



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 157**

51 Int. Cl.:
G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07301265 .0**

96 Fecha de presentación : **23.07.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1890175**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.02.2008**

54 Título: **Cable de fibras ópticas separadas apretadas de interior/exterior de tubo suelto.**

30 Prioridad: **01.08.2006 US 834859 P**
16.11.2006 US 600932

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.04.2011

73 Titular/es: **NEXANS**
16, rue de Monceau
75008 Paris, FR

72 Inventor/es: **Keller, David A. y**
Blell, Beni

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 357 157 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

APLICACIÓN RELACIONADA

5 Esta aplicación está relacionada con y reivindica el beneficio de prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de los EE.UU. N° 60/834.859 archivada el 1 de Agosto, del 2006, la totalidad de la cual se incorpora en esta memoria por su referencia.

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a cables de fibra óptica. Más particularmente, la presente invención se refiere a fibras ópticas separadas apretadas en una disposición de cable de fibras de tubo sueltas.

ANTECEDENTES

10 En el escenario de la instalación de cables de fibra óptica en situaciones de cables densas, tales como en unidades de residencia/alojamiento, los clientes típicamente buscan un cable de fibras interior/exterior que pueda ser usado para ambas bajadas aéreas (del polo a la casa) o enterrado/en zanja (bajo la casa) y luego extraído o empujado a través de la densa situación de cables interior, sin ser atenuado fácilmente por la violenta manipulación asociada con los tirones o arrastres del cable a través de los conductos.

15 Disposiciones de técnica antigua utilizan dispositivos de fibra de tubo flojos reforzados ya sea usando un tubo lleno de gel o un montaje de 4, 6 ó 12 fibras envueltas en aramida trenzadas. En este caso, el tubo suelto se refiere al hecho de que las fibras se disponen flojas dentro de una envuelta o camisa exterior mayor. Las fibras pueden ser fibras ópticas básicas (que tengan solamente el revestimiento estándar de UV de 250 micrómetros) o fibras ópticas de "separador apretado" (que tengan un revestimiento polímero adicional que totalice 900 micrómetros sobre el revestimiento de UV básico).

20

Hay muchos inconvenientes asociados con las disposiciones de la técnica anterior. En primer lugar, hay muchos problemas físicos con la combinación del gel y los miembros resistentes usada en los cables ópticos de fibra de la técnica anterior.

25 Por ejemplo, la Figura 1 muestra un cable de goteo aéreo que tiene dos barras resistentes, una a cada lado de la fibra óptica de separación apretada y un gel para proteger las fibras. Las barras rígidas tienen tendencia a humedecerse y fracturarse, originando la rotura potencial en el enrollamiento de diámetro apretado (por ejemplo de 6" de diámetro). Múltiples dobleces de ese cable pueden originar también la estrangulación o compresión de la fibra central. Los cables de este diseño son poco adecuados para múltiples dobleces de 90°, dobleces de pequeño diámetro que excedan a dos antes de un GRP (Plástico Reforzado de Vidrio) se fracturan y entonces originan una atenuación significativa en las fibras.

30

Además, la construcción ancha plana aunque aceptable para el goteo aéreo desde el polo en el alojamiento o que se usa en zanjas que conducen a la casa, hace más difícil navegar a través de conductos dentro del edificio de apartamentos o la casa que estén empaquetados apretadamente con otros cables útiles. Los cables de bajada aéreos tienden a ser demasiado flexibles para ser forzados a través de conductos y los cables de edificio que usan miembros resistentes más rígidos padecen inconvenientes opuestos, es decir son demasiado robustos para navegar fácilmente a través de densos conductos. La adición de lado con lado típica de un hilo metálico de tono (usada para la detección de cables enterrados u ocultos) en un cable de goteo plano puede añadir también volumen adicional que interfiera más con el movimiento a través de los conductos de la unidad residente.

35

Otro inconveniente asociado con la técnica anterior es que el semiacoplamiento de las fibras a la camisa de cable en virtud del gel o trenzado (rozamiento del hilo con el diámetro interior de la camisa) actúa también para bloquear la deformación de la fibra cuando el cable es instalado. La deformación de la fibra es un resultado del procedimiento de instalación, en el que al tirar del cable también se imparten tensiones similares en las fibras ópticas en el mismo.

40

El gel usado en estos cables actúa para mantener la deformación de las fibras largo tiempo después de la instalación. Esta deformación de las fibras tarda en ajustarse, meses o incluso años de modo que las fibras pueden deformar relativamente la camisa del cable. Esta compensación de la deformación o migración de la fibra puede originar fácilmente un arrastre lento de los extremos de la fibra desde sus puntos de conexión.

45

Como se muestra en la Figura 2, un instalador puede típicamente usar bucles sobre los polos para impedir la migración de la fibra dentro de los cables causada por la deformación impartida durante la instalación. No obstante, los propios bucles trabajan también para mantener la tensión no deseada adicional en las fibras. Esta disposición, requiere tensión de cable adicional para compensar el bloqueo añadido por la deformación de la fibra, añadiendo coste y peso al producto, no mencionando la utilización de cable extraordinaria que añade coste y ecos perturbadores a los cables sobre los polos. Además, estos bucles de bloqueo establecen un escenario de altas tensiones de curvatura para las barras de sujeción (polímero de refuerzo del vidrio) en el cable de caída plano que, cuando estas barras de sujeción están expuestas a la migración húmeda a través de la camisa a lo largo del tiempo, empiezan a perder su integridad y a fracturarse a partir de esta tensión de enrollamiento. Esto origina fallos en el cable y atenuación o rotura de las fibras.

50

55

Los documentos, US 6 178 278 y US 5 698 715 describen ambos cables de tubo suelto que tienen fibras revestidas dentro de un tubo y polvo de esponjamiento acuoso alrededor de las fibras en el tubo.

El documento US 5627932 describe una fibra óptica revestida separadora apretada rodeada por hilos resistentes dentro de un tubo exterior.

5 Otro inconveniente todavía asociado con la disposición de técnica anterior es que aunque el gel es bueno para proteger las fibras ópticas dentro del cable durante las condiciones de instalación difíciles, el gel usado es típicamente un aceite inflamable basado en un gel. Aunque se dispone de un gel de silicona, este es prohibitivamente caro.

OBJETOS Y SUMARIO

10 La presente invención trata de superar los inconvenientes asociados con la técnica anterior y proporciona un cable de fibra óptica de tubo suelto, con relación a la camisa exterior de modo que la tensión de instalación es pequeña o no existe tensión de instalación o deformación impartida en las fibras durante la instalación y retorcimiento, eliminando la necesidad de enrollar para impedir la migración de la deformación de la fibra al relajarse permitiendo el movimiento giratorio de las fibras dentro del tubo suelto durante la instalación.

15 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una disposición de cable de fibra adecuadamente protegido sin usar un gel o el trenzado de las fibras.

20 Otro objeto de la presente invención es proporcionar fibras ópticas separadas apretadas dentro de una relación de llenado de un área especificada dentro de la camisa de modo que es impartida la máxima flexibilidad en las fibras para evitar así tensiones de instalación al mismo tiempo que simultáneamente se mantiene la protección requerida para las fibras.

Con esta finalidad, la presente invención se refiere a un cable de fibra según la reivindicación 1 añadida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención puede ser comprendida mejor a través de la descripción siguiente y los dibujos que se acompañan en la misma:

25 la Figura 1 ilustra un cable de la técnica anterior;

la Figura 2 ilustra un cable de la técnica anterior sobre un poste de madera de utilización;

la Figura 3 ilustra un cable de fibra única de muestra, de acuerdo con una realización de la presente invención;

30 la Figura 4 ilustra un cable de fibra de dos muestras, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la Figura 5 ilustra un cable de fibra de dos muestras con hilo de resistencia adicional, de acuerdo con otra realización de la presente invención;

las Figuras 6A-6C ilustran una progresión del doblado del cable de la Figura 4, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

35 la Figura 7 ilustra un cable sobre un poste, de acuerdo con una realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

40 En una realización de la presente invención como se ilustra en la Figura 3, se proporciona un cable 10 de fibra óptica de tubo suelto. El cable 10 mantiene una primera fibra óptica 12 separadora apretada, rodeada por un polvo 16 hinchable con el agua. La fibra óptica 12 separadora apretada es preferiblemente una fibra separadora apretada típica que tiene un núcleo de fibra revestido de UV rodeado por una capa de polímeros que totaliza aproximadamente 900 micras de diámetro. Aunque el empleo típico del cable 10 usa fibras 12 separadoras apretadas, la invención puede ser también igualmente aplicable a un separador no apretado de fibras de 250 micras. El polvo 16 que absorbe agua es preferiblemente un SAP (Polímero de Super Absorción) tal como CABLOC™, no obstante la invención no está limitada en este aspecto.

45 En otra realización preferida, como se ilustra en la Figura 4, dos fibras ópticas 12a y 12b se muestran, de nuevo rodeadas por polvo 16 que puede absorber agua. Con el propósito ilustrativos, las dos disposiciones de fibra de la Figura 4 serán usadas para analizar las características esenciales de la presente invención. No obstante, todas las características examinadas aquí son igualmente aplicables en ambas disposiciones.

50 En ambas disposiciones, el polvo 18 hinchable con el agua puede actuar de dos maneras, como un elemento absorbente de la humedad en el caso de una fractura de cable 10 para proteger la fibra 12, así como de otra como un lubricante permitiendo un movimiento longitudinal sin impedimentos suave entre la fibra 12 y el diámetro interior del tubo suelto 20 como se examina con más detalle más adelante. El polvo 16 se aplica a los

separadores 12 apretados a medida que entran en el tubo 20, pero el polvo 16 puede ser agitado y típicamente reside con un equilibrio previsible de polvo 16 en el área de la superficie interior del tubo 20 y la superficie(s) exteriores de los separadores apretados 12. En una realización de la presente invención el interior del tubo 20 mantiene preferiblemente una dispersión del polvo de 16 partículas aproximadamente miden de 50 a 150 micrones de separación entre sí en el interior del tubo 20. Idealmente, cuando se desmonta el tubo 20 para el acceso a los separadores 20 apretados, muy poco polvo 16 es expuesto pues la mayor parte de éste permanece dentro de la superficie interior del tubo 20, adherido a su área de gran superficie. Una cantidad a modo de ejemplo del polvo 16 es tal que limpiando alrededor de tres pies de separadores 12 apretados resultan aproximadamente de 0,25 a 1,5 mm³ de polvo 16.

Rodeando las fibras ópticas 12a y 12b hay un tubo suelto 20, que tiene preferiblemente un diámetro interior de 2 mm y un diámetro exterior de 3 mm. El tubo suelto 20 se construye preferiblemente con un módulo bajo de FRPVC (Fire Resistant Poly Vinyl Chloride), Cloruro de Polivinilo Resistente al Fuego, no obstante la invención no está limitada en este aspecto. El polímero de módulo bajo en este caso se refiere a un polímero que tenga un módulo de Young sustancialmente en el intervalo de 250–750 N/mm². Cualquier polímero adecuado puede ser usado siempre que satisfaga las necesarias normas de seguridad del fuego y de la construcción. Como se ha indicado anteriormente la expresión "tubo suelto" se refiere a la naturaleza suelta del tubo 20 con relación a las fibras 12 separadas apretadas contenidas en el mismo.

Dispuestos alrededor del diámetro exterior del tubo suelto 20, una pluralidad de hilos 22 resistentes hinchables con el agua están dispuestos para proporcionar resistencia a la tracción al cable 10 así como resistencia al agua añadida. En una realización de la presente invención un material a modo de ejemplo para hilos 22 es el Neptco 785 GTM, un hilo 22 de fibra de vidrio revestido, hinchable con el agua, fue fabricado originalmente por Owens Corning® como OC 785 GTM y luego vendido a Neptco® como OC 785, que es el distribuidor actual.

Preferiblemente, el hilo 22 es alimentado dentro del tubo recto 20, haciendo finalmente una aplicación de 1:1 de los hilos resistentes 22 con el cable deformado por la tensión de estiramiento, minimizando el retardo de la aplicación helicoidal de los hilos de aramida trenzados usados en una aplicación de establecimiento. Los hilos 22 pequeños evitan también la rígida falta de flexibilidad hallada en la sujeción usada en el cable 10 de caída plano.

Como se muestra en las disposiciones típicas de las Figuras de la presente invención se emplean de seis a ocho hilos 22, pero la invención no está limitada en ese aspecto. Cualquier número de hilos necesarios para satisfacer los requisitos de peso, flexibilidad y resistencia puede ser sustituido cuando sea necesario.

El uso de hilos resistentes flexibles para impartir resistencia a la tensión longitudinal en el cable 10 para proteger las fibras 12 es ventajoso con respecto al uso de más barras resistentes rígidas empleadas en la técnica anterior como se expone con más detalle más adelante.

Un alambre metálico tal como uno de calibre 24 (Calibre de Alambres Americano) puede ser empleado en los hilos 22 para asegurar que el cable 10 de forma redonda, compacto, como se muestra en las Figuras 3 y 4, se mantiene.

Una cuerda 24 de accionamiento manual puede ser opcionalmente añadida para desmontar fácilmente la camisa exterior. Un conductor 26 de tonos puede ser opcionalmente añadido para localizar el cable 10 en aplicaciones en las que esté enterrado para evitar cortar el cable 10 en posteriores excavaciones, y podría ser usado también de cualquier otra manera previsible para un conductor trenzado revestido de cobre, o para cualquier conductor adecuado.

Rodeando los hilos 22, la cuerda 24 de accionamiento manual y el conductor 26 de tonos, dispuestos alrededor del diámetro exterior del tubo suelto 20, se dispone una camisa exterior 30 sobre la parte superior como una protección adicional para el cable 10 (resistencia al agua, protección contra choques y aplastamiento) y para asegurar los hilos resistentes 22 en el lugar. La camisa exterior 30 se construye preferiblemente del mismo material FRPVC que el tubo suelto 20, No obstante, la invención no está limitada en este aspecto.

En una disposición alternativa de la presente invención, como se ilustra en la Figura 5, un hilo 28 hinchable con el agua opcional o hilo NWS (non water swellable) no hinchable con el agua puede ser usado para permitir que el polvo 16 sea transportado a lo largo con separadores 12 apretados a medida que entra en el tubo 20. Este hilo o hilos 28 pueden ser añadidos dentro del tubo suelto 20 para que ayuden en el transporte de más polvo 16 hinchable con el agua alrededor de las fibras 12a y 12b separadas, y también para añadir protección de humedad adicional y resistencia a la tensión.

Habiendo examinado la disposición estructural del cable 10 anteriormente, ese tipo de construcción presenta ventajas sobre las disposiciones de cable de la técnica anterior.

En una realización de la presente invención, como se indica anteriormente, el tubo suelto 20 mantiene un diámetro interior de aproximadamente 2 mm. Como se muestra en la Figura 4, las dos fibras 12a y 12b tienen cada una un diámetro de 900 micrones. Como tales, el diámetro interior del separador apretado 20 es aproximadamente un 10% mayor que el (+/- 2%) del diámetro combinado total de las fibras 12a y 12b.

$$0,9 \text{ mm} + 0,9 \text{ mm} = 1,8 \text{ mm}$$

$$1,8 \text{ mm} \times 1,1 \text{ (10\% +)} = 1,98 \text{ mm}$$

5 Por tanto, según la presente disposición, hay espacio suficiente dentro del interior del tubo 20 para que los separadores 12 puedan deslizarse a lo largo del cable 10 durante la instalación de modo que pueden retornar a un estado relajado con respecto al tubo 20 del cable 10, en un periodo de tiempo relativamente corto. Esto contrasta en gran manera con los cables de la técnica anterior que usaban aramida envuelta apretadamente o diseños de llenado de geles durante la instalación, diversas tensiones y fuerzas exteriores eran transmitidas a las fibras interiores o separadores apretados. Los instaladores intentan diversas mitigaciones para momentáneamente impedir esta relajación prolongando solamente los problemas. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 2, el bloqueo en la fibra con bucles solamente retarda la migración de la fibra a la relajación. Debido a la fatiga en esta instalación, las fibras de aramida envueltas de la técnica anterior pueden originar un cansancio prolongado en la fibra que conduzca a la rotura de la fibra.

15 Por tanto, la disposición de la presente invención supera tales inconvenientes permitiendo el movimiento de las fibras, de los separadores 12 apretados dentro del tubo, impidiendo las roturas causadas por el alargamiento o la compresión/colapso del tubo 20 durante el empuje dentro de un conducto. Otra ventaja del presente diseño es que su mínima rigidez proporciona el equilibrio correcto de la rigidez (desde la colocación del hilo 22 y el uso de plástico de modulo bajo) para permitir el empaquetado del cable hacia arriba dentro de los conductos y todavía es suficientemente flexible para ser fácilmente curvado comparado con los dos extremos (rígidos) de la técnica anterior caídos planos y típicos (demasiado flexibles) del cable de premisas.

20 Otra ventaja del juego del 10% entre el diámetro exterior de las fibras 12 y el diámetro interior del tubo 20 de la presente disposición es que este proporciona una tolerancia segura para proporcionar a los separadores 12 apretados espacio para moverse dentro del tubo 20. Esta variación de diámetro proporciona algún contacto mínimo y la compresibilidad del bajo módulo de PVC usado para el tubo 20 minimiza la fuerza normal sobre los separadores 12 apretados donde este rozamiento mínimo impide la compresión de las fibras 12 del separador de caer literalmente fuera del cable mientras permite ajustes de longitud diferenciales.

25 Un cable 10 ordinario redondo (no tensado) según la presente invención, que tiene estas dimensiones resulta en un área con una relación de llenado de aproximadamente el 40%+/3%, permitiendo que las fibras 12a y 12b se muevan en espacio significativo dentro del tubo suelto 20.

$$((.9 \text{ mm})^2 * 2) / (2 \text{ mm})^2 = .405$$

30 Esta característica de la presente invención es particularmente útil cuando hay solamente dos constituyentes dentro del tubo 20, donde el contacto con la pared interior del tubo 20 es el elemento crítico que debe ser minimizado. El polvo 16 mientras funciona como un bloque de agua hinchable actúa también como un reductor del rozamiento al permitir que los separadores apretados 12 se muevan dentro del tubo 20. Además, el uso de separadores apretados 12 con polvo adicional 16 de revestimiento sobre las fibras 12 reduce la sensibilidad de atenuación de las fibras 12 o la deformación del vidrio debida a la forma de las partículas 16 de polvo hinchable con el agua, o a las mismas "rocas".

35 El tamaño típico de las partículas 16 de polvo es de 0-50 micrómetros para las fibras con posibles diámetros exteriores de partícula de 0-150 micrómetros con separadores apretados 12. En la presente invención, la potencia preferible para el tamaño 16 de la partícula es de 0-50 micrómetros (diámetro exterior) para ambas las aplicaciones de fibras de separador apretado y de separador no apretado para minimizar la atenuación o deformación del vidrio de cualquier diseño. Cualquier desviación o deformación del vidrio que exceda aproximadamente 14 grados permitirá inadvertidamente que la luz sea reflejada fuera del vidrio o la pérdida de luz que es el significado de "atenuación".

40 Una primera ventaja de esta disposición es que el tubo suelto 20 lleno de polvo permite la compresión y movimientos de plegado mejorados de más de dos dobles en ángulos de 90 grados sin inducir atenuación en las fibras 12. Esto se facilita además mediante la utilización de hilos 22 hinchables con agua en vez de las barras resistentes usadas en la técnica anterior. Por tanto, la presente invención, aunque capaz de mantener una estructura redonda compacta necesaria para equilibrar la capacidad de inserción y flexibilidad del conducto lleno, se proporciona inherentemente con la capacidad de doblar y comprimir sin degradar las fibras 12.

45 En una realización de la presente invención, el cable 10 de la presente invención emplea preferiblemente entre 6 y 8 hilos 22, donde su anchura es de alrededor de 1,7 mm a 2,5 mm, y su espesor es de alrededor de 0,15 a 0,40 mm. Por tanto, para seleccionar la cantidad de hilos 22 que hay alrededor de un tubo 20 de ese diámetro, la circunferencia del tubo 20 más los hilos 22 se calcula que son de un espesor de aproximadamente 3,5 mm multiplicado por Pi (3,1416) = 11 mm. Entonces dividiendo esta circunferencia de aproximadamente 11 mm por la anchura de hilo prevista mínima de 1,7 mm, el resultado es aproximadamente de 6,47 hilos 22 siendo el número aproximado resultante de hilos 22 de lado con lado de 6-8 hilos.

55 En otra realización de la presente invención, la tensión de los hilos 22 se equilibra para que esté dentro del 10% de las tensiones de estirado del cable de modo que sustancialmente no haya desequilibrio en la colección de

hilos 22 alrededor del tubo 20. Este montaje equilibrado da como resultado un hilo 22 mejorado en cuanto a tensión y eficiencia de contracción a una baja temperatura. Esta eficiencia o posicionamiento de lado con lado de los hilos 22 de vidrio proporciona una tensión aproximada de 300 libras con una relación de tensiones del 5%-6% en el cable comparada con la capacidad típica de 50 a 100 libras de capacidad de unos hilos 22 posicionados con una (distribución desequilibrada) como ocurre en algunas disposiciones de la técnica anterior.

Otra ventaja todavía de la presente invención se observa en las instalaciones aéreas. Por ejemplo, en instalaciones aéreas se desea pretensar el cable a 150 libras para obtener el pando y la tensión correctos a lo largo de un vano largo. La disposición de la presente invención, que usa el diseño de fibras 12 de tubo suelto no bloqueadas es muy eficaz permitiendo que las fibras 12 separadas apretadas tiren de los extremos con el resultado de una fibra 12 no tensada mientras que los diseños de la técnica anterior típica originaban momentáneamente y a largo plazo la tensión en la fibra que, como se expone anteriormente, aumentaba la oportunidad para una fibra o vidrio de romperse y perder la señal.

Como tal, el diseño de la presente invención, permite una instalación aérea de un tubo 20 central o no cableado sin que se transforme en una instalación que efectúe la filtración inicial de las fibras 12. Fuerzas medioambientales de la carga viento y hielo filtrarán además todos los diseños de cable, sin embargo por tener una baja carga inicial como en la presente invención, las fibras 12 son menos impactadas por estas cargas incrementales.

Por tanto, por ejemplo, el diseño de la presente invención satisface características mediante las cuales el diámetro interior del tubo suelto 20 que es aproximadamente un 10% mayor que los diámetros combinados de las fibras 12a y 12b separadas permite que ambas fibras 12a y 12b se muevan longitudinalmente como sea necesario y hacia el eje central al curvarse.

En una realización de la presente invención las Figuras 6A a 6C muestran un cable 10 que está curvado. En un escenario del peor caso como se muestra en la Figura 6A, las fibras 12a y 12b están secuencialmente alineadas con la curva pretendida del cable 10 en la Figura 6B, debido a la naturaleza no fijada libre de las fibras 12 dentro del tubo libre 20, y a causa del 10% adicional del mayor diámetro del tubo 20, las fibras separadas apretadas (TB(s)) 12a y 12b tienen libertad para moverse para recolocarse dentro del doblado eventual. Por tanto, como se muestra en las Figura 6C, cuando el cable 10 se curva, la envuelta 30 y el tubo suelto 10 se comprimen, pero hay todavía sitio dentro del tubo 20 para que las fibras separadas 12a y 12b apretadas se muevan y curven sin tensión desequilibradas dentro del diámetro interior del tubo 20 lo cual podría conducir a la degradación de la resistencia del vidrio de las fibras 12.

En una realización de la presente invención, otra ventaja de un cable 10 hecho de acuerdo con las especificaciones anteriores es que la disposición de tubo suelto descrita anteriormente en combinación con el uso de polvo hinchable 16 con el agua facilita o permite que las fibras 12 se muevan longitudinalmente a través del centro del tubo suelto 20 durante la instalación.

En la disposición del tubo único 12 mostrada en la Figura 3, la fibra 12 para la tolerancia diferencial de la longitud del tubo suelto 20 está preferiblemente en el intervalo de 0,9997 – 1,0003. Hay más tolerancia en el diseño 12 de fibra única debida al espacio adicional dentro del tubo 20. Teniendo poca o ninguna conexión con el tubo 20, las fibras 12 separadas apretadas son capaces de ajustarse inmediatamente después de experimentar cualquier tensión inducida de instalación de modo que no se requieren largos periodos de reajuste/relajación. Debido a esto, no es necesario enrollar los cables 10 sobre la línea como se muestra en la Figura 7.

Por tanto, según la presente invención, el exceso de longitud de la fibra 12 para liberar el tubo suelto 20 varía a causa de la diferencia entre las longitudes si el diámetro interior del tubo 20 y el diámetro del separador apretado 12 de fibra y el curvado resultante o enrollamiento sobre el carrete varían.

En la industria de los cables ópticos de fibra, una pérdida verdadera o separador hermético desbloqueado o fibra perdida dentro de un cable, cuando es devuelta sobre un carrete, deja la longitud de la fibra diferente de la longitud de la envuelta de cable porque la fibra o separador apretado es atraída hasta el diámetro interior de la bobina sobre el carrete. Las diferencias relativas de las fibras individuales o separador apretado comparadas con las longitudes del cable como un total es una relación de circunferencias del diámetro (diámetro de cable/diámetro de fibra) $\times 3,1416(\pi)$. La diferencia relativa en longitud puede ser hallada comparando las circunferencias relativas del cable versus con la de la fibra de los separadores herméticos interiores.

Por ejemplo, una disposición de fibra 12 en un tubo 20 sobre un tambor de carrete de 12" dará como resultado en la diferencia de las circunferencias de $\pi \times D(3,1416 \times \text{diámetro} = \text{circunferencia})$ relación o

$(12(\text{diámetro de tambor en pulgadas}) \times 25,4 (\text{conversión de pulgadas en mm}) + 25(\text{mm o diámetro de la fibra}) /$

$(12(\text{diámetro de tambor en pulgadas}) \times 25,4(\text{conversión de pulgadas en mm}) + 1(\text{mm o } 1/2 \text{ de diámetro de tubo interior})$ o

305,05 mm/305,80 mm

=0,9975 ó 0,0024 ó 0,24%

Con separadores apretados 12 la diferencia es:

$$\frac{((12 \times 25,4 + 9(\text{diámetro de separador apretado})) / ((12 \times 25,4 + 1(\text{mm o } 1/2 \text{ de diámetro de tubo interior}))) - 1}{1} \times 100\%$$

$$= 0,9996 \text{ o } 0,0003 \text{ o } 0,03\%$$

5 Esto es parte de un proceso y producto que permite que fibras o separadores apretados 12 se deslicen dentro del tubo 20 devolviendo por tanto una longitud diferencial solamente cuando lo hacen en una bobina sobre un carrete. En la instalación, tiene lugar un ajuste con el deslizamiento interior tal como sobre un vano de 150 pies el vano puede ser un ajuste de la fibra de $0,24\% \times 150 \text{ pies} = 36 \text{ pies}$ ó $4,32 \text{ pulgadas}$. Por tanto, incluso en un escenario de un caso peor en el que el cable 10 está enrollado sobre un tambor de carrete de 12 pulgadas, la longitud diferencial entre la fibra 12 y el tubo 20 sería de $0,045 \text{ Ft}$ o $0,54 \text{ pulgadas}$. Puesto que la mayoría de los diámetros de tambor actuales sobre carretes son mayores de 12 pulgadas (la diferencia de longitud de la fibra resulta menor que 12 en el tubo de 20), este exceso diferencial de longitud es menor usualmente.

10 No obstante, puede verse como la presente invención proporciona una ventaja a este respecto sobre la técnica anterior. En construcciones inmovilizadas del gel llenadas o en disposiciones de aramida envueltas apretadamente de la técnica anterior de diseño de premisas o goteo plano, hay una diferencia inherente de exceso de longitud que está bloqueada durante la instalación. Esto origina tensiones en las fibras hasta que la fibra se relaja a través del gel o de las fibras de aramida, o en otros casos simplemente se rompen. En cualquier caso, una corrección diferencial prolongada de la migración de fibras introduce tensión en los empalmes o conexiones de fibras que pueden originar conexiones defectuosas.

15 La presente invención por otra parte, permite que las fibras se relajen inmediatamente en el diseño no bloqueado, estableciendo las fibras 12 en un ambiente exento de tensiones en la instalación inicial. También la utilización de módulos muy bajos llenos (llenos debido a los rellenos que retardan la llama) con PVC para tubo 20 resulta una matriz que tiene una baja propensión a cambiar de dimensión a causa de la varianza del medio de altas y bajas temperaturas.

20 Además esta eficiencia de la colocación del hilo 20, y el bajo plástico del módulo (y plástico llenado) para el tubo 20 resulta con una baja propensión a cambiar de dimensión durante una varianza del medio de temperatura caliente y fría, más resultados en un margen de comportamiento de la temperatura que pasa de -60 a 85 C como opuesto a un rango de arte anterior típico de 0 a 70° C para separadores apretados envueltos en aramida y de -40 a 70° C para diseños de premisas de tubo suelto llenado de gel con anterioridad.

25 Como tal, la disposición del cable 10 de la presente invención, es suficientemente rígida para mantener su estructura redonda compacta y suficientemente fuerte para sobrevivir a las tensiones de instalación mientras simultáneamente es de una construcción tal que poca o ninguna fatiga es impartida en las fibras 12 durante la instalación. Esta reducción en la fatiga reduce la necesidad de largos periodos de ajuste de la fatiga y de refrigeración de los cables sobre el polo de utilidad, reduciendo los gastos globales. La eliminación del gel reduce además los gastos y los tiempos de reajuste de las tensiones de las fibras.

30 Aunque solamente ciertas características de la invención han sido descritas e ilustradas en este documento. muchas modificaciones, sustituciones, cambios o equivalencias se les ocurrirán a los expertos en la técnica. Se ha de entender por lo tanto que esta aplicación está destinada a cubrir todas esas modificaciones y cambios limitados por la reivindicación independiente 1.

REIVINDICACIONES

1. Un cable (10) de fibra, comprendiendo dicho cable (10):
al menos una fibra óptica revestida (12A, 12B) separada apretada;
- 5
un tubo (20) que rodea dicha al menos una fibra óptica (12A, 12B) revestida separada apretada, **caracterizado porque** dicho cable (10) comprende un polvo (16) hinchable con el agua, dispuesto sobre dicha al menos una fibra óptica revestida separada (12A, 12B) apretada y rodeada por dicho tubo (20), estando dicha al menos una fibra óptica (12A, 12B) revestida separada apretada en un diseño de fibra (12) de tubo suelto no bloqueado con respecto a dicho tubo (20), permitiendo dicho diseño el libre movimiento rotacional de dicha al menos una fibra óptica (12A, 12B) revestida separada dentro de dicho tubo (20) durante la instalación.
- 10
2. El cable (10) según la reivindicación 1, en el que dicha al menos una fibra óptica (12A, 12B) revestida separada apretada es una fibra óptica (12A, 12B) revestida separada apretada de aproximadamente 900 micrómetros de diámetro.
- 15
3. El cable (10) según la reivindicación 2, en el que dicho polvo (16) hinchable con el agua tiene un tamaño de partícula de aproximadamente hasta 150 micrómetros de diámetro.
4. El cable (10) según la reivindicación 1, en el que dicho polvo (16) hinchable con el agua es un SAP (Polímero Super Absorbente).
5. El cable (10) según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad hilos resistentes (22) alrededor de dicho tubo (20).
- 20
6. El cable (10) según la reivindicación 5, en el que dicho cable (10) mantiene aproximadamente de 6 a 8 hilos resistentes (22) alrededor de dicho tubo (10), teniendo un espesor de la dimensión de hilo de sustancialmente, 0,15 a 0,4 mm, y una anchura de 1,7 a 2,5 mm.
7. El cable (10) según la reivindicación 5, en el que dichos hilos resistentes (22) son hilos (22) de fibra de vidrio revestidos hinchables con el agua.
- 25
8. El cable (10) según la reivindicación 5, en el que dicha pluralidad de hilos resistentes (22) es mantenida contra el diámetro exterior de dicho tubo (20) por una camisa (30) de cable.
9. El cable (10) según la reivindicación 1, que comprende además un cable (24) de apertura manual sobre el exterior de dicho tubo (20).
- 30
10. El cable (10) según la reivindicación 1, que comprende además un conductor (26) de tono sobre el exterior de dicho tubo (20).
11. El cable (10) según la reivindicación 1, que comprende además un hilo (28) no hinchable con el agua (NWS) dentro de dicho tubo (20) configurado para ayudar en la distribución de dicho polvo hinchable con el agua (16) a lo largo de dicha al menos una fibra óptica (12A, 12B) revestida separada apretada.
- 35
12. El cable (10) según la reivindicación 1, en el que dicho cable (10) mantiene dos fibras ópticas (12A, 12B) separadas apretadas.
13. El cable (10) según la reivindicación 12, en el que el diámetro exterior combinado de dichas dos fibras ópticas (12A, 12B) es sustancialmente un 10% menor que el diámetro interior de dicho tubo (20).
14. El cable (10) según la reivindicación 12, en el que la relación de llenado del área combinada de dichas dos fibras ópticas (12A, 21B) separadas apretadas es sustancialmente el 40% del área interna de dicho tubo (20).
- 40
15. El cable (10) según la reivindicación 1, en el que dicho tubo (20) se construye a partir de un módulo bajo FRPVC (Fire Resistant POLY Vinyl CHLORIDE).
16. El cable (10) según la reivindicación 15, en el que dicho módulo bajo FRPVC tiene un módulo de Young sustancialmente en el margen de 250-750 N/mm².

(TÉCNICA ANTERIOR)

CABLE ARIAL

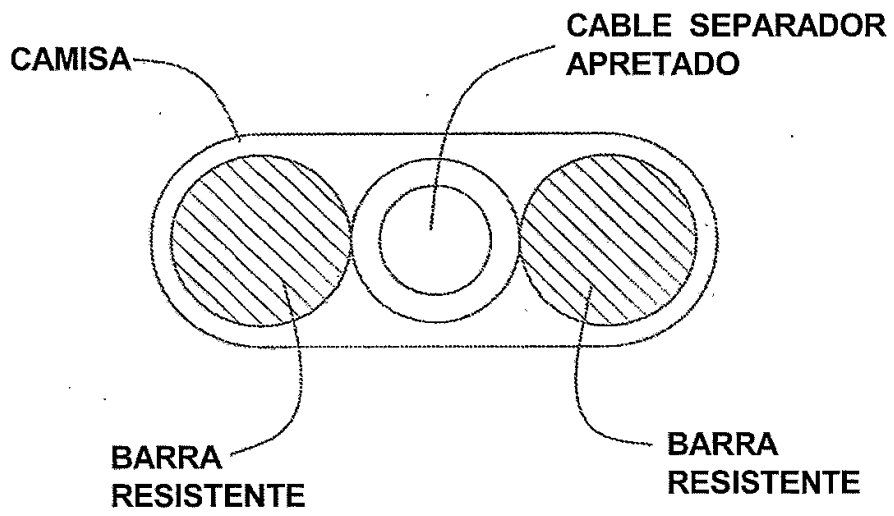


FIG. 1

(TÉCNICA ANTERIOR)

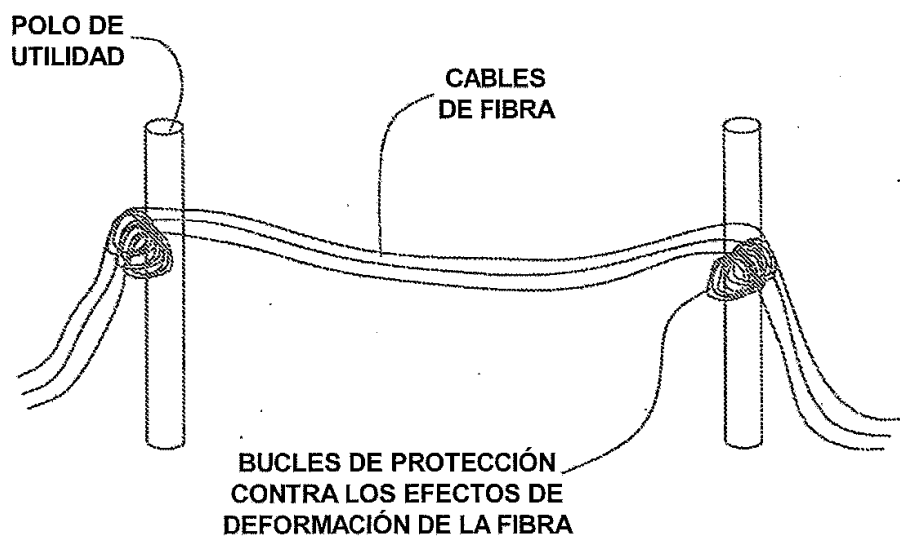


FIG. 2

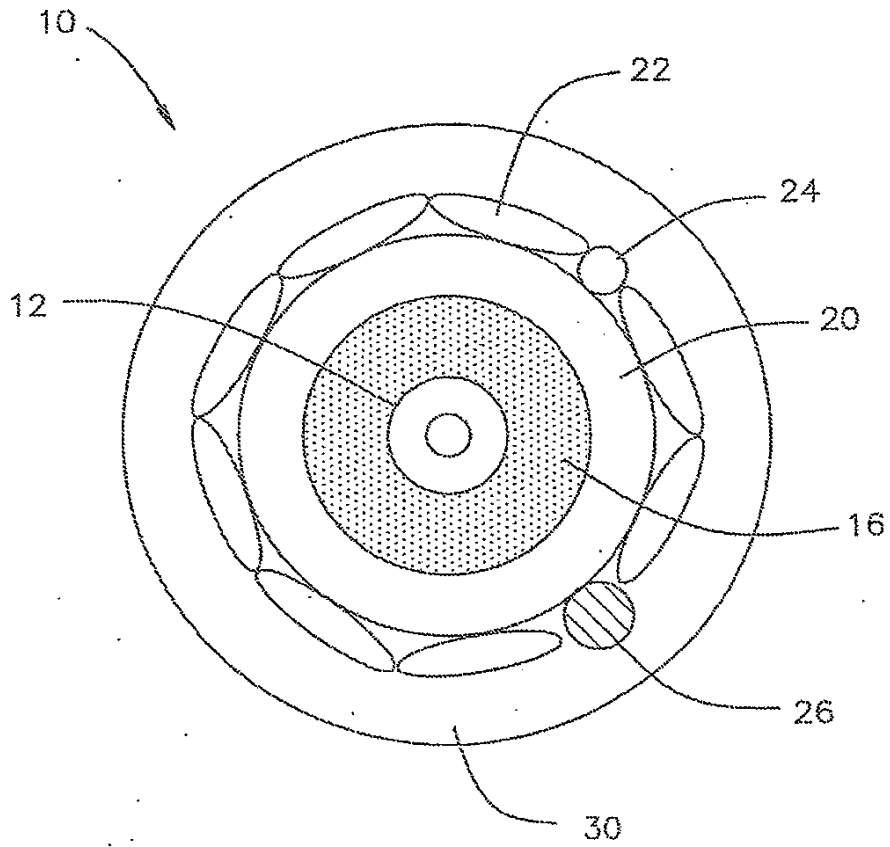


FIG. 3

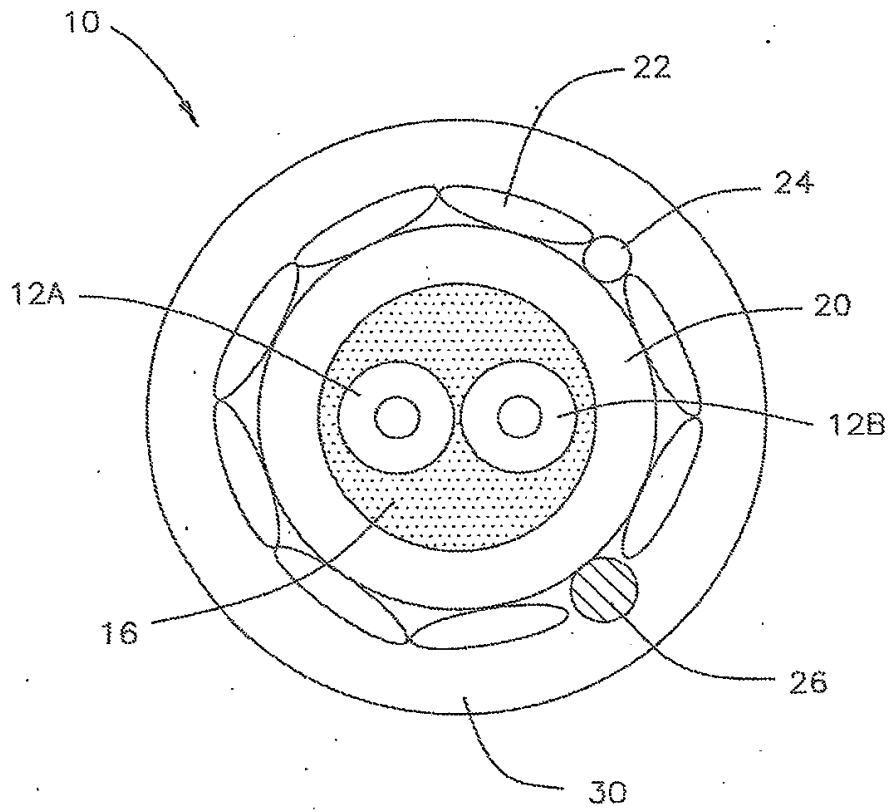


FIG. 4

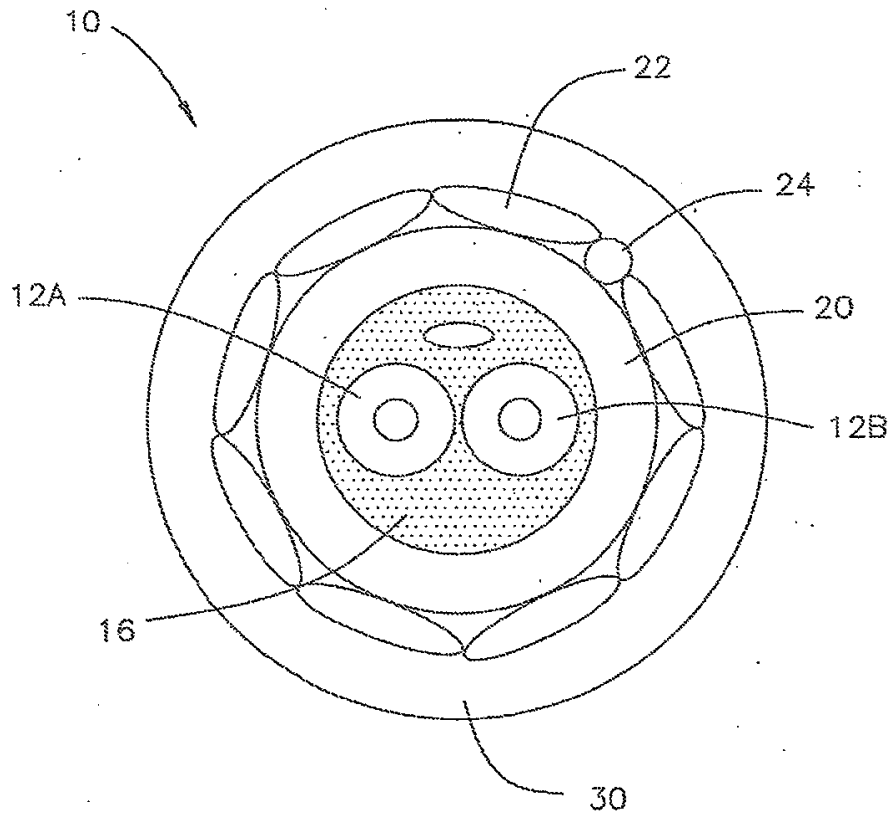


FIG. 5

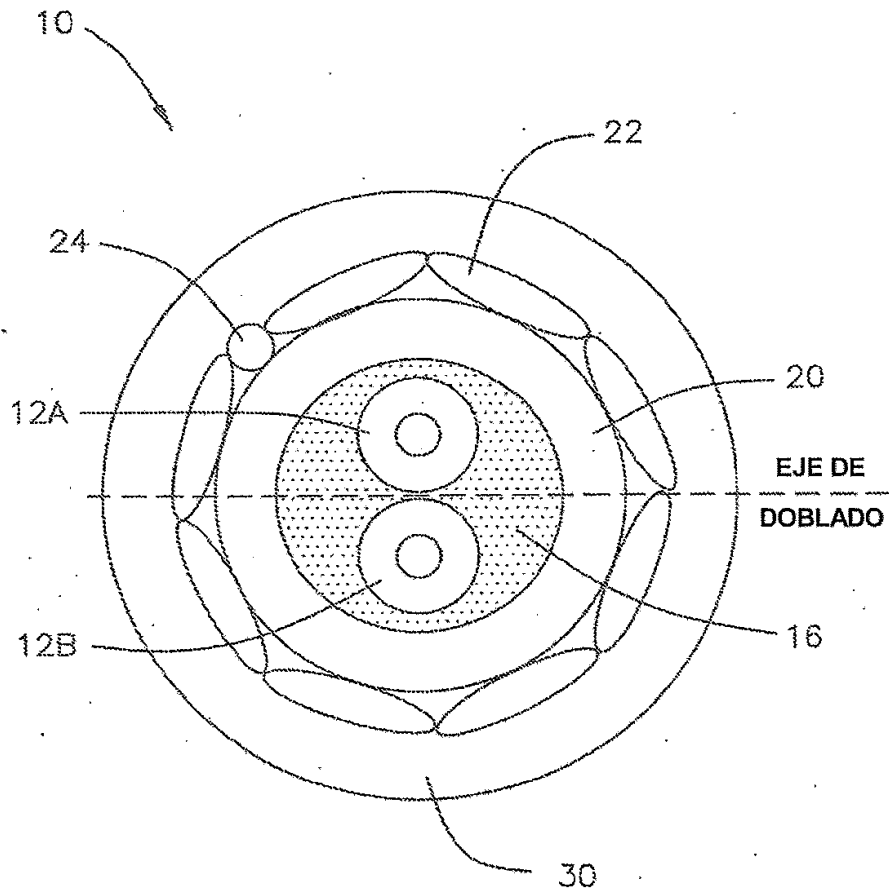


FIG. 6A

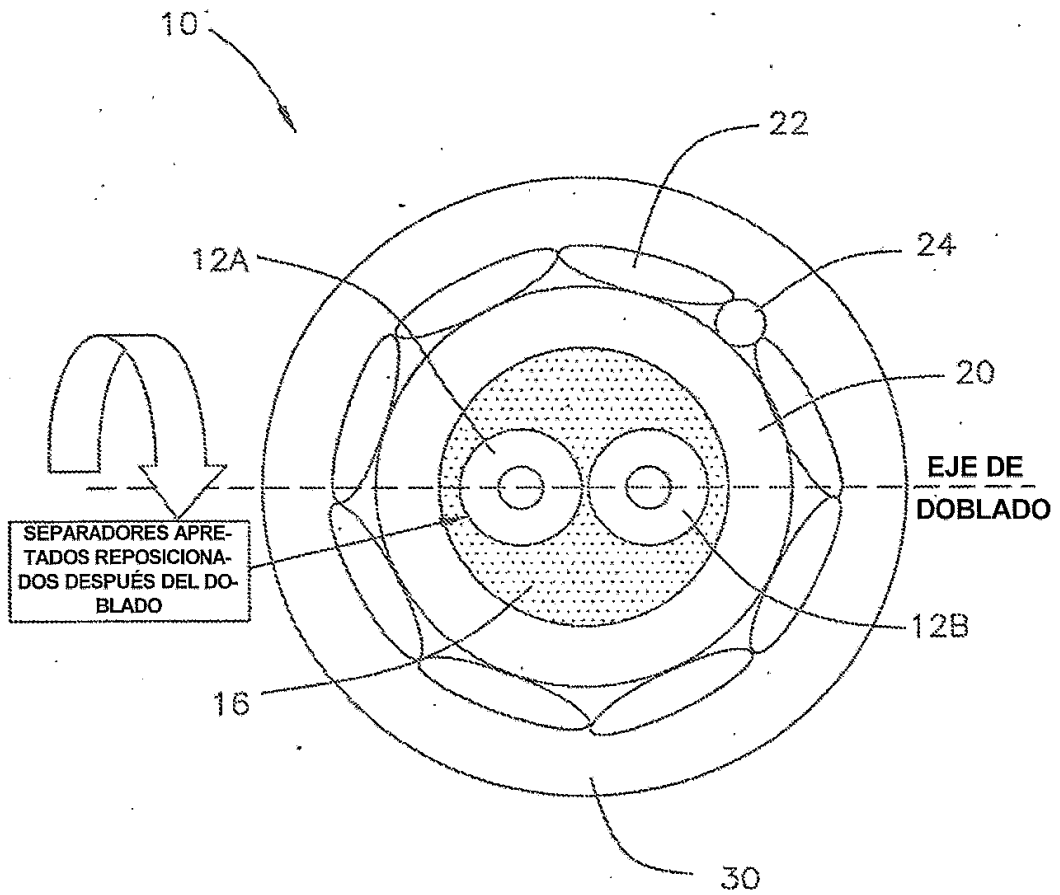


FIG. 6B

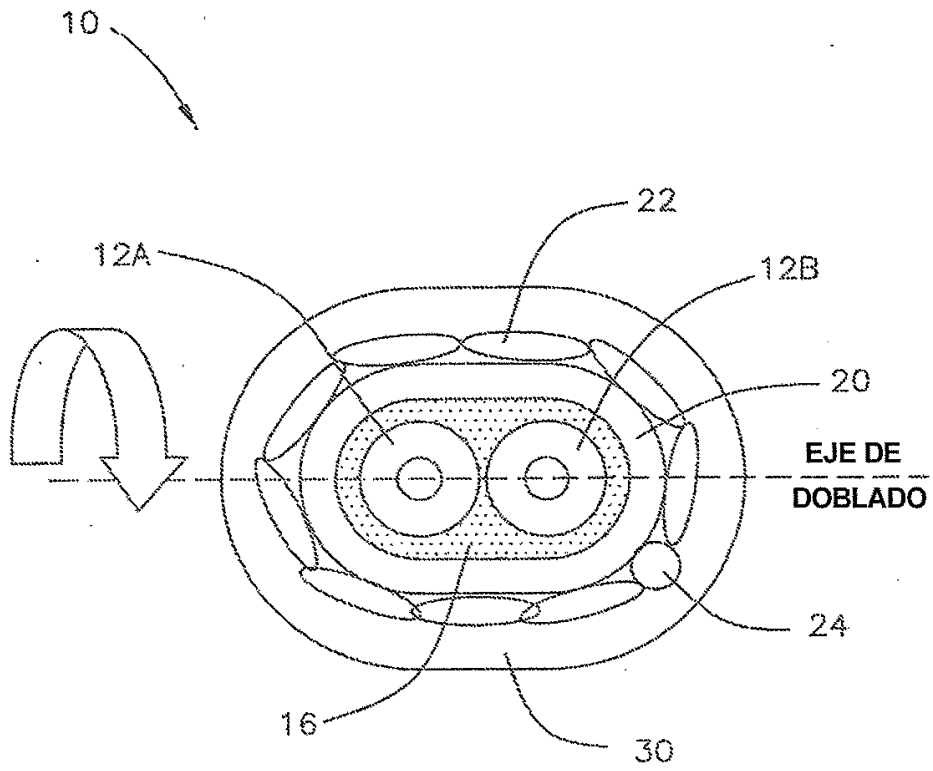


FIG. 6C

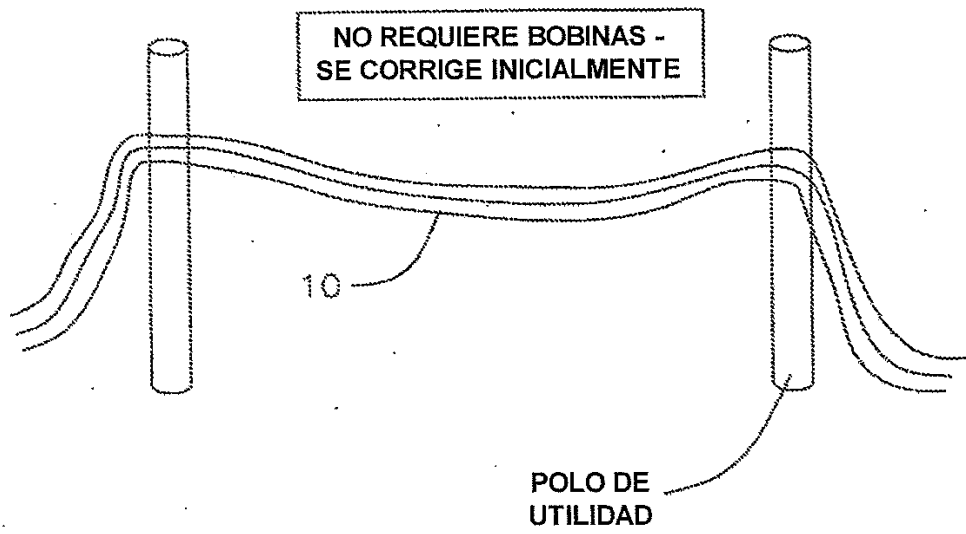


FIG. 7