



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 646 722**

⑮ Int. Cl.:
G02B 6/44
(2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2012 PCT/US2012/036048**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2012 WO12151231**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2012 E 12779561 (5)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2705396**

④ Título: **Haz de cables de fibra óptica**

⑩ Prioridad:

03.05.2011 US 201161481925 P

⑤ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.12.2017

⑦ Titular/es:

**CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC
(100.0%)
800 17th Street NW
Hickory, NC 28601, US**

⑫ Inventor/es:

**HUDSON, EDWARD H.;
HURLEY, WILLIAM C;
MCALPINE, WARREN W. y
SEDDON, DAVID A.**

⑭ Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 646 722 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

Haz de cables de fibra óptica.

Solicitudes de prioridad

5 Esta solicitud es una continuación de la Solicitud Internacional N.º PCT/US12/36048 presentada el 2 de mayo de 2012, que reivindica el beneficio de prioridad respecto de la Solicitud de EE. UU. N.º 61/481,925, presentada el 3 de mayo de 2011.

Solicitudes relacionadas

10 Esta solicitud está relacionada con el documento PCT/US2009/060163, presentado el 10 de septiembre de 2009, que reivindica prioridad respecto de la Solicitud Provisional de EE. UU. N.º 61/104,142, presentada el 9 de octubre de 2008, y el documento 61/245,420, presentado el 24 de septiembre de 2009.

Campo técnico

La presente solicitud se refiere en general a haces de fibras ópticas que tienen radios de curvatura bajos y áreas en sección transversal pequeñas.

Antecedentes

15 Las redes de comunicaciones se utilizan para transportar una variedad de señales tales como señales de voz, de vídeo, de datos y similares. A medida que las aplicaciones de comunicaciones requirieron un ancho de banda mayor, las redes de comunicación pasaron a los cables de fibra óptica dado que son capaces de transmitir una cantidad extremadamente grande de ancho de banda en comparación con los conductores de cobre. Los cables de fibra óptica son también mucho más pequeños y ligeros comparados con los cables de cobre que tienen la misma capacidad de ancho de banda. Los cables de fibra óptica convencionales, sin embargo, pueden ser demasiado grandes o rígidos para algunas aplicaciones. Por ejemplo, en una unidad de vivienda múltiple (MDU, por sus siglas en inglés) tal como un edificio de apartamentos, a menudo es necesario extender cables de fibra óptica a través de espacios pequeños y alrededor de esquinas estrechas para proporcionar acceso a unidades de vivienda individuales. Los cables de fibra óptica convencionales a menudo son demasiado grandes en su sección transversal, demasiado inflexibles o ambos para ser extendidos hasta las unidades de vivienda individuales.

20 Los despliegues de MDU convencionales también requieren la tracción de cables individuales desde el terminal de distribución de fibra (FDT, por sus siglas en inglés) hasta cada unidad de vivienda. El técnico desenrolla típicamente un cable por un pasillo y después los coloca en una moldura de conducto. El conducto puede llenarse de cables, no obstante, y puede que se requiera al técnico que estire entre 6 y 12 cables de derivación individuales desde el FDT hasta las unidades de vivienda. El tiempo requerido para retirarlos de los carretes individuales también puede ser perturbador para los inquilinos de la MDU y aumentar los costes de mano de obra de la instalación.

25 Un diseño de cable propuesto es un cable sin cubierta diseñado para una MDU con cables de subunidad trenzados en SZ entre sí y mantenidos en su sitio con aglutinantes de poliéster. La solución en haz trenzada en SZ ofrece una ventaja de ahorro de tiempo frente al despliegue de 6 y 12 cables de fibra únicos sueltos. En algunas aplicaciones, sin embargo, los aglutinantes en el diseño pueden ser incómodos de quitar en el campo y pueden quedar atrapados o deshilachados durante la instalación. Adicionalmente, si los aglutinantes se aplican incorrectamente con una tensión demasiado alta, pueden provocar una atenuación de fibras aumentada ya que tienden a mellar las subunidades de cable.

30 40 El documento WO 2010/042816 A1 se refiere a conjuntos de subunidades de cable de fibra óptica y enseña elementos trenzados en SZ. El trenzado en SZ es bien conocido en la industria de cables de fibra óptica y corresponde a elementos ópticos trenzados en un patrón oscilante inverso.

Compendio

Un haz de fibras ópticas según la invención se define en la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

45 Las distintas características de los dibujos no están necesariamente dibujadas a escala.

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una porción de un haz de cables de fibra óptica según una primera realización de la invención.

La Figura 2 es una vista en perspectiva de una porción de un haz de cables de fibra óptica según una segunda realización de la invención.

Descripción detallada

Se hará referencia ahora en detalle a la presente realización, de la cual se ilustra un ejemplo en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de referencia en todos los dibujos para hacer referencia a las mismas partes o a partes similares.

5 La Figura 1 es una vista en perspectiva de una porción de un conjunto de cables de fibra óptica 10, o un haz de cables de fibra óptica 10, según una realización de la invención. El haz de cables de fibra óptica 10 comprende una unidad de una pluralidad de cables de fibra óptica de subunidad en haz 100. Los cables de subunidad 100 no están envueltos con aglutinantes para fijar los cables de subunidad 100 en su lugar. El haz comprende una capa interior 120 de un cable de subunidad 100 y una capa exterior 130 de una pluralidad de cables de subunidad 100. En la
10 realización ilustrada según la invención, la capa exterior 130 incluye cinco cables de subunidad que rodean una capa interior de subunidad única 120 en una disposición de "5-1". Las subunidades 100 están trenzadas helicoidalmente con una alta integridad de haz. El haz se mantiene unido sin aglutinantes mediante la selección de longitudes de paso helicoidales adecuadas y las dimensiones de las unidades.

15 Las subunidades individuales pueden corresponder en su estructura y su composición a las subunidades descritas en la solicitud PCT/US2009/060163, patente N.º WO2010042816. Por ejemplo, cada cable de fibra óptica de subunidad 100 puede ser un cable de fibra único retardante de llama. En la realización ilustrada, el cable de fibra óptica de subunidad 100 incluye una fibra óptica protegida única 102 rodeada por una capa 104 de miembros de refuerzo de tracción sueltos y una cubierta o un recubrimiento de subunidad tubular polimérica exterior 106 extruida sobre la capa 104 de miembros de refuerzo. Según las presentes realizaciones, la capa 104 de miembros de refuerzo de tracción sueltos añade suficiente resistencia a la tracción a las subunidades de fibra óptica individuales de tal manera que no se requieren miembros de refuerzo adicionales para el conjunto general 10. Por ejemplo, los conjuntos como se describen en la presente memoria pueden estar libres de miembros de refuerzo rígidos tales como varillas de plástico reforzado con vidrio (GRP), que añaden gastos y aumentan los radios de curvatura de los cables. El revestimiento de protección de la fibra puede estar formado de un material de cloruro de polivinilo (PVC).
20
25
30
35
40
45

Otros materiales adecuados para el revestimiento incluyen materiales poliméricos tales como materiales de acrilato curados por luz ultravioleta, polietileno, PVDF, nailon o PVR. La cubierta de subunidad exterior 106 puede estar formada de material de PVC, por ejemplo. Otros materiales adecuados para la cubierta de subunidad exterior 106 incluyen materiales poliméricos tales como polietileno, PVDF o nailon. La capa 104 de miembros de refuerzo de tracción puede ser de hilos de fibra de aramida tales como KEVLAR® disponible en E. I. du Pont de Nemours and Co., fibra de vidrio y plásticos reforzados con aramida (ARP). La cubierta de subunidad 106 y/o el revestimiento de protección pueden incluir trihidrato de aluminio, trióxido de antimonio u otros aditivos adecuados para mejorar la resistencia a la llama.

45 El haz 10 puede estar trenzado en longitudes de paso correspondientes en base al diámetro del haz de modo que los haces mantengan la integridad mientras se curvan, se conducen y se instalan. La subunidad central 100 tiene el tamaño adecuado para alojar el número apropiado de subunidades 100 que se van a trenzar. También puede resultar ventajoso que todos los cables de subunidad 100 tengan el mismo tamaño para utilizar las mismas partes de conector. Un método para lograr esto consiste en comenzar con el tamaño de subunidad 100 deseado y revestir hasta la unidad central de tamaño correcto de modo que el haz terminado mantenga la integridad. Esto se puede lograr añadiendo una capa de deslizamiento entre la cubierta de arriba de modo que la capa exterior se pueda quitar cuando se fijen los conectores. Los cables de subunidad 100 pueden utilizar fibra no sensible a la curvatura que se puede curvar hasta un radio de curvatura de 5 mm. Es conveniente para los clientes que las subunidades en haz 100 sean instalables en la moldura más pequeña disponible comercialmente. También es conveniente que el cable en haz 10 quepa dentro de la moldura junto con un conjunto de manguitos de conector. Los cables de subunidad 100 pueden estar codificados por colores para su fácil identificación. El cable 10 se puede vender a granel para ser instalado con conectores instalables en el campo (no ilustrados) o como conjuntos de cables con conectores instalados en fábrica (no ilustrados).

50 El trenzado helicoidal es ventajoso en que facilita el acceso a la mitad del tramo de los cables de subunidad 100, lo cual es una característica importante cuando los cables de subunidad 100 han de desplegarse a lo largo de estructuras tales como unidades de vivienda múltiples. Las capas interiores y exteriores 120, 130 adyacentes de los cables de subunidad 100 pueden estar trenzadas en pasos separados en trenzadoras separadas o en una trenzadora común en un paso único. Los cables de subunidad 100 de la capa interior 120 pueden ser inmediatamente adyacentes y estar en contacto con aquellos de la capa exterior 130.

55 Sin ningún aglutinante para mantener la longitud de paso del haz, los técnicos pueden evitar fijar y aislar los aglutinantes durante la instalación. La ausencia de aglutinantes también evita los problemas del deshilachado o el enganche del material aglutinante durante la instalación, que podrían dar lugar a un haz de fibras 10 dañado. Se puede acceder a las subunidades 100 simplemente desenrollando la longitud de paso para seleccionar la unidad deseada y una vez que se saca la subunidad 100 deseada, el haz 10 retomará el paso. El trenzado helicoidal puede equivaler a reducciones en la atenuación en el haz 10, así como reducir sustancialmente el tiempo y la complejidad del procesamiento. El haz es altamente estable y la longitud de paso de las subunidades 100 individuales no se ve

afectada negativamente por factores tales como una tensión de aglutinante floja o un mal funcionamiento de las máquinas que aplican los aglutinantes, lo cual vuelve el procesamiento más consistente y reduce los porcentajes de rechazo.

5 Como se muestra en la Figura 1, el diseño de seis fibras tiene cinco subunidades 100 de diámetro exterior de 1,65 mm trenzadas helicoidalmente alrededor de una subunidad central 100 de diámetro exterior de 1,65 mm. La longitud de paso de la subunidad es de aproximadamente 50 mm, en el intervalo de 40-60 mm, y el diámetro del haz es de 10 aproximadamente 4,8 mm, en el intervalo de 4,6-5,2 mm. El diámetro medio del haz se puede aproximar circunscribiendo el haz con un círculo en múltiples secciones transversales del haz. Si se trenzan seis subunidades 100 entre sí, sería necesario utilizar un elemento central para asegurar una capa redonda, empaquetada de forma apretada; sin embargo, si uno de los elementos se coloca en el centro y la longitud de paso se acorta, entonces se 15 puede conseguir el mismo empaquetado apretado además de obtener un alto nivel de flexibilidad ofrecido por la corta longitud de paso. El poseer una longitud de paso demasiado corta, no obstante, puede tener un efecto perjudicial sobre la fiabilidad de la fibra, la atenuación inducida por macrocurvatura o ambas, dependiendo del tipo de fibra en el cable. La subunidad en la capa exterior 130 puede tener el mismo diámetro exterior, generalmente en 15 el intervalo de 1,6-1,7 mm.

20 La Figura 2 es una vista en perspectiva de una porción de un conjunto de cables de fibra óptica 210 o un haz de cables de fibra óptica 210 según un ejemplo comparativo. El haz de cables de fibra óptica 210 comprende una unidad de doce cables de fibra óptica de subunidad en haz 200 trenzados helicoidalmente. Los cables de subunidad 200 no están envueltos con aglutinantes para fijar los cables de subunidad 200 en su lugar. El haz comprende una 25 capa interior 220 de una pluralidad de cables de subunidad 200 y una capa exterior 230 de una pluralidad de cables de subunidad 200. En el ejemplo ilustrado, la capa exterior 230 incluye nueve cables de subunidad que rodean una capa interior 220 de tres subunidades en una disposición de "9-3". Las subunidades 200 están trenzadas helicoidalmente con una alta integridad de haz. Las subunidades individuales pueden corresponder en su estructura y su composición a las subunidades descritas en el documento PCT/US2009/060163 y a las subunidades 100 tratadas previamente. El conjunto 210 se mantiene unido sin aglutinantes mediante la selección de longitudes de paso helicoidales adecuadas y las dimensiones de las unidades.

30 El haz 210 puede estar trenzado en longitudes de paso correspondientes en base al diámetro del haz de modo que los haces mantengan la integridad mientras se curvan, se conducen y se instalan. Las subunidades 200 en la capa interior 220 pueden tener el tamaño adecuado para alojar el número apropiado de subunidades 200 que se van a trenzar. También puede ser ventajoso que todos los cables de subunidad 200 tengan el mismo tamaño para utilizar 35 las mismas partes de conector. Los cables de subunidad 200 pueden utilizar fibra no sensible a la curvatura. Las capas interiores y exteriores 220, 230 adyacentes de los cables de subunidad 200 pueden estar trenzadas helicoidalmente en pasos separados en trenzadoras separadas o en una trenzadora común en un único paso. Los cables de subunidad 200 de la capa interior 220 pueden ser inmediatamente adyacentes y estar en contacto con aquellos de la capa exterior 230.

40 Como se muestra en la Figura 2, el diseño de doce fibras tiene nueve subunidades 200 de diámetro exterior de 1,65 mm trenzadas helicoidalmente alrededor de tres subunidades centrales 200 de diámetro exterior de 1,65 mm. La longitud de paso de la subunidad es de aproximadamente 70 mm, en el intervalo de 60-80 mm, o en otro ejemplo en el intervalo de 65-75 mm, y el diámetro medio del haz es de aproximadamente 6,4 mm, en el intervalo de 6,2-6,6 mm.

45 Un diseño de ocho fibras tiene siete subunidades 200 de diámetro exterior de 1,65 mm trenzadas helicoidalmente alrededor de una subunidad central 200 de diámetro exterior de 2,00 mm. La longitud de paso de la subunidad es de aproximadamente 60 mm, en el intervalo de 50-70 mm, y el diámetro del haz es de aproximadamente 5,2 mm. En este caso, el tamaño del haz se mantiene al mínimo utilizando un elemento central de gran tamaño para trenzar las otras siete subunidades alrededor. Esto nuevamente permite un alto grado de flexibilidad y la producción de una estructura redonda empaquetada de forma estrecha. Un diseño de ocho fibras alternativo tiene ocho subunidades ópticamente conductoras 200 de diámetro exterior de 1,65 mm trenzadas helicoidalmente alrededor de una subunidad central de diámetro exterior de 2,9 mm. En este ejemplo, la subunidad central puede carecer de una fibra ópticamente conductora y puede incluir una fibra mecánica, tal como una aramida. La longitud de paso de la 50 subunidad es de aproximadamente 60 mm, en el intervalo de 50-70 mm, y el diámetro del haz es de aproximadamente 6,10 mm. En este caso, el tamaño del haz se mantiene al mínimo utilizando un elemento central de gran tamaño para trenzar las ocho subunidades alrededor. Esto nuevamente permite un alto grado de flexibilidad y la producción de una estructura redonda empaquetada de forma estrecha. Ambas configuraciones de ocho fibras utilizan una subunidad más grande como el miembro central que puede no ser deseable por parte de algunos 55 instaladores. Por consiguiente, el recubrimiento por encima sobre un cable de subunidad de 1,65 mm hasta el tamaño deseado posibilitaría al instalador despegar la cubierta de encima y permitir que solo se utilice un tamaño de banda de engaste de conector para todas las subunidades en el haz.

En la presente realización, la longitud de paso se elige de tal manera que la unidad es capaz de mantenerse unida mientras se manipula y se instala. Si la longitud de paso es demasiado larga, la capa o las capas se abren y el cable

pierde su integridad. La eliminación de hilos de aglutinante se posibilita por la utilización no estándar de elementos centrales de gran tamaño o reduciendo el número de elementos en la capa en comparación con lo que es normalmente el caso para dichas construcciones trenzadas. Adicionalmente, el acoplamiento proporcionado por la instalación desde un carrete de diámetro pequeño tal como la solución "Carrete en una Caja" de Corning limita el enrollado y garantiza la estabilidad del haz.

En las subunidades en esta memoria descriptiva, se pueden utilizar materiales bajos en humo y con cero halógenos como un material de protección apretado y como un material de cubierta de subunidad. Un PVC distribuido de forma nominal se puede utilizar como el material de protección apretado y de cubierta. Variaciones de materiales adicionales podrían incluir: poliésteres, nailon o TPE dependiendo de la aplicación final. El diámetro exterior de subunidad podría ser de tamaños distintos de 1,65 mm. Por ejemplo, una fibra protegida apretada de 500 micras puede ser utilizada para cables de diámetros más pequeños. La configuración de subunidades en haz podría ser distinta de aquella que se ha indicado anteriormente. Por ejemplo, quince subunidades podrían estar trenzados contrahelicoidalmente alrededor de nueve subunidades interiores para haces con un recuento elevado de fibras. Las subunidades podrían estar impermeabilizadas para las aplicaciones exteriores. El conjunto en haz puede utilizar conectores de fibra únicos o conectores de fibra múltiples tales como el conector "MTP" de Corning.

Las fibras ópticas utilizadas en los cables de fibra óptica de subunidad 100 pueden ser fibras ópticas no sensibles a la curvatura. Ejemplos de fibras ópticas no sensibles a la curvatura incluyen la marca ClearCurve™ de fibras ópticas disponibles de Corning Incorporated. Dichas fibras pueden tener radios de curvatura tan bajo como 5 mm con baja atenuación.

Los haces de cables de fibra óptica se pueden adaptar para su uso en interiores, por ejemplo, de tal manera que un recubrimiento de cable exterior para el haz de cables de fibra óptica no sea necesario. La ausencia de una cubierta exterior, así como la omisión de un miembro de refuerzo central, proporciona en parte los haces de cables de fibra óptica con su diámetro de curvatura relativamente bajo. En cambio, en los cables convencionales, las torceduras máximas permitidas sobre la superficie exterior de la cubierta del cable limitan el radio de curvatura de cable hasta al menos cerca de 5 a 10 veces el diámetro de cable exterior. Cada cable de subunidad puede estar provisto de un componente de refuerzo flexible, de modo que el haz de cables de fibra óptica tenga suficiente resistencia a la tracción al tiempo que sigue siendo flexible.

Según la realización anteriormente descrita, el diámetro de curvatura bajo y la pequeña área en sección transversal permiten en parte que los haces de cables de fibra óptica se curven alrededor de las esquinas y se introduzcan de otra manera en espacios estrechos o a través de aberturas, al tiempo que mantienen un rendimiento de pérdida de atenuación aceptable. El haz de cables de fibra óptica es por consiguiente particularmente adecuado para proporcionar un servicio de fibra óptica en interiores a estructuras tales como unidades de vivienda múltiples (MDU). En un método de instalación, un haz de cables de fibra óptica podría colocarse en un conducto de moldura de esquina y los cables de subunidad de fibra únicos se pueden dejar caer en cada apartamento de una MDU. Mientras que los cables de subunidad se pueden trenzar de diversas maneras, el trenzado helicoidal proporciona facilidad de acceso en las ubicaciones a mitad del tramo del conjunto.

Según un aspecto de la presente invención, los cables de subunidad de los conjuntos de fibra óptica se pueden colorear en función de un código de estándar industrial. Los conjuntos de fibras ópticas podrían colocarse en un conducto de moldura de esquina y los cables de subunidad de fibra únicos se pueden dejar caer en cada apartamento de una MDU. Cada cable individual también puede tener un identificador de impresión único para facilitar la conexión al puerto de FDT correcto. Por ejemplo, en una primera unidad de vivienda de una MDU, el técnico puede acceder a un cable de subunidad con un "CON 1" impreso sobre el mismo. La segunda unidad de vivienda puede recibir el cable de subunidad blanco con un "CON 2" impreso sobre el mismo, y así sucesivamente hasta la sexta subunidad denominada "CON 6." La dirección de la impresión puede ser utilizada para facilitar una instalación libre de errores y se puede disponer para siempre apuntar lejos de (o hacia) el FDT. Esto permite al técnico cortar el cable de subunidad y dejarlo caer de manera fiable a la ubicación adecuada. Esta constituye una característica importante ya que el técnico típicamente debe cortar el cable de subunidad en un punto al menos seis pies más allá el punto en el que la caída finalizada ha de colocarse. El trenzado helicoidal proporciona facilidad de acceso a los cables de subunidad en ubicaciones a la mitad del tramo de los conjuntos de fibras ópticas. Una codificación dual por colores de seis fibras (por ejemplo, azul pasando por blanco y negro pasando por aguamarina) puede ser utilizada en ejemplos de doce fibras para proporcionar dos trayectorias que salen del armario de conexión en las MDU. Las fibras de color inferior (por ejemplo, azul pasando por blanco), por ejemplo, pueden ser conducidas a los apartamentos con números más bajos en una dirección y las fibras de color superior (por ejemplo, negro a aguamarina) pueden ser conducidas en la dirección opuesta. La división de grupos de seis fibras de esta manera reduce la cantidad de cable necesitada por piso.

Según la realización anteriormente descrita, el diámetro de curvatura bajo y el área en sección transversal pequeña permiten en parte que los conjuntos de fibras ópticas se curven alrededor de las esquinas y se introduzcan de otra manera en espacios estrechos o a través de aberturas, al tiempo que mantienen un rendimiento de pérdida de

atenuación aceptable. Los conjuntos de fibras ópticas son por consiguiente particularmente adecuados para proporcionar un servicio de fibra óptica en interiores a estructuras tales como unidades de vivienda múltiples (MDU).

5 Las realizaciones ilustradas muestran conjuntos de cables de fibra óptica que tienen una pluralidad de cables de subunidad de fibra únicos. Los cables de fibra óptica de subunidad que tienen más de una fibra óptica, como por ejemplo dos, tres o más fibras ópticas, también pueden ser utilizados en realizaciones de conjuntos de cables de fibra óptica construidas según los principios de la presente invención.

Muchas modificaciones y otras realizaciones dentro del alcance de las reivindicaciones serán evidentes para aquellos expertos en la técnica. Por ejemplo, los conceptos de la presente invención se pueden utilizar con cualquier diseño y/o método de fabricación de cables de fibra óptica adecuados.

REIVINDICACIONES

1. Un haz de cables de fibra óptica (10), que comprende:
 - una capa interior (120) de un cable de fibra óptica de subunidad único; y
 - una capa exterior (130) de una pluralidad de cables de fibra óptica de subunidad trenzados helicoidalmente alrededor de la capa interior (120), en la que cada cable de fibra óptica de subunidad comprende:
 - 5 al menos una fibra óptica (102);
 - una capa (104) de miembros de refuerzo de tracción sueltos que rodea la al menos una fibra óptica; y
 - una cubierta de subunidad polimérica (106) que rodea la capa (104) de los miembros de refuerzo de tracción sueltos;
- 10 en el que la capa exterior (130) de las subunidades comprende el perímetro exterior del haz de cables de fibra óptica (10) y el haz de cables de fibra óptica (10) está libre de aglutinantes externos y una cubierta;
 - en el que la capa exterior (130) comprende cinco cables de subunidad que rodean la capa interior de subunidad única (120) en una disposición de "5-1".
 - en el que una longitud de paso helicoidal de la capa exterior (130) está entre 40-60 mm;
- 15 en el que el haz de cables de fibra óptica (10) está libre de un miembro de refuerzo de plástico reforzado con vidrio.
2. El haz de cables de fibra óptica de la reivindicación 1, en el que una longitud de paso de la capa exterior (130) está entre 45-55 mm.
3. El haz de cables de fibra óptica de las reivindicaciones 1 o 2, en el que un diámetro exterior medio del haz de cables de fibra óptica (10) está en el intervalo de 4,6-5,2 mm, en el que el diámetro medio se aproxima circunscribiendo el haz de cables de fibra óptica (10) con un círculo en múltiples secciones transversales del haz de cables de fibra óptica (10).
- 20 4. El haz de cables de fibra óptica de las reivindicaciones 1-3, en el que un diámetro de las subunidades en la capa exterior (130) está en el intervalo de 1,6-1,7 mm.
- 25 5. El haz de cables de fibra óptica de las reivindicaciones 1-4, en el que los miembros de refuerzo de tracción comprenden hilos de aramida.

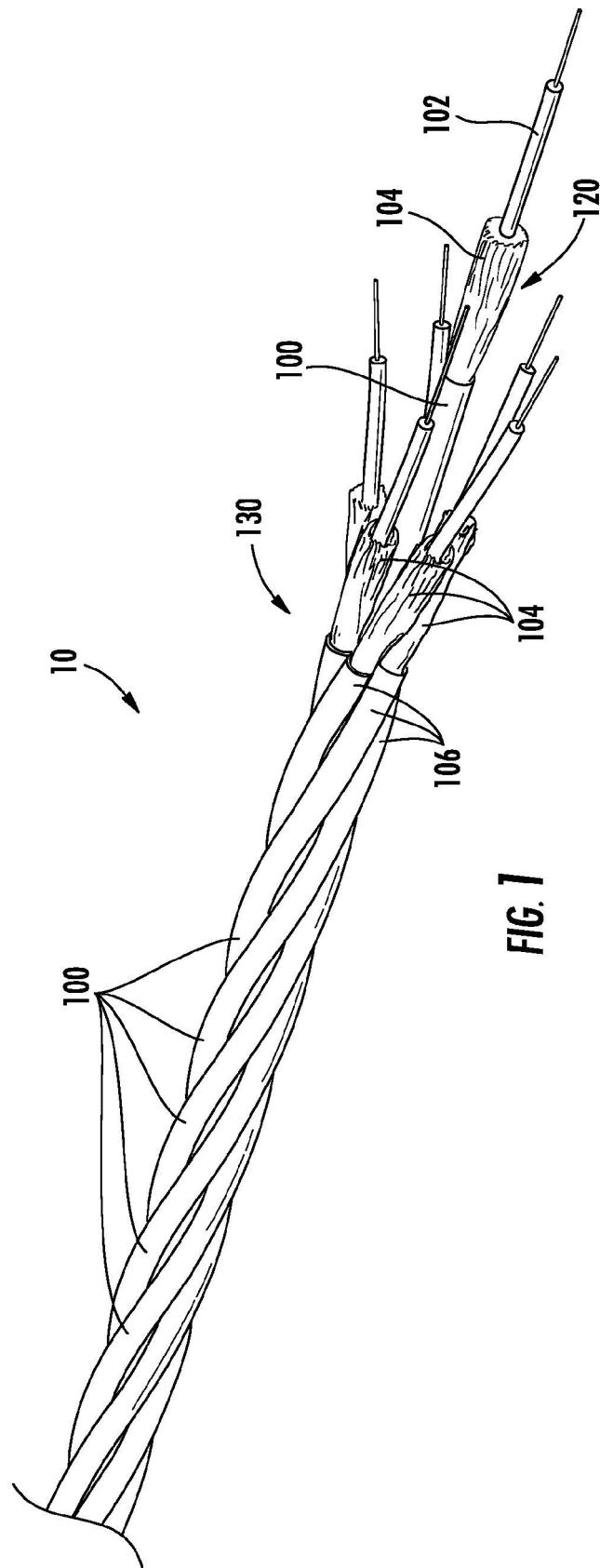


FIG. 1

