho entre las mismas. Las muescas 51 posicionadas de esta manera se sitúan en porciones relativamente finas de la cubierta 9 y relativamente cerca entre sí, facilitando así de manera suficiente la división de la cubierta 9. Una parte de la cubierta 9 separada de la cubierta 9 restante puede reutilizarse de manera beneficiosa con el fin de cubrir la ranura 11 expuesta tal como se describirá a continuación.

La anchura entre las muescas 51 afecta la facilidad para encerrar de nuevo las fibras ópticas y la facilidad de desgarrar la cubierta. Los resultados de pruebas resumidos en la tabla 3 demuestran esta característica. En estas pruebas, se sometieron a prueba probetas 1-6 que tienen respectivamente varias anchuras. En la tabla 3, las

anchuras se indican mediante ángulos alfa, en los que un ángulo alfa se define como un ángulo NCN' formado por los planos CN , CN' que surgen del eje central C y que pasan respectivamente las muescas 51.

[Tabla 3]

	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3	PROBETA 4	PROBETA 5	PROBETA 6
CONDICIÓN	15°	20°	30°	90°	160°	180°
RESULTADOS	ANCHURA ENTRE MUESCAS (ÁNGULO α)					
	FACILIDAD DE ENCERRAR DE NUEVO LAS FIBRAS ÓPTICAS	NO TAN FÁCIL REQUIERE ESFUERZO PARA ABRIR Y CERRAR LA CUBIERTA	FÁCIL FÁCIL DE ENCERRAR DE NUEVO LAS FIBRAS	FÁCIL	FÁCIL	DIFÍCIL ES PROBABLE QUE LAS FIBRAS SE ESCAPEN
	FACILIDAD DE DESGARRE DE LA CUBIERTA	DIFÍCIL PUEDE PRODUCIRSE UNA DIVISIÓN INESPERADA	FÁCIL DIVISIÓN EN LAS MUESCAS TAL COMO SE ESPERABA	FÁCIL	FÁCIL	FÁCIL

5 Como se entenderá a partir de la tabla 3, dos o más muescas sobre una cubierta facilitan la división de la cubierta, mucho más lo hacen las que tiene ángulos alfa superiores a 30 grados (las probetas 3-6). Mientras tanto, las probetas 3-5 que tienen ángulos alfa en un intervalo de desde 30 grados hasta 160 grados son más ventajosas a la luz de la facilidad de encerrar de nuevo las fibras ópticas que las probetas 1, 2 y 6 que tiene ángulos alfa fuera del intervalo.

10 La profundidad t de las muescas 51 puede establecerse en un intervalo particular en relación con el espesor D de la cubierta 9 en la parte de las muescas 51. Las profundidades relativamente pequeñas t en un intervalo que cumplen una desigualdad de $t < D/5$ no son ventajosas a la luz de facilidad de división, y las profundidades demasiado grandes t en un intervalo que cumplen una desigualdad de $t > 4D/5$ no son ventajosas a la luz de la dureza de la cubierta 9. Por tanto, la profundidad t en un intervalo de desde $D/5$ hasta $4D/5$ puede ser preferible.

Con referencia a las figuras 15 y 16, se describirá un procedimiento de acceso a la mitad de tramo en relación con el cable de fibra óptica según la cuarta realización.

15 Con referencia a la figura 15(A), se coloca un borde afilado de un cortador 25 en la cubierta 9 y se hace avanzar alrededor de la circunferencia de la misma para llevar a cabo el corte alrededor de la cubierta 9. El movimiento de un extremo afilado del cortador 25 puede ser sobre una pista ilustrada como una línea discontinua redonda en la figura 16.

20 A continuación, tal como se muestra en la figura 15(B) y la figura 17, la cubierta 9 se divide con la ayuda de las muescas 51. Entonces la cubierta 9 se separa parcialmente en una parte más grande y una parte más pequeña, exponiendo así parcialmente el núcleo ranurado 7 entre estas partes.

Con referencia a la figura 15C, se permite que se corte la parte más pequeña de la cubierta 9 pero preferiblemente se deja la parte más grande. Una o más de las fibras ópticas 3 se tiran fuera del núcleo ranurado 7 y entonces se someten a un procedimiento de ramificación. El resto de las fibras ópticas 3 se devuelven a y se encierran de nuevo con el núcleo ranurado 7.

25 Entonces la parte no cortada de la cubierta 9 puede reutilizarse con el fin de cubrir la ranura 11 expuesta tal como se muestra en la figura 15D. Mientras que la(s) fibra(s) óptica(s) 3 que se ramifican desde el cable de fibra óptica 1 se lleva(n) fuera de la cubierta 9, las restantes fibras ópticas 3 se encierran de nuevo con la cubierta 9. Este procedimiento no requiere ninguna plantilla específica y puede ejecutarse mediante manos y dedos.

30 La decimocuarta realización proporciona tal capacidad de reutilización de la cubierta 9 dividida como una tapa de las fibras ópticas 3 expuestas, mientras que tal reutilización puede hacerse posible incluso en las otras realizaciones cuando se añaden algunas labores adicionales. En cambio, en las técnicas anteriores, un núcleo expuesto requiere cualquier cinta envuelta alrededor del núcleo o tales medios de protección para evitar el daño a las fibras ópticas. Envolver una cinta sobre el núcleo es considerablemente laborioso. Por tanto, la decimocuarta realización proporciona tanto protección excelente como fácil trabajabilidad.

35 Las realizaciones primera a decimocuarta mencionadas anteriormente son compatibles entre sí. Por tanto, puede producirse cualquier combinación de estas realizaciones. Además, pueden interponerse cordones de desgarrado adicionales entre el núcleo ranurado 7 y la cubierta 9.

Aplicabilidad industrial

40 Se proporcionan cables de fibra óptica que encierran fibras, en los que las fibras encerradas son fácilmente accesibles pero su daño está impedido.

REIVINDICACIONES

1. Cable de fibra óptica que tiene un eje, comprendiendo la fibra óptica:
un núcleo ranurado (7) alargado a lo largo del eje, incluyendo el núcleo ranurado una ranura (11) que discurre en paralelo con el eje y una hendidura (5) accesible a través de la ranura;
- 5 una o más fibras ópticas (3) colocadas en la hendidura;
una cubierta (9) que encierra el núcleo ranurado y las fibras ópticas;
y
dos o más elementos de refuerzo (17) embebidos en el núcleo ranurado, discurriendo el elemento de refuerzo en paralelo con el eje y alineándose en un plano que incluye el eje,
- 10 caracterizándose el cable óptico por que comprende una porción de unión (21, 23) en la que el núcleo ranurado está unido con la cubierta, abarcando la porción de unión el núcleo ranurado en paralelo con el eje opuesto a la ranura del elemento de núcleo.
2. Cable de fibra óptica según la reivindicación 1, en el que los elementos de refuerzo incluye uno seleccionado del grupo de acero y FRP.
- 15 3. Cable de fibra óptica según la reivindicación 1 ó 2, en el que la porción de unión incluye una seleccionada del grupo que consiste en un nervio protuberante que sobresale del núcleo ranurado, un elemento de acoplamiento interpuesto entre el núcleo ranurado y la cubierta, un rebaje que retrocede en el núcleo ranurado, y una cuerda que tiene adhesivo interpuesta entre el núcleo ranurado y la cubierta.
4. Cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende además: un hilo absorbente colocado en la hendidura.
- 20 5. Cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende además: una cinta alargada (19) fijada sobre el núcleo ranurado para cubrir la ranura.
6. Cable de fibra óptica según la reivindicación 5, en el que la cinta alargada incluye una cinta absorbente.
7. Cable de fibra óptica según la reivindicación 5, en el que la porción de unión se deja descubierta por la cinta alargada y alineada con la ranura y los elementos de refuerzo en el plano.
- 25 8. Cable de fibra óptica según la reivindicación 5, en el que la ranura y la cinta alargada se dimensionan de modo que un ángulo θ formado por planos que surgen del eje y respectivamente en contacto con bordes de la ranura del núcleo ranurado está en un intervalo de desde 30 grados hasta 90 grados, y un ángulo γ formado por otros planos que surgen del eje y respectivamente en contacto con ambos bordes de la cinta alargada es superior al ángulo θ e inferior a cuatro veces el ángulo θ .
- 30 9. Cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, que comprende además: uno o más anclajes (43) configurados para soportar una o más de las fibras ópticas, disponiéndose los anclajes en intervalos en una dirección a lo largo del eje.
10. Cable de fibra óptica según la reivindicación 9, en el que cada uno de los anclajes incluye una resina de endurecimiento por UV que tiene un módulo de Young de 800 MPa o menos y una viscosidad de 500 cps o más a una temperatura normal, cada uno de los intervalos entre los anclajes está en un intervalo de desde 100 mm hasta 2000 mm, y una fuerza requerida para extraer la fibra óptica soportada es de 5 N/10 m o más.
- 35 11. Cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que la cubierta incluye una pared no uniforme de modo que un espesor más grande de la pared es de 1,5 veces o más un espesor más pequeño de la pared.
- 40 12. Cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende además: un marcador (47) formado sobre la cubierta, indicando el marcador una posición de la porción de unión.
13. Cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende además: dos o más muescas (49) formadas en una superficie exterior de la cubierta y que discurren a lo largo del eje.
- 45 14. Cable de fibra óptica según la reivindicación 13, en el que las muescas se disponen de modo que tienen un ángulo α formado por planos que surgen del eje y que pasa respectivamente dos de las muescas en un intervalo de desde 30 grados hasta 160 grados.
15. Método de acceso a la mitad de tramo del cable de fibra óptica según la reivindicación 1, comprendiendo el

método:

dividir la cubierta parcialmente para exponer la ranura parcialmente y separar una parte de la cubierta;

tirar una o más de las fibras ópticas fuera del núcleo ranurado; y

cubrir la ranura expuesta parcialmente con la parte separada de la cubierta.

FIG. 1

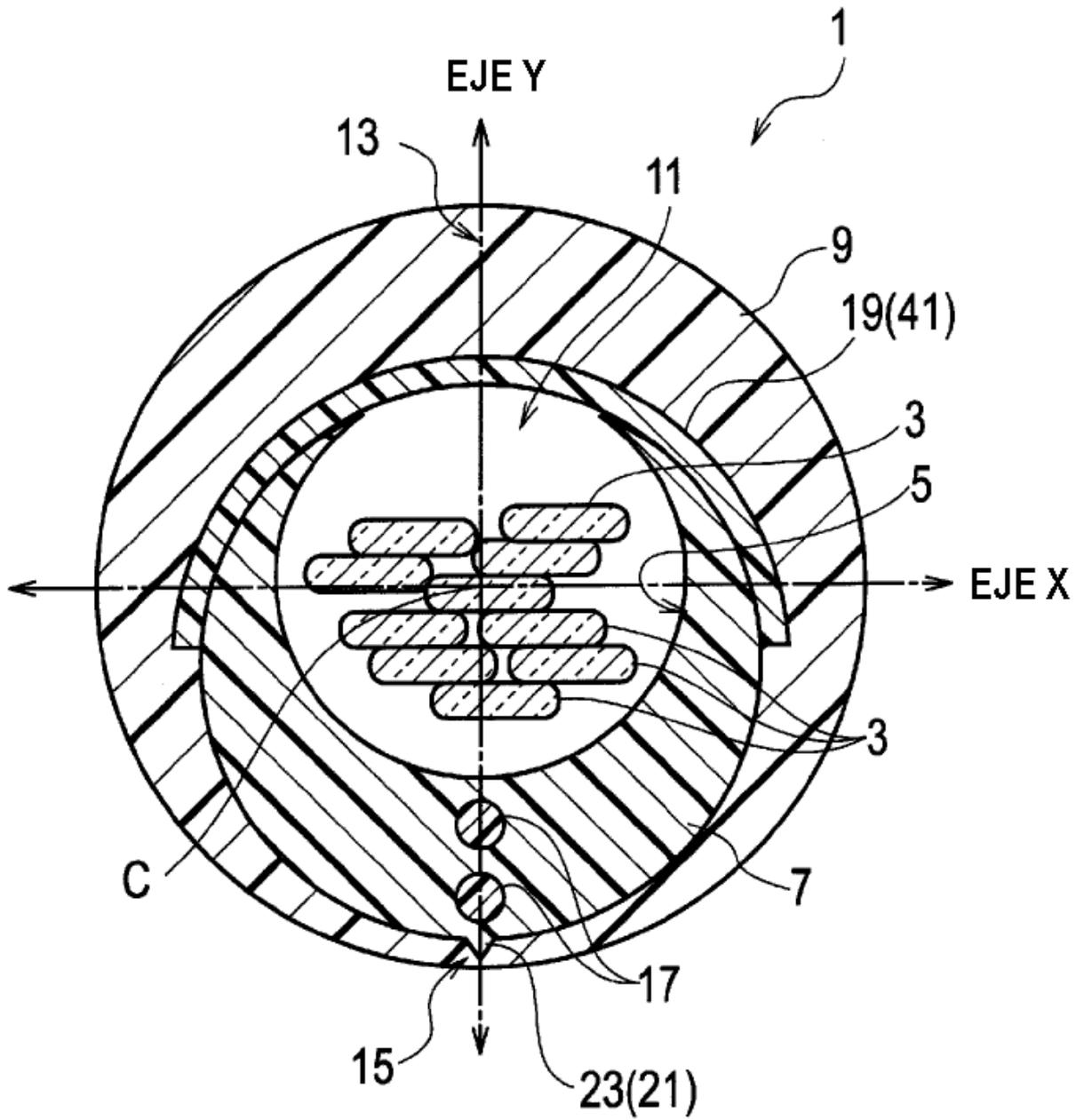


FIG. 2

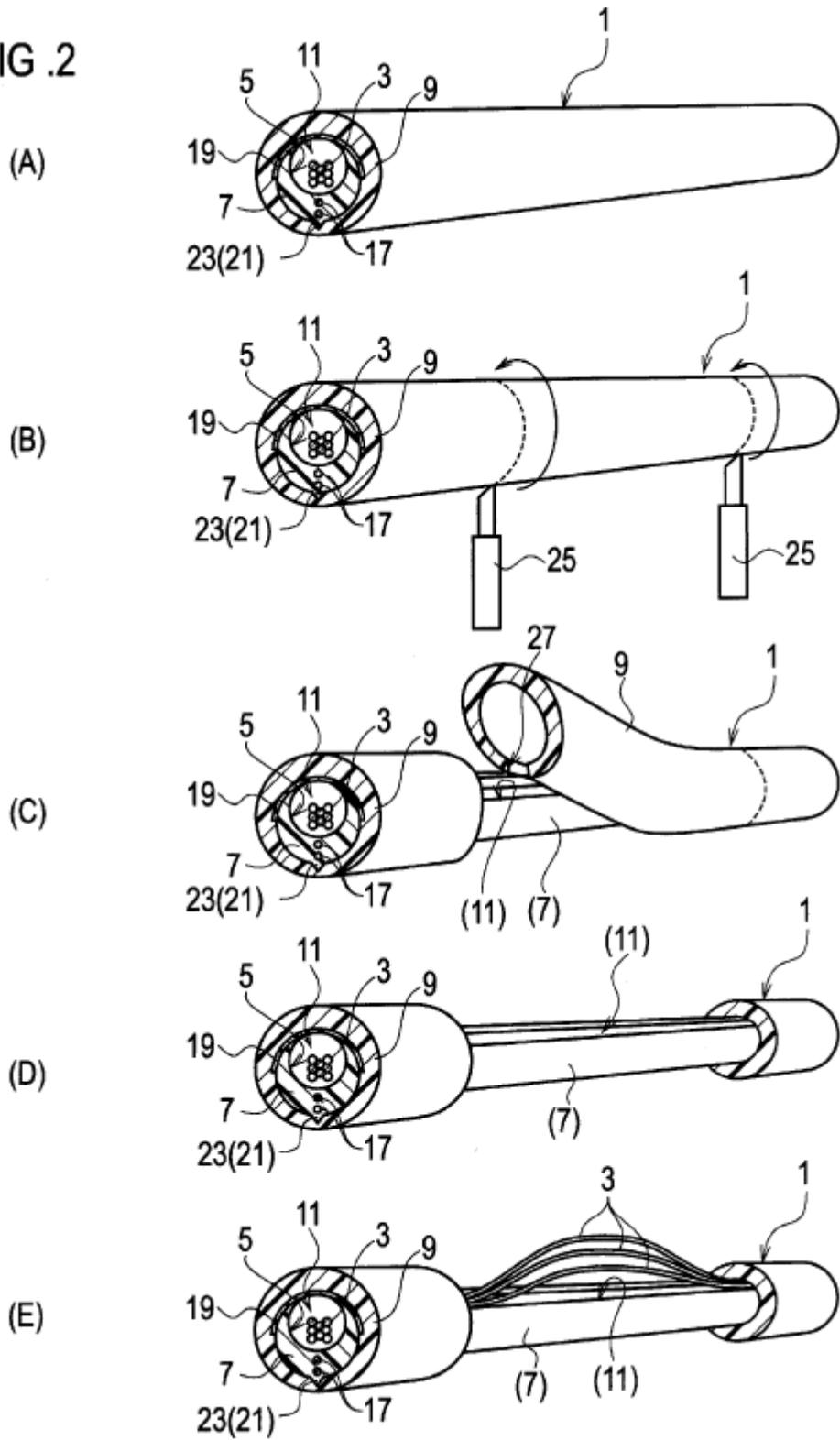


FIG .5

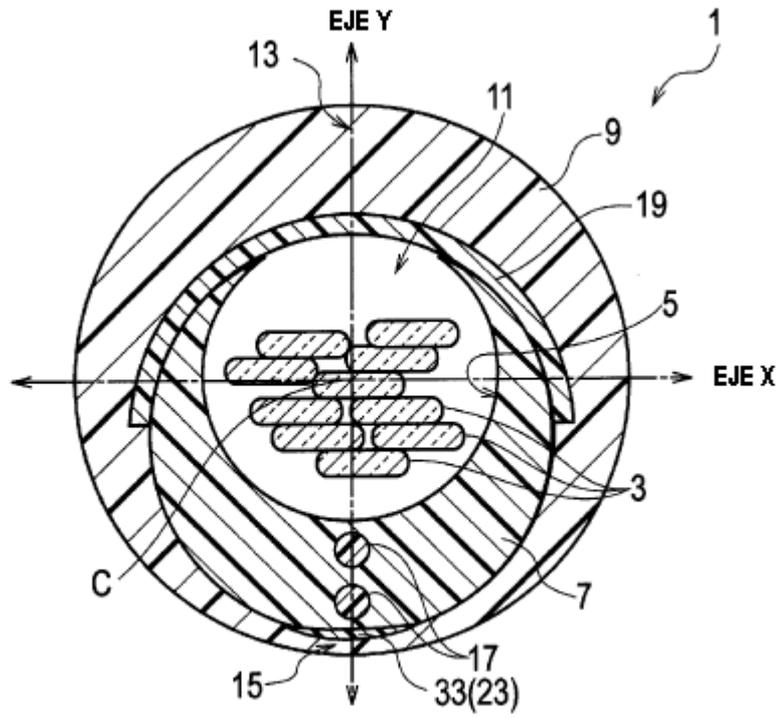
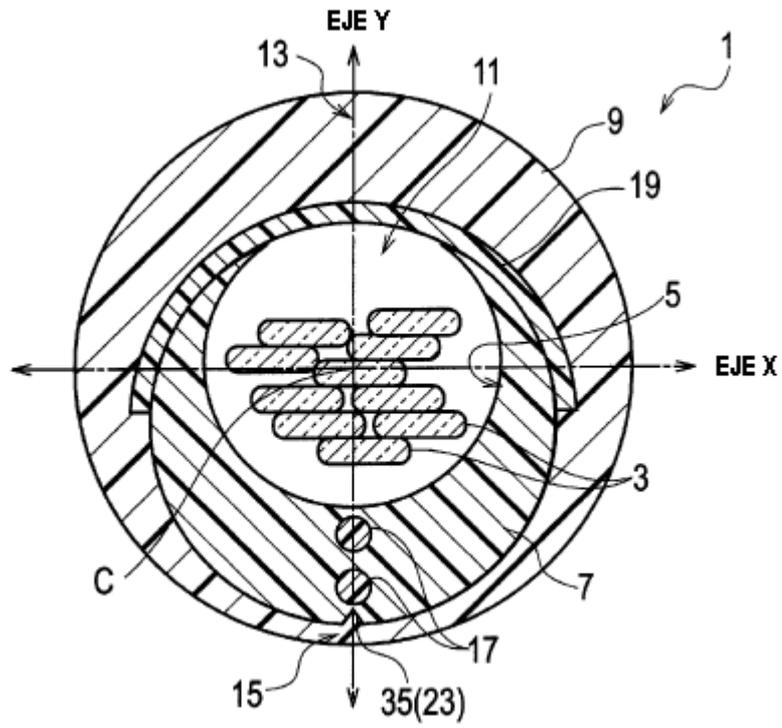


FIG .6



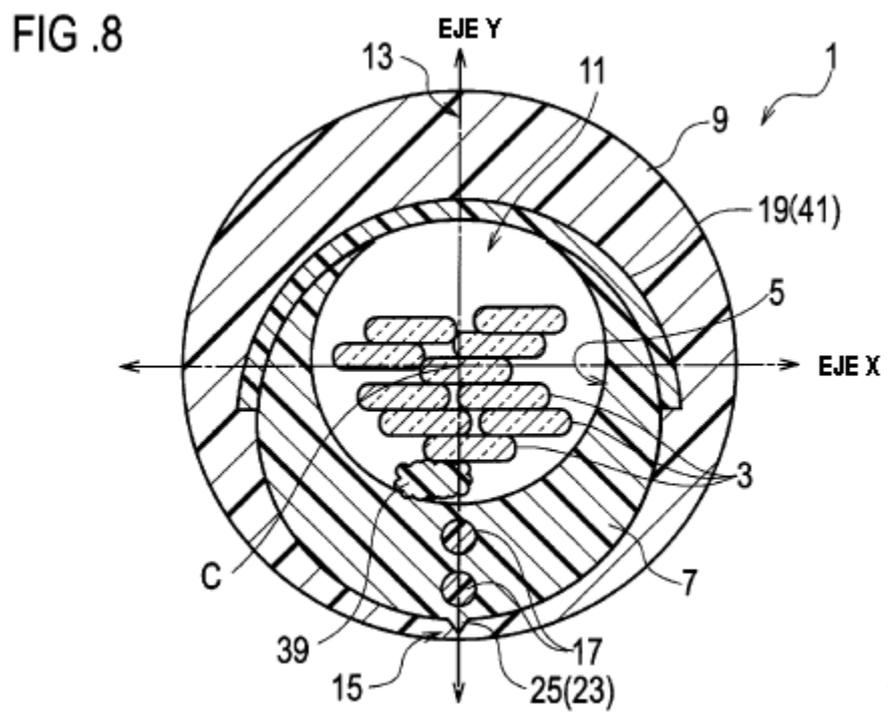
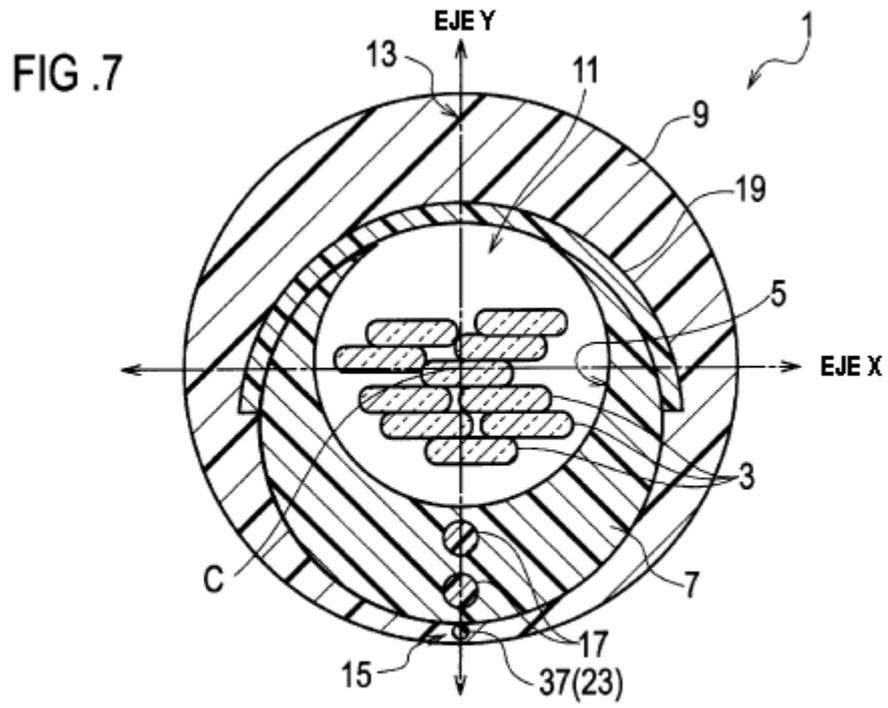


FIG .9

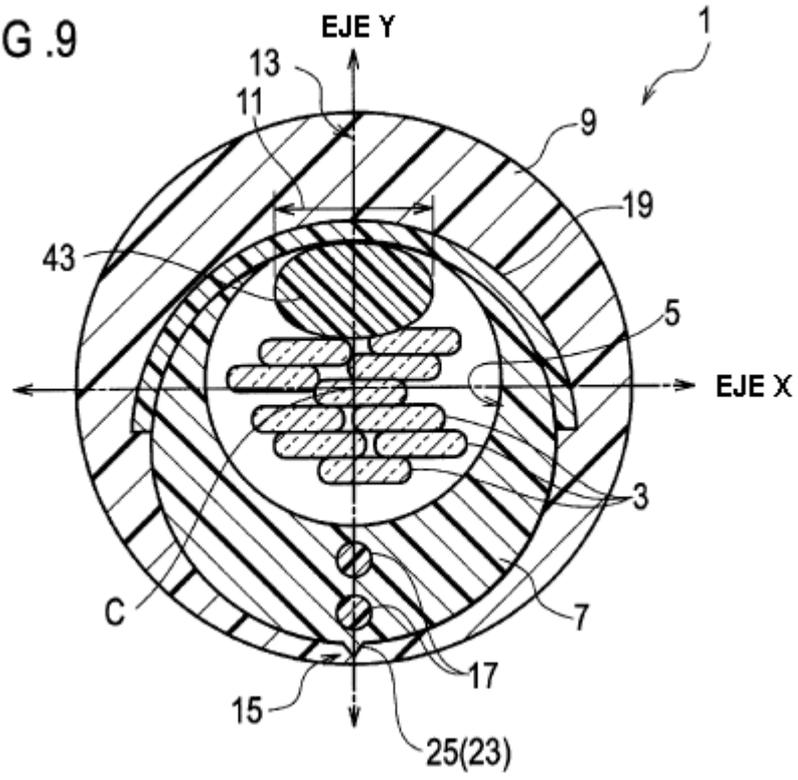


FIG .10

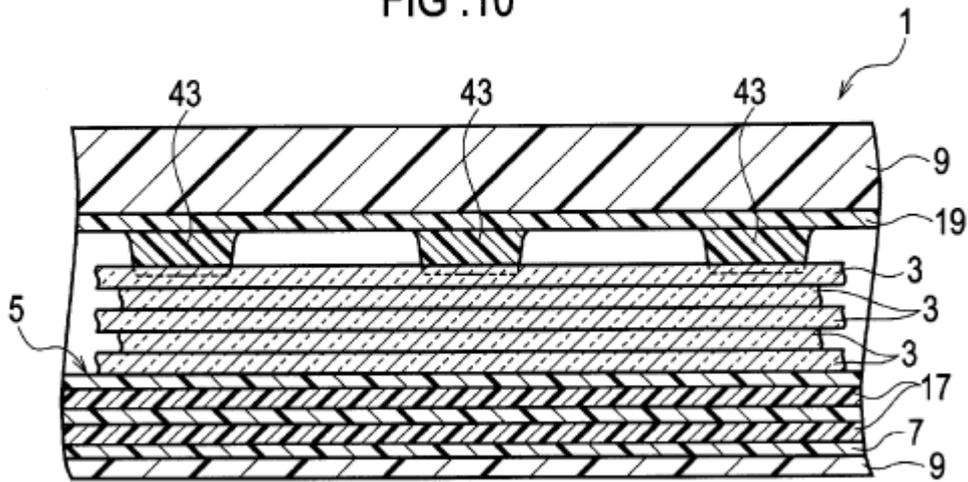


FIG .11

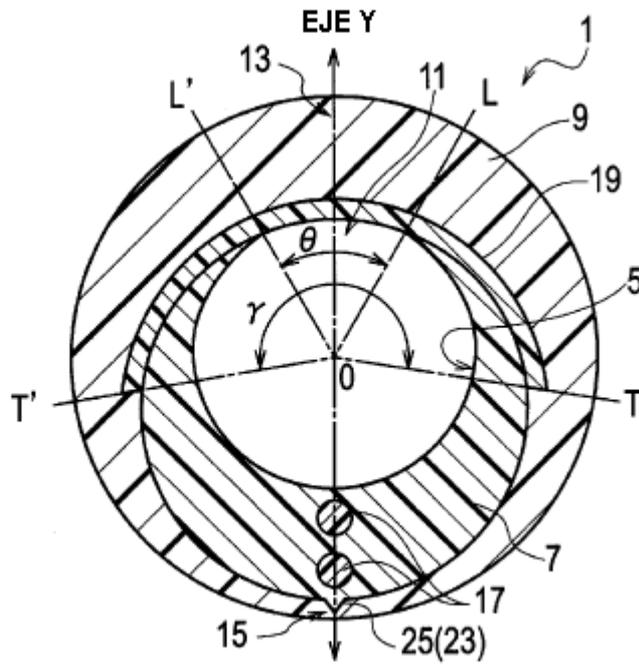


FIG .12

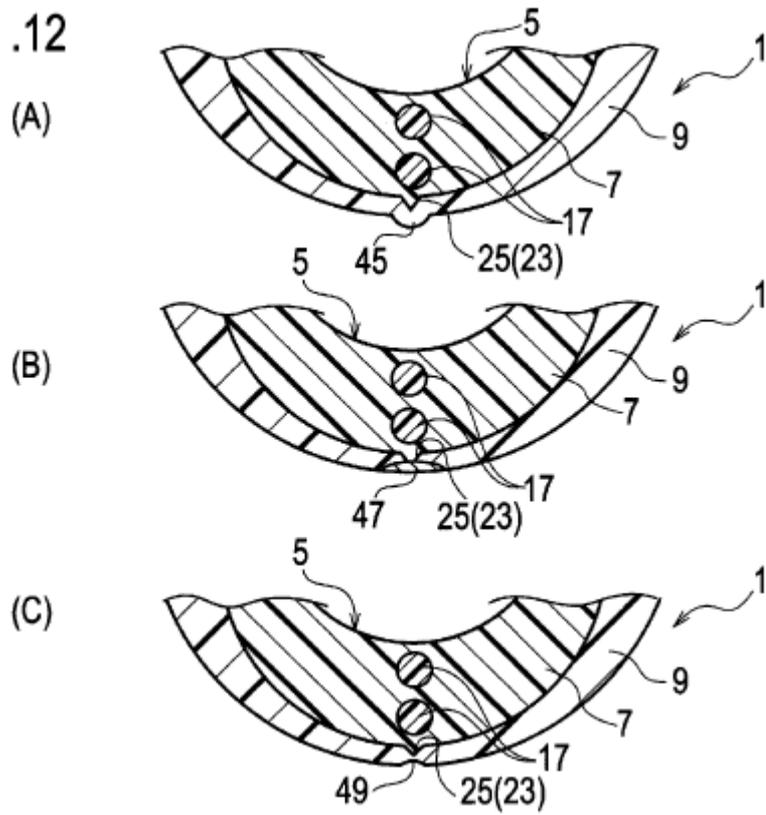


FIG .13

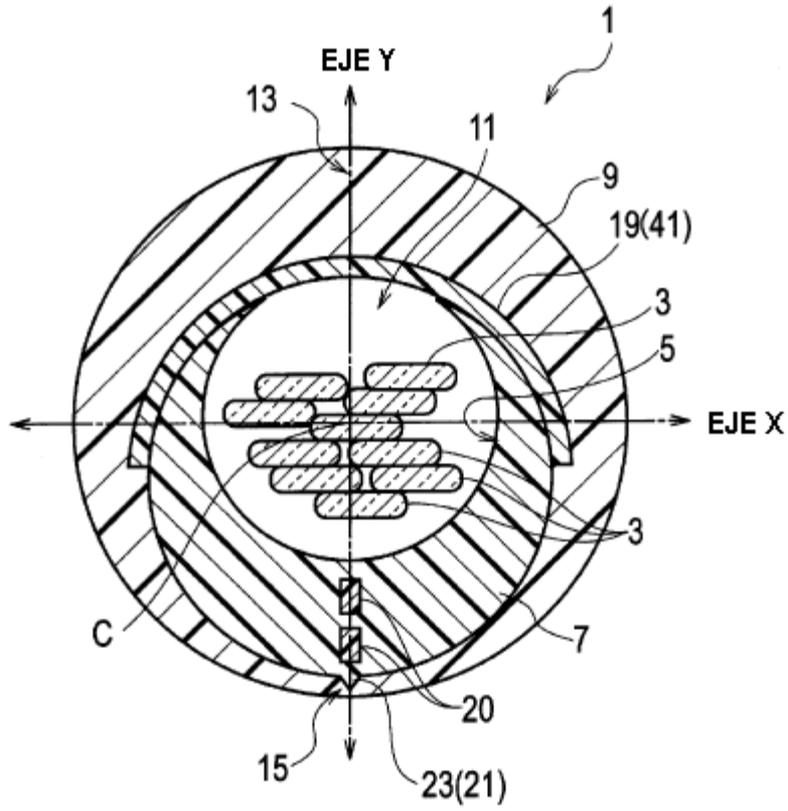


FIG .14

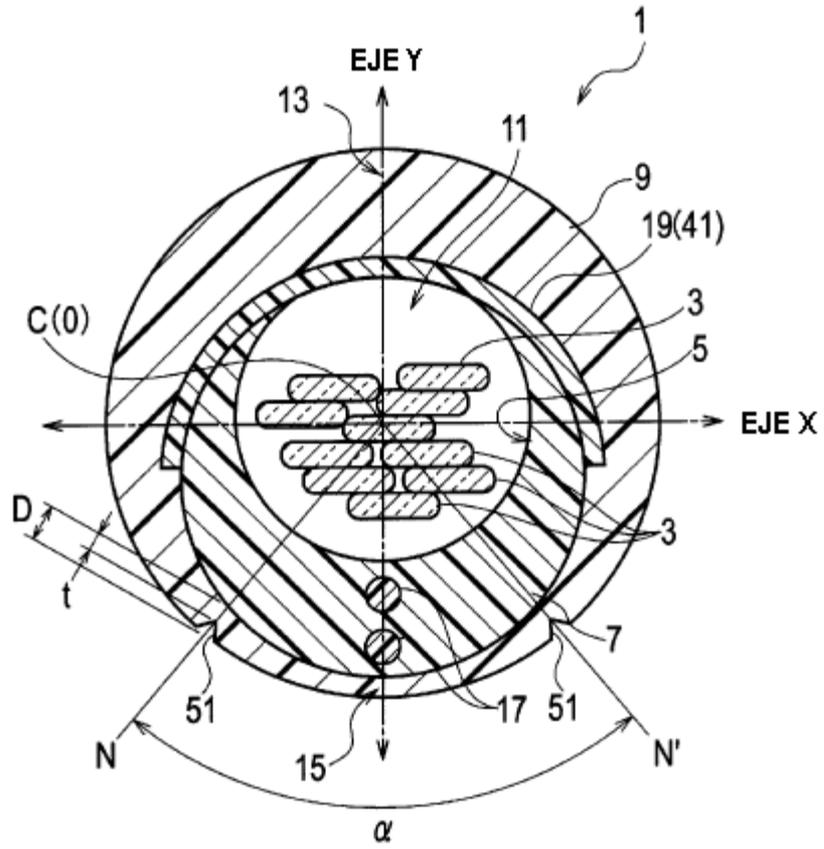


FIG. 15

