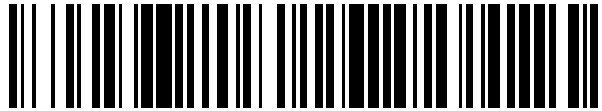


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 015**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2006 E 06788971 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 1910879**

54 Título: **Cables de fibra óptica y ensambles de fibra para aplicaciones de suscriptor**

30 Prioridad:

29.07.2005 US 193516

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

14.06.2016

73 Titular/es:

**CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC
(100.0%)**

**800 17th Street NW, P.O. Box 489
Hickory, NC 28603, US**

72 Inventor/es:

**GREENWOOD, JODY, L.;
DEAN, DAVID, L., JR.;
TEMPLE, KENNETH, D., JR. y
LAIL, KEITH, H.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 574 015 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

Cables de fibra óptica y ensambles de fibra para aplicaciones de suscriptor

Campo de la invención:

5 La presente invención se relaciona de manera general con cables de fibra óptica y montajes que son útiles para el enrutamiento de fibras ópticas hacia el suscriptor tal como hacia el hogar, negocio y/o acera. Específicamente, los cables de fibra óptica y ensambles de la presente invención son útiles como cables de alimentación, cables de distribución, cables de acometida, y/u otros cables /montajes adecuados en una red óptica.

Antecedentes de la invención:

10 Se utilizan redes de comunicación para transportar una variedad de señales tales como voz, vídeo, transmisión de datos, y similares. Las redes de comunicación tradicionales utilizan alambres de cobre en los cables para el transporte de información y datos. Sin embargo, los cables de cobre tienen inconvenientes debido a que son grandes, pesados, y sólo pueden transmitir una cantidad relativamente limitada de datos con un diámetro de cable razonable. En consecuencia, los cables de guía de ondas ópticas reemplazan la mayoría de los cables de cobre en los enlaces de red de comunicación de larga distancia, proporcionando de esta manera una mayor capacidad de ancho de banda para enlaces de larga distancia. Sin embargo, la mayoría de las redes de comunicación siguen utilizando cables de cobre para distribución y/o enlaces de derivación en el lado del suscriptor de la oficina central. En otras palabras, los suscriptores tienen una cantidad limitada de ancho de banda disponible debido a las restricciones de los cables de cobre en la red de comunicación. Dicho de otra manera, los cables de cobre son un cuello de botella que inhibe al suscriptor de utilizar la capacidad relativamente alta del ancho de banda de enlaces de larga distancia de fibra óptica.

15 Ya que las guías de onda ópticas se despliegan más en redes de comunicación, los suscriptores tendrán acceso a un aumento de ancho de banda. Pero existen ciertos obstáculos que hacen que sea difícil y/o costoso enrutar guías de onda ópticas/cables ópticos más cerca del suscriptor. Por ejemplo, el acceso a guías de onda ópticas y la conexión entre un cable de derivación y el cable de fibra óptica de distribución requiere una solución de bajo costo que sea amigablemente artesanal para instalación, conexión, y versatilidad. Más aún, la fiabilidad y la robustez de los cables de fibra óptica y la interconexión entre los mismos deben soportar los rigores de un entorno al aire libre.

20 Los cables de fibra óptica de distribución convencionales requieren apertura al cortar o de otra forma dividir la chaqueta de cable y halar las fibras ópticas a través de la apertura de chaqueta. Sin embargo, puede ser difícil ubicar las fibras correctas, e incluso puede ser un reto cuando se localizan, retirarlas del cable sin dañar las fibras ópticas seleccionadas u otras fibras ópticas en el cable. Una vez que las fibras ópticas deseadas se localizan y eliminan de forma segura, el operador tiene que conectar o empalmar las fibras ópticas para conexión óptica con la red. La realización del proceso de acceso con cables convencionales en condiciones menos que ideales en el campo es lento, no económico, y existe el riesgo de dañar las fibras ópticas de los cables convencionales. Del mismo modo, el proceso de acceso es difícil en la fábrica con cables convencionales. El documento JP-A-2-228618 describe un cable de fibra óptica conocido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Resumen de la invención

25 Para lograr estas y otras ventajas de acuerdo con el propósito de la invención como se realiza y describe ampliamente aquí, la invención se refiere a un cable de fibra óptica según la reivindicación 1.

40 Las características y ventajas adicionales de la invención se establecerán en la descripción detallada que sigue, y en porción serán fácilmente evidentes para aquellos expertos en la técnica a partir de esa descripción o se reconocerán por la práctica de la invención como se describe aquí, que incluyendo la descripción detallada que sigue, las reivindicaciones, así como los dibujos adjuntos.

45 Se debe entender que tanto la anterior descripción general y la siguiente descripción detallada presentan realizaciones de ejemplo y explicativas de la invención, y están destinadas a proporcionar una visión general o marco para entender la naturaleza y carácter de la invención como se reivindica. Los dibujos acompañantes se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención, y se incorporan en y constituyen una porción de esta especificación. Los dibujos ilustran diversas realizaciones de ejemplo de la invención, y junto con la descripción, sirven para explicar los principios y operaciones de la invención.

Breve descripción de los dibujos

50 La Figura 1 es una vista en sección transversal de una realización explicativa de un cable de fibra óptica útil para entender la presente invención.

Las Figuras 1a-1c representan vistas en sección transversal de cintas de fibra óptica de ejemplo adecuadas para uso en los cables de la presente invención.

La Figura 2 es una vista en sección transversal de otro cable de fibra óptica explicativo útil para entender la presente invención.

5 La Figura 3 es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 es una vista en sección transversal de aún otro cable de fibra óptica explicativo de acuerdo con la presente invención.

La Figura 5 es una vista en sección transversal de otro cable de fibra óptica explicativo de acuerdo con la presente invención.

10 La Figura 6 es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica explicativo que tiene una porción rasgable para separar una porción del cable de acuerdo con la presente invención.

Las Figuras 7 y 7A son vistas en sección transversal de cables de fibra óptica que tienen una pluralidad de cavidades de acuerdo con la presente invención.

15 Las Figuras 8 y 8A son vistas en sección transversal de cables de fibra óptica explicativos que tienen un componente blindado de acuerdo con la presente invención.

Las Figuras 9 y 10 respectivamente son una vista en sección transversal y una vista en perspectiva de un ensamble de cable de fibra óptica explicativo de acuerdo con la presente invención.

La Figura 10a representa una vista en perspectiva de una porción el cable de las Figuras 9 y 10 después que se abre y antes de que se aplique la porción de sobremoldeo.

20 Las Figuras 11 y 11a respectivamente representan vistas en sección transversal esquemáticas del ensamble de cable de fibra óptica de las Figuras 9 y 10 dispuesto dentro de un conducto y una vista en sección transversal esquemática de un ensamble de fibra óptica que utiliza un cable redondo.

La Figura 12 y 12a respectivamente son una vista en sección transversal y una vista en perspectiva de otro ensamble de cable de fibra óptica de acuerdo con la presente invención.

25 La Figura 13 es una vista en sección transversal de aún otro cable de fibra óptica de acuerdo con la presente invención.

Descripción detalla de las realizaciones de ejemplo

30 Ahora se hará referencia en detalle a realizaciones de ejemplo de la invención, ejemplos de los cuales se describen aquí y se muestra en los dibujos acompañantes. Siempre que sea posible, los mismos números de referencia se utilizan en todos los dibujos para referirse a las mismas o similares partes o características.

La Figura 1 representa un cable 10 de fibra óptica de ejemplo (en lo sucesivo cable 10) de acuerdo con la presente invención que se puede configurar para uso como un cable de derivación, un cable de distribución, u otras porciones adecuadas de una red óptica. En términos generales, un cable de distribución tendrá un conteo relativamente alto de fibras ópticas tales como doce o más fibras ópticas para su posterior distribución a la red óptica. Por otra parte, un cable de derivación tendrá un conteo óptico relativamente bajo tal como hasta cuatro fibras ópticas para el enrutamiento hacia un suscriptor o un negocio, pero los cables de derivación pueden incluir mayores conteos de fibras. El cable 10 incluye generalmente por lo menos una fibra 12 óptica dispuesta como una porción de una cinta 13 de fibra óptica, por lo menos un elemento 14 de resistencia, y una chaqueta 18 de cable que tiene una cavidad 20 configurada con un perfil generalmente plano. En otras palabras, los cables de la presente invención tienen dos superficies 11 principales que son generalmente planas y se conectan por superficies de extremo arqueadas (no numeradas) como se muestra, resultando de esta manera en un cable que tiene una huella de sección transversal relativamente pequeña. Como se muestra mejor en las Figuras 1a-1c, por lo menos una fibra 12 óptica se dispone con una pluralidad de otras fibras ópticas como una porción de cinta 13 de fibra óptica. El cable 10 también incluye dos elementos 14 de resistencia dispuestos en lados opuestos de la cavidad 20, impartiendo de esta manera una característica de doblado preferencial al cable 10. Los elementos 14 de resistencia son preferiblemente de un material dieléctrico tal como plástico reforzado con vidrio, permitiendo así un diseño de cable dieléctrico completo; sin embargo, los elementos de resistencia pueden ser de un material conductor tal como acero o similar. La cavidad 20 tiene un tamaño que permite que las cintas 13 con libertad adecuada se muevan cuando, por ejemplo, el cable se

dobra mientras que se mantiene el rendimiento de atenuación óptica adecuado de las fibras ópticas dentro del cable. En pocas palabras, la cavidad no se dibuja estrechamente sobre la fibra óptica, pero permite algo de movimiento. Adicionalmente, la chaqueta 18 se puede formar de un material retardante de llama, haciéndolo de esta manera adecuado para aplicaciones en interiores, tales como unidades de viviendas múltiples (MDU).

5 El cable 10 es ventajoso porque se puede acceder fácilmente desde cualquiera de los lados generalmente planos del cable, permitiendo así el acceso a la fibra óptica deseada. En otras palabras, las cintas de cada lado de la pila de cintas, es decir, superior o inferior, se puede acceder al abrir el cable en el lado plano respectivo. En consecuencia, el experto es capaz de acceder a cualquier fibra óptica deseada para conexión óptica. Como se representa, la cavidad 20 tiene una menor dimensión de cavidad CH y una mayor dimensión de cavidad CW y tiene una forma
10 generalmente rectangular con una orientación fija, pero son posibles otras formas y disposiciones, tales como en general cuadrada, redonda, u oval. Por vía de ejemplo, la cavidad se puede hacer girar o trenzar de cualquier forma adecuada a lo largo de su longitud longitudinal. La cavidad también puede tener una oscilación parcial a través de un ángulo dado, por ejemplo, la cavidad puede rotar entre un ángulo en sentido horario que es menor que una rotación completa y luego rotar en sentido antihorario por menos de una rotación completa. Adicionalmente, una o más
15 cavidades se pueden compensar hacia una de las superficies 11 principales, permitiendo de esta manera la apertura y acceso fácil de un lado como se muestra en la Figura 7a.

Como se muestra en la Figura 1, la menor dimensión de cavidad CH se alinea generalmente con una menor dimensión H1 del cable 10 de distribución y la mayor dimensión de cavidad CW se alinea generalmente con la mayor dimensión W1 del cable 10. Como se representa, los elementos 14 de resistencia se disponen sobre lados
20 opuestos de la cavidad 20 y tienen un tamaño de tal manera que una dimensión de elemento de resistencia D alineado generalmente con menor dimensión H1 del cable tiene aproximadamente el mismo tamaño o más pequeño que la menor dimensión de cavidad CH. Por vía de ejemplo, la menor dimensión de cavidad CH tiene un tamaño que es aproximadamente cinco por ciento más grande o más grande que una dimensión de elemento de resistencia D que se alinea generalmente con menor dimensión H1 del cable. De forma ilustrativa, el elemento 14 de resistencia
25 es un plástico de vidrio reforzado redondo (grp) que tiene un diámetro de aproximadamente 2.3 milímetros y la menor dimensión de cavidad CH es aproximadamente 2.5 milímetros. Por supuesto, los elementos 14 de resistencia pueden tener formas diferentes a redondas tales como elementos de resistencia ovalados mostrados en la Figura 2.

En consecuencia, el experto o el proceso de automatización tiene acceso simple y fácil a la cavidad 20 al utilizar una
30 cuchilla de uso general o herramienta de corte a lo largo de la longitud del cable sin cortar los elementos 14 de resistencia, permitiendo de esta manera la entrada a la cavidad 20, mientras que se inhibe el daño a la por lo menos una fibra 12 óptica o elementos de resistencia durante el procedimiento de acceso. En otras palabras, el experto puede simplemente cortar en la chaqueta 18 de cable al rebanar la chaqueta 18 de cable y puede utilizar elementos 14 de resistencia como una guía para la cuchilla o herramienta de corte, exponiendo de esta manera la cavidad 20 durante el corte y lo que permite el acceso a la por lo menos una fibra óptica allí. En otras palabras, dar un tamaño a
35 la menor dimensión de cavidad CH de tal manera que sea aproximadamente del mismo tamaño o mayor que la dimensión del elemento de resistencia D que se alinea generalmente con la menor dimensión H1 ventajosamente permite un acceso rápido y confiable a la cavidad 20. Por lo tanto, un experto puede tener acceso a las fibras ópticas en los cables de la presente invención fácilmente, rápidamente, y de forma repetible o de forma similar en un proceso automatizado. Sin embargo, el cable o montaje de cable que no son parte de la presente invención pueden
40 tener cavidades con menores dimensiones de cavidad generalmente alineadas con la menor dimensión de cable que es más pequeña que la dimensión del elemento de resistencia D. Adicionalmente, las superficies principales generalmente planas de los cables son ventajosas debido a que permiten una huella de cable más pequeña y utilizan menos material de chaqueta en comparación con los cables redondos.

Los cables de acuerdo con la presente invención pueden tener cualquier dimensión, construcciones y/o conteos de
45 fibras adecuados para la aplicación dada. Por vía de ejemplo, en aplicaciones de distribución, la mayor dimensión W1 es preferiblemente de aproximadamente 15 milímetros o menos y la menor dimensión H1 es preferiblemente de aproximadamente 10 milímetros o menos. En aplicaciones de derivación, la mayor dimensión W1 es preferiblemente de aproximadamente 10 milímetros o menos y la menor dimensión H1 es preferiblemente de aproximadamente 5 milímetros o menos. Por supuesto, otros cables de la presente invención pueden tener otros tamaños y/o estructuras
50 para la aplicación dada dependiendo de los requisitos y conteos de fibra del cable. Por ejemplo, los cables de la presente invención pueden tener tamaños más grandes para la mayor dimensión, menor dimensión, y/o estructuras diferentes tales como una porción de tonos como se muestra en la Figura 5 para localizar el cable en aplicaciones enterradas. La Figura 13 representa un cable 300 adecuado para aplicaciones aéreas que es similar al cable 10 pero incluye además una sección 330 de mensajero que tiene un elemento 332 de resistencia mensajero. El elemento
55 332 de resistencia mensajero se conecta con un cuerpo 310 de cable principal por una red 318a de la chaqueta 318 de cable. El elemento 332 de resistencia mensajero se puede formar de cualquier material adecuado, tal como un dieléctrico o conductor y/o tener cualquier construcción adecuada, tal como una varilla sólida o trenzada. Adicionalmente, los diseños de cables pueden tener cualquier conteo de fibras adecuado y/o disposición de fibra óptica dependiendo de la aplicación en la red óptica. Algunas disposiciones de fibra óptica adecuados incluyen
60 cintas con o sin subunidades, cintas reforzadas que tienen una capa de amortiguación hermética, fibras ópticas

amortiguadas herméticas o de color, fibras ópticas sueltas en un tubo, fibras ópticas en un módulo, o fibras ópticas dispuestas en un racimo.

Las cintas 13 de fibra óptica utilizadas en los cables de la presente invención pueden tener cualquier diseño adecuado o conteo de cinta. Las Figuras 1a-1c representan cintas 13 de fibra óptica de ejemplo que utilizan una pluralidad de subunidades, cada una tiene cuatro fibras ópticas; Sin embargo, son posibles cintas sin subunidades y estas pueden tener diferentes conteos de fibras. Las subunidades permiten la división predeterminada de las cintas de fibra óptica en unidades de conteo de fibra más pequeñas predecibles, preferiblemente sin el uso de herramientas especiales. Específicamente, cada una de las cintas representadas incluye seis subunidades para un total de veinticuatro fibras 12 ópticas, elaborando de esta manera las configuraciones de cinta ilustradas ventajosas para un cable de distribución. La Figura 1a representa una cinta 13 de veinticuatro fibras con dos unidades de doce fibras (no numerada), cada una tiene tres subunidades 13a conectadas por una matriz 13b secundaria y las unidades de doce fibras se conectan entre sí por una matriz 13c común. La Figura 1b representa otra cinta 13 de veinticuatro fibras, excepto que las subunidades 13a tienen porciones de extremo con una forma bulbosa que se disponen por lo menos parcialmente sobre las fibras ópticas exteriores de las subunidades 13a como se describe en las Patentes Estadounidenses Nos. 6,748,148 y 6,792,184. La Figura 1c representa una cinta de veinticuatro fibras que sólo utiliza subunidades 13a y la matriz 13b secundaria para conectar las subunidades entre sí, pero la matriz secundaria incluye adicionalmente porciones de división preferenciales (no numeradas) para separar la cinta en dos unidades de doce fibras. Por supuesto, otras configuraciones de cinta adecuadas son posibles tales como dos unidades de doce fibras, tres unidades de ocho fibras, o seis unidades de cuatro fibras, dependiendo de los requisitos de la arquitectura de red.

Las fibras ópticas tienen preferiblemente un exceso de longitud de fibra (EFL) en comparación con una longitud de la cavidad 20. Por ejemplo, las fibras ópticas tienen una EFL entre aproximadamente 0.0 y aproximadamente 0.5 por ciento; sin embargo, en algunos casos que no forman parte de la invención, la EFL puede ser también ligeramente negativa. Del mismo modo, las cintas pueden tener un exceso de longitud de cinta (ERL). Además de inhibir la aplicación de tensión a las fibras ópticas, la EFL o ERL pueden facilitar el acoplamiento de las fibras ópticas o cintas con la chaqueta de cable o tubo. De acuerdo con la invención, la ERL está preferiblemente en el rango de aproximadamente 0.1 por ciento a aproximadamente 1.2 por ciento, y más preferiblemente en el rango de aproximadamente 0.3 por ciento a aproximadamente 1.0 por ciento, y aún más preferiblemente en el rango de aproximadamente 0.5 por ciento a aproximadamente 0.8 por ciento, inhibiendo de este modo la aplicación de tensión, lo que permite la flexión del cable de fibra óptica sin provocar niveles elevados de atenuación óptica, y/o rendimiento a baja temperatura adecuado. Adicionalmente, la cantidad de ERL puede depender del diseño de cable específico, tal como el número de cintas dentro de la cavidad, el tamaño de la cavidad, la aplicación pretendida, y/o otros parámetros.

Como se muestra en la Figura 1, la cavidad 20 se puede llenar con una grasa o gel tixotrópico (no numerado) para inhibir la migración del agua a lo largo de la misma. Sin embargo, son posibles otras estructuras adecuadas para inhibir la migración del agua a lo largo del cable. Como se muestra en la Figura 2, el cable 10' es similar al cable 10, pero incluye adicionalmente por lo menos un hilo 22 inflable con agua o rosca dispuestos longitudinalmente dentro de la cavidad 20 para bloquear la migración de agua. Las estructuras de bloqueo de agua también pueden ser intermitentes a lo largo del cable. Por ejemplo, la grasa o gel se puede disponer de manera intermitente dentro de la cavidad o tubo. Del mismo modo, se pueden utilizar tapones intermitentes de silicona, espuma, u otros materiales adecuados para bloquear la migración de agua a lo largo del cable.

La Figura 3 representa un cable 30 que es similar al cable 10, pero incluye además una pluralidad de bandas 32 alargadas que son bandas compresibles tales como bandas de espuma dispuestas dentro de la cavidad 20 para el acoplamiento de las cintas con la chaqueta 18, pero las bandas 32 alargadas también puede servir para bloquear la migración de agua a lo largo del cable. Como se representa, bandas 32 alargadas se disponen en la porción superior e inferior de la pila de cintas. En otras palabras, los componentes forman una intercalación de banda alargada/cinta con la primera banda alargada dispuesta en un primer lado plano de la cinta (o pila de cintas) y la segunda banda alargada se dispone en el segundo lado principal de la cinta (o pila de cintas) dentro de la cavidad generalmente rectangular. Dicho de otra manera, las superficies planas de la cinta generalmente enfrentan la superficie plana de la banda alargada y la superficie plana de la banda alargada generalmente también se alinea con la mayor dimensión de la cavidad de tal manera que todas las superficies principales planas de los componentes generalmente se alinean dentro de la cavidad generalmente rectangular como se representa en la Figura 3. Por supuesto, otras realizaciones pueden tener una o más bandas alargadas que se puede envolver alrededor de las fibras ópticas o disponer en uno o más lados de las mismas. Específicamente, el cable 30 tiene dos bandas 32 alargadas formadas a partir de un material de poliuretano de celda abierta; sin embargo, son posibles otros materiales adecuados para acoplamiento y amortiguación de cintas. En una realización, una o más bandas 32 alargadas incluyen una capa que se puede hinchar con agua (representada por la eclosión sólida de banda 32 alargada) para inhibir la migración de agua dentro del cable. Por ejemplo, una capa de espuma y una capa que se puede hinchar con agua se laminan entre sí, formando de esta manera la banda de espuma hinchable en agua. En otras realizaciones, la capa compresible y la capa hinchable en agua son componentes individuales discretos que son sin ataduras. En términos generales, los hilos hinchables en agua y/o bandas alargadas son multi-funcionales.

Por ejemplo, además de ayudar al acoplamiento de las fibras ópticas, cintas, o módulos con la chaqueta de cable, pueden inhibir la migración de agua, así como amortiguar las fibras ópticas durante flexión del cable. Adicionalmente, la banda alargada puede estar formada de otros materiales compresibles adecuados además de espuma para el acoplamiento y amortiguación tal como un material no tejido similar a fieltro u otros materiales adecuados configurados como una banda alargada.

La Figura 4 representa un cable 40 similar al cable 10 que tiene una pluralidad de módulos 15 de fibra óptica en lugar de cintas 13. Los módulos 15 de fibra óptica organizan y protegen la pluralidad de fibras 12 ópticas dentro de cada chaqueta 15a de módulo. En consecuencia, los módulos 15 de fibra óptica se pueden enrutar fuera de la cavidad de cable 40 mientras que todavía tiene una cubierta protectora dispuesta alrededor de las fibras ópticas. Por vía de ejemplo, cada módulo 15 de fibra óptica incluye fibras 12 ópticas de doce colores, formando de este modo una densidad de paquete de fibra óptica relativamente alta. Más aún, los módulos 15 de fibras ópticas permiten el acceso a fibras ópticas individuales dentro de la chaqueta 15a sw módulo sin tener que retirar la misma desde un material de matriz de cinta. Preferiblemente, la chaqueta 15a de módulo se forma de un material que es fácilmente desgarrable sin herramientas. Por ejemplo, la chaqueta 15a de módulo se forma de un material altamente relleno de tal manera que es fácilmente desgarrable por el experto solo utilizando sus dedos para desgarrar la misma y no se pegará a las fibras ópticas de colores o amortiguadas herméticamente. Los materiales de chaqueta de módulo adecuados pueden incluir un material de tereftalato de polibutileno (PBT), policarbonato y/o polietileno (PE) que tiene talco y/o un acrilato de etileno de vinilo (EVA); sin embargo, otros materiales adecuados son posibles, tal como un acrilato curable por UV. Los módulos 15 pueden incluir otros componentes adecuados, tales como una grasa, hilo hinchable en agua, hilo adecuado o cinta, un cordón de apertura, u otro componente adecuado. Adicionalmente, la cavidad del cable 40 puede incluir un hilo engrasado, hinchable en agua o cinta, y/o cualquier otro componente adecuado.

La Figura 5 representa un cable 50 de fibra óptica que es similar al cable 10, pero incluye adicionalmente un tubo 52 dentro de la cavidad y un lóbulo 55 de tonos. El tubo 52 proporciona protección adicional para las fibras 12 ópticas al abrir la cavidad. Más aún, puesto que las fibras 12 ópticas permanecen dentro de una estructura de protección después de que se abre la cavidad del cable, es decir, el tubo 52, el módulo o similar, las fibras ópticas se pueden enrutar y almacenar sin dejar de ser protegidas. Por vía de ejemplo, cuando el cable se enruta en un cierre, se retira una porción de la chaqueta 18 y los elementos 14 de resistencia se corta a una longitud apropiada con el fin de que puedan aliviar la tensión, a partir de entonces el tubo 52 que tiene fibras 12 ópticas en el mismo se puede enrutar dentro del cierre mientras que se protege y la estructura de protección se puede retirar o abrir cuando se requiera. En esta realización, el tubo 52 proporciona el espacio libre que permite el movimiento de la fibra. Adicionalmente, el material para el tubo 52 se puede seleccionar para proporcionar propiedades de fricción predeterminadas para adaptar el nivel de acoplamiento entre las fibras ópticas, cintas, módulos, o similares.

El cable 50 también incluye el lóbulo 55 de tonos que es útil para localizar el cable en aplicaciones enterradas al tiempo que permite un cuerpo 51 de cable principal que es dieléctrico. El lóbulo 55 de tonos incluye un alambre 57 conductor dispuesto dentro de una porción 58 de la chaqueta del lóbulo 55 de tonos. Por vía de ejemplo, el alambre 57 conductor es un alambre de cobre calibre 24 que permite al para una señal de tono al mismo para localizar el cable con el fin de que se pueda localizar o tener su ubicación para evitar daños inadvertidos. La chaqueta 18 y la porción 58 de chaqueta normalmente se co-extruyen simultáneamente utilizando las mismas herramientas de extrusión. Como se muestra, la porción 58 de chaqueta se conecta con la chaqueta 18 del cuerpo 51 de cable principal mediante una tela 59 frangible de tal manera que el lóbulo 55 de tonos se puede separar fácilmente del cuerpo 51 de cable principal para conexión u otros propósitos. Específicamente, la tela 59 puede incluir una porción de desgarrar preferencial (no numerada) utilizando geometría adecuada para controlar la localización del desgarrar entre el lóbulo 55 de tonos y el cuerpo 51 de cable. El lóbulo 55 de tonos preferiblemente se desgarrar lejos del cuerpo 51 de cable principal limpiamente de tal manera que no deja un reborde sobre el mismo, permitiendo de este modo un perfil que permite un fácil sellado con una caña conectora o similar. El lóbulo 55 de tonos es ventajoso porque si el cable es golpeado por un rayo el lóbulo 55 de tonos se dañaría, pero el cuerpo 51 de cable principal no sería dañado de manera significativa ya que es dieléctrico. En consecuencia, el cable es de tonos, sin requerir mano de obra y el hardware necesario para conectar a tierra el cable. Por supuesto, otros cables de la presente invención también pueden incluir un lóbulo de tonos.

la Figura 6 representa otro cable 60 similar al cable 10 que incluye adicionalmente por lo menos una porción 62 de desgarrar preferencial para separar uno o más de los elementos 14 de resistencia desde una porción 64 intermedia del cable 60. Como se representa, el cable 60 incluye cuatro porciones 62 de desgarrar preferenciales dispuestas entre un elemento 14 de resistencia respectivo y la porción 64 intermedia. En consecuencia, cada elemento 14 de resistencia respectivo junto con una porción de la chaqueta 18 se puede separar de la porción 64 intermedia del cable 60 mediante la aplicación de una fuerza de separación suficiente. Las porciones 62 de desgarrar preferenciales son ventajosas ya que permiten que las fibras 12 ópticas tengan una estructura de protección sin utilizar un módulo o tubo. En otras palabras, la porción de chaqueta 18 que permanece después de separar los elementos 14 de resistencia de la porción 64 intermedia actúa como una estructura de protección para las fibras ópticas. Adicionalmente, el cable 60 incluye más de dos cintas 13 de fibra óptica, produciendo de este modo un conteo de fibra relativamente alto para distribución.

La Figura 7 representa todavía otro cable 70 de acuerdo con la presente invención que incluye una pluralidad de cavidades 20a, 20b para alojar las fibras ópticas. Utilizar más de una cavidad permite flexibilidad en las aplicaciones de cable. Múltiples cavidades pueden tener tamaños similares o diferentes que son adecuados para la aplicación particular. Como se muestra, las cavidades 20a, 20b tienen dimensiones menores similares, pero tienen diferentes dimensiones mayores, lo que permite diferentes conteos de fibras de cinta en las respectivas cavidades. Específicamente, la cavidad 20a tiene un tamaño para una pluralidad de cintas 13a de 4 fibras a las que se puede acceder para distribución a lo largo del cable y luego se enrutan hacia el suscriptor y la cavidad 20b tiene un tamaño para una pluralidad de cintas 13b de 12 de fibra que están destinadas a utilizar la longitud completa del cable. Otras realizaciones son posibles, por ejemplo, una primera cavidad puede tener módulos con 4 fibras y una segunda cavidad puede tener módulos con 12 fibras. La Figura 7 también ilustra un elemento 14 de resistencia opcional dispuesto entre las cavidades 20a y 20b. El elemento de resistencia opcional es ventajoso si se desea solo acceso a una de las cavidades cuando se abre el cable, al permitir un punto de parada y/o una guía para la herramienta de corte. El elemento de resistencia opcional puede tener el mismo tamaño que los elementos de resistencia fuera de borda o puede tener un tamaño diferente. Más aún, el elemento de resistencia opcional puede tener una forma distinta a la forma redonda de tal manera que se puede minimizar la mayor dimensión de cable. Se pueden utilizar otras estructuras para ayudar en solo la apertura de una de las múltiples cavidades. Por ejemplo, la Figura 7a representa un cable 70' que tiene cavidades 20a' y 20b' que se desplazan con respecto al plano AA que pasa a través de los puntos centrales de elementos 14 de resistencia. Específicamente, la cavidad 20a' se desplaza hacia la superficie principal inferior del cable para el acceso de esa superficie y la cavidad 20b' se desplaza hacia la superficie superior principal del cable para acceso desde esa superficie. En pocas palabras, la cavidad que tiene las cintas de cuatro fibras es fácilmente accesible desde una superficie principal y la cavidad que tiene las cintas de doce fibras es fácilmente accesible desde la otra superficie principal. Más aún, una o más de las superficies principales se pueden marcar (no visible) para indicar que la cavidad es accesible desde la superficie dada. Por supuesto, otras configuraciones de cable de la presente invención pueden utilizar más de una cavidad.

La Figura 8 ilustra un cable 80 de fibra óptica que incluye por lo menos un componente 85 blindado que proporciona protección de roedores y/o resistencia al aplastamiento adicional para el cable. Específicamente, el cable 80 incluye por lo menos una fibra 12 óptica dispuesta dentro de un tubo 82 que tiene elementos 14 de resistencia dispuestos en extremos opuestos de los mismos, dos componentes 85 de armadura se disponen alrededor del tubo 82, y la chaqueta 18 se aplica sobre los mismos. Los componentes 85 de armadura pueden estar formados de cualquier material adecuado tal como un dieléctrico tal como un polímero de alta resistencia o un material conductor, tal como una banda de acero. Más aún, los componentes de armadura pueden ser, formados, acanalados, ondulados o similares, para mejorar su resistencia al aplastamiento y/o rendimiento de flexión del cable. En esta realización, los componentes 85 de armadura tienen porciones de extremo curvadas respectivas que de forma general contactan cada elemento 14 de resistencia de tal manera que cualquier fuerza de aplastamiento se dirige y/o transfiere hacia el mismo. Adicionalmente, si se utiliza un componente de armadura conductor, los elementos 14 de resistencia preferiblemente también se forman a partir de un material conductor tal como acero, en lugar de un elemento de resistencia de plástico reforzado con vidrio más caro. Más aún, también es posible unir o adherir el elemento 14 de resistencia con la capa de la armadura mediante pegado, engaste, soldadura, o similar. La Figura 8a representa un cable 80' que tiene un par de componentes 85 de armadura generalmente planos dispuestos dentro de la chaqueta de cable. La chaqueta del cable de esta realización se forma de más de una capa, específicamente una chaqueta 18' interna y una chaqueta 18'' externa. En consecuencia, las propiedades se pueden adaptar para rendimiento tal como acoplamiento, resistencia al desgarramiento, o las otras propiedades. Por vía de ejemplo, la chaqueta 18' interna puede ser un polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) para resistencia al desgarramiento y una chaqueta 18'' externa puede ser un polietileno de media o alta densidad para una mayor durabilidad y resistencia a la abrasión; sin embargo, se pueden utilizar otros materiales adecuados. En esta realización, la cavidad no incluye un tubo allí y la dimensión de cavidad menor es más pequeña que la dimensión de elemento de resistencia. Adicionalmente, el cable 80' incluye una pluralidad de cordones de desgarramiento 89 opcionales dispuestos entre los componentes 85' de armadura y elementos 14 de resistencia.

Los cables de la presente invención también son útiles como una porción de un ensamble de cable más grande que es útil para la distribución de fibras ópticas hacia el suscriptor. Los ensambles de cable se pueden montar en la fábrica o se pueden construir en el campo. Las Figuras 9 y 10 representan, respectivamente, vistas en perspectiva y en sección transversal de un ensamble 100 de cable de ejemplo que es adecuado para la distribución de fibra óptica hacia el suscriptor en una red de comunicación. El ensamble 100 de cables incluye un cable 110 de distribución, que puede ser similar al cable 10, y un cable 130 de sujeción que se puede utilizar para la conexión a un nodo de la red óptica. En realizaciones preferidas, una pluralidad de cables 130 de sujeción tiene por lo menos una fibra óptica en comunicación óptica con fibras ópticas de cable 110 de distribución de tal manera que el ensamble de cable se puede conectar a una pluralidad de nodos. Los ensambles de cable de la presente invención pueden utilizar cualquier distribución adecuada y/o cables de sujeción según lo dictado por la solicitud dada. Como se muestra, el cable 110 de distribución incluye por lo menos una fibra óptica que es una porción de cinta 113 de fibra óptica, por lo menos un elemento 114 de resistencia, y una chaqueta 118 de cable. La chaqueta 118 de cable forma una cavidad 120 en la misma para alojar la fibra 112 óptica. Como el cable 10, la cavidad 120 tiene una menor dimensión de cavidad CH y una mayor dimensión de cavidad CW. De nuevo, la menor dimensión de cavidad CH se alinea generalmente con una menor dimensión H1 del cable 110 de distribución y la mayor dimensión de cavidad CW se

alinea generalmente con la mayor dimensión W1 del cable 110 de distribución. Como se representa, los elementos 114 de resistencia del cable 110 de distribución se disponen sobre lados opuestos de la cavidad 120 y tienen un tamaño de tal manera que una dimensión de elemento de resistencia D tiene aproximadamente el mismo tamaño o más pequeño que la menor dimensión de cavidad CH,, pero otras geometrías adecuadas son posibles. En consecuencia, el experto en la fábrica o en el campo tiene un acceso simple y fácil a la cavidad 120, permitiendo de este modo la entrada a la cavidad 120, mientras que se inhibe el daño a por lo menos una fibra 112 óptica y/o elementos 114 de resistencia durante el procedimiento de acceso.

La Figura 10a es una vista en perspectiva que muestra el cable 110 de distribución después de que se abre con el cable 130 de sujeción preparado y en posición antes de ser envuelto por una banda (no mostrada) y encapsulado por una porción 140 sobremoldeada. Como se muestra, las fibras ópticas apropiadas del cable 130 de sujeción se conectan ópticamente con las fibras ópticas apropiadas del cable 110 de distribución y se protegen el enrutamiento de fibras y la conexión óptica de tensiones indebidas utilizando estructuras y/o componentes adecuados durante la flexión. La preparación del cable 130 de sujeción para el ensamble 100 opcionalmente incluye retirar una porción de la chaqueta 138 del cable 130 de sujeción y exponer los elementos 134 de resistencia como se muestra. Una porción de los elementos 134 de resistencia se exponen de tal manera que se pueden conectar y/o asegurar por la porción 140 de sobremoldeo, proporcionando de esta manera alivio de tensión al cable 130 de sujeción. Después de ello, las fibras ópticas (no numeradas) del cable 130 de sujeción se pueden encerrar en un tubo de bifurcación respectivo (no numerado) para protección y enrutamiento de las fibras hacia un punto 125 de empalme. Las fibras ópticas se empalman por fusión entre sí y el punto 125 de empalme se puede mantener opcionalmente en un soporte de empalme, tubo de bifurcación, o similares y, en general disponer dentro de una porción abierta de la cavidad 120 del cable de distribución. El punto 125 de empalme de posicionamiento dentro de la cavidad 120 es ventajoso porque se dispone relativamente cerca a un eje de flexión neutro del ensamble 100 de cable, inhibiendo de este modo las tensiones en el punto 125 de empalme durante flexión del ensamble 100 de cable. Adicionalmente, el soporte de empalme y una porción de los tubos de bifurcación opcionalmente se pueden encerrar dentro de un pequeño tubo para una mayor protección y/o permitir movimiento pequeño entre los componentes. Luego, alrededor del punto donde se realiza la conexión óptica entre los cables se proporciona un sello ambiental para sellar los elementos e inhibir la flexión más allá de un radio mínimo de flexión. Por vía de ejemplo, el área alrededor del punto de conexión de los cables incluye una porción 140 sobremoldeada formada de un material adecuado, pero son posibles otras configuraciones de sellado adecuadas. Antes de aplicar la porción 140 sobremoldeada, una banda o envoltura protectora se aplica sobre el área de empalme para mantener el material sobremoldeado lejos de las áreas sensibles. La huella de sección transversal de la porción 140 sobremoldeada debe ser relativamente pequeña y fácil de construir mientras que proporciona la protección necesaria. Adicionalmente, el cable 110 de sujeción puede incluir además un casquillo 139 y/o un conector (no mostrado) sobre su extremo libre para conexión rápida y fácil de la red óptica. En los ensambles destinados para aplicaciones al aire libre el conector preferiblemente se sella al medio ambiente y se endurece, haciéndolos de ésta manera robustos y confiables. Un ejemplo de un conector adecuado está disponible de Corning Cable Systems vendido bajo el nombre comercial OptiTap ®; sin embargo, se pueden utilizar otros conectores adecuados.

El cable 120 de sujeción puede tener cualquier construcción de cable adecuada, tal como redonda o generalmente plana como se muestra en la Figura 9; sin embargo, un diseño generalmente plano puede tener ventajas. Debido a que el ensamble 100 de cable utiliza dos cables generalmente planos que imparten una huella de sección transversal de ensamble de cable relativamente pequeña con la flexibilidad adecuada, haciendo de esta manera ventajoso el montaje en ciertas aplicaciones tales como halado en conductos donde se requieren pequeñas huellas y flexibilidad. Por ejemplo, las pequeñas huellas de sección transversal adecuadas, tales como en la Figura 9 que halan el ensamble de cables en conductos tales como conductos de diámetro interno de 1-1/4 pulgadas relativamente fáciles. Respectivamente, las Figuras 11 y 11a representan esquemáticamente una sección transversal del ensamble 100 de cable dispuesta en un conducto de diámetro interno de 32 mm (1-1/4 pulgadas) y una sección transversal de un ensamble 150 de cable utilizando un cable de distribución redondo con propósitos comparativos. Como se muestra, el ensamble 100 de cable tiene una relación de llenado del conducto relativamente pequeña que permite fácilmente el halado del conjunto. Además de la relación de llenado, la dimensión de sección transversal del ensamble máxima también es importante al halar un conducto. Como se muestra en la Figura 11, el ensamble 100 de cable tiene una dimensión en sección transversal de ensamble relativamente pequeña máxima debido a que las principales dimensiones de los cables son generalmente paralelas y las menores dimensiones generalmente se apilan entre sí. En consecuencia, el ensamble 100 de cable es adecuado para aplicaciones aéreas, enterradas, o de conductos. Por otra parte, el ensamble 150 de cable utiliza un cable de distribución redondo y tiene una relación de llenado relativamente grande y dimensión de sección transversal de ensamble máximo, haciendo de esta manera el halado alrededor de curvas y esquinas en conductos difíciles, si no imposible si el ensamblaje se adapta dentro del conducto.

El ensamble 100 de cables tiene un área de sección transversal cerca del punto donde el cable 130 de sujeción se conecta debido a la conexión y/o sellado del entorno, es decir, el sobremoldeo, cerca del punto donde se abre el cable de distribución. Por ejemplo, en la porción 140 sobremoldeada, el ensamble 100 de cable tiene preferiblemente una dimensión de sección transversal de ensamble máxima de alrededor de 25 milímetros o menos, más preferiblemente, de aproximadamente 21 milímetros o menos, y más preferiblemente de aproximadamente 17

milímetros o menos. Adicionalmente, los ensambles de cable de la presente invención tienen una relación de llenado de 80 por ciento o menos y más preferiblemente aproximadamente 70 por ciento o menos para el diámetro interior dado del conducto.

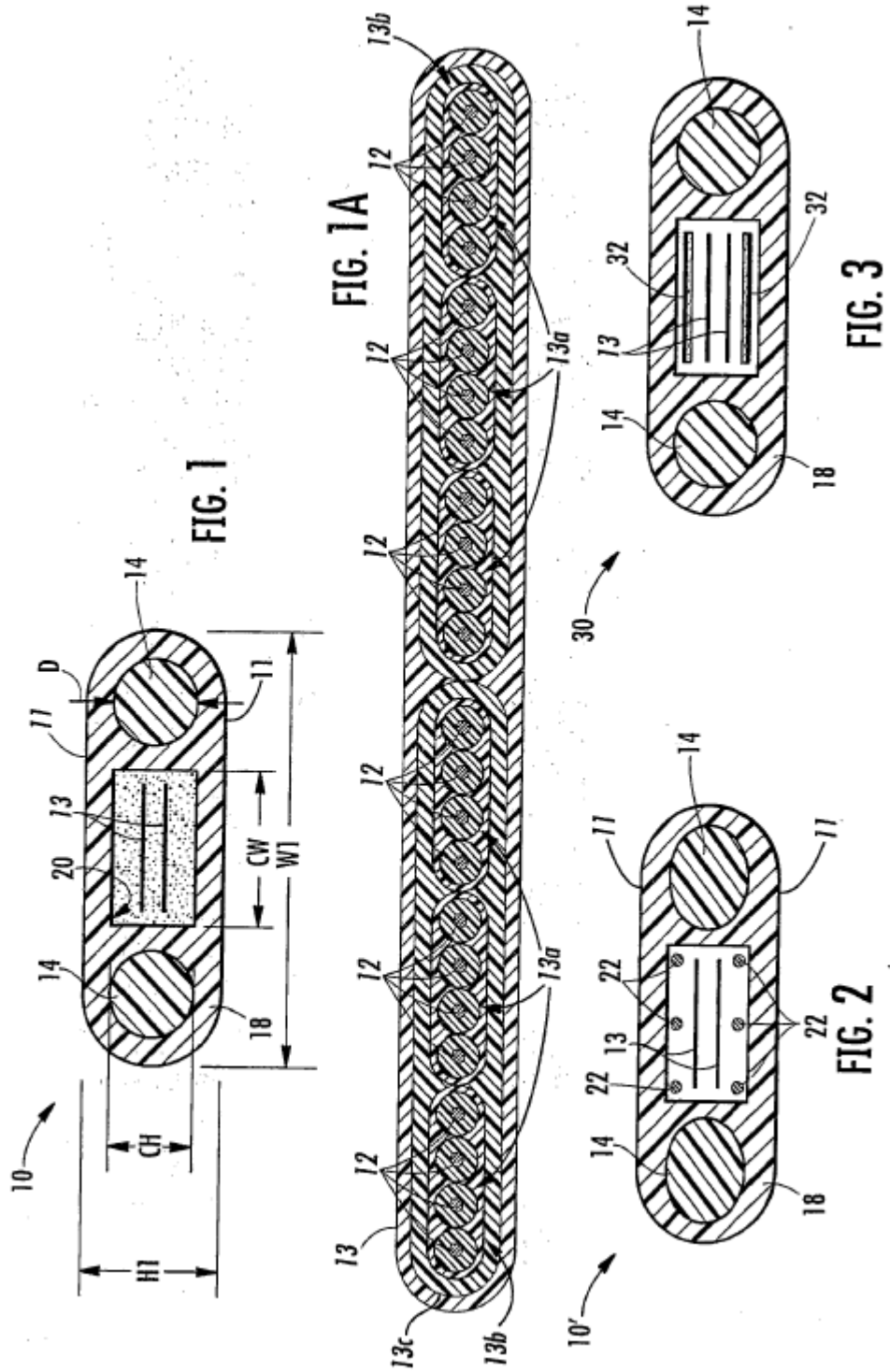
5 Las Figuras 12 y 12a ilustran respectivamente una vista en sección transversal y una vista en perspectiva de un ensamble 200 de cable que incluye un cable 210 de distribución, un receptáculo u otro punto 230 de unión adecuado, y una porción 240 sobremoldeada. El ensamble 200 de cable 200 es ventajoso ya que tiene una huella de sección transversal relativamente pequeña debido a la disposición entre el cable 210 de distribución y el receptáculo 230. El cable 210 de distribución incluye una pluralidad de cintas 213 dispuestas dentro de una cavidad 220 de una chaqueta 218 de cable. El cable 210 de distribución también incluye dos elementos 214 de resistencia dispuestos en lados opuestos de cavidad 220. El cable 210 de distribución tiene un perfil plano con dos superficies principales generalmente planas (no numeradas) con mayor dimensión W2 y menor dimensión H2 del cable; sin embargo, este cable puede tener cualquier tamaño adecuado y/o cavidad formada. En pocas palabras, la cavidad 220 puede tener cualquier menor o mayor dimensión adecuada. En esta realización, el ensamble 200 de cable enruta la fibra óptica de uno o más de la pluralidad de cintas 213 de cable 210 de distribución al receptáculo 230 sin utilizar un cable de sujeción. Como se muestra, esta realización incluye cintas de doce fibras y utiliza casquillos de doce fibras; sin embargo, son posibles cualesquier combinaciones adecuadas de las disposiciones de fibra óptica y construcciones de casquillo. El receptáculo 230 es adecuado para la terminación de una pluralidad de fibras 212 ópticas dentro de un casquillo 232 multifibra que está unido a la carcasa 234 del receptáculo. El receptáculo 230 preferiblemente se endurece y configura para un sellado al ambiente del ensamble. La carcasa 234 ayuda a alinear y proteger el casquillo 232 y preferiblemente se enchaqueta. Adicionalmente, el receptáculo 230 puede tener una porción roscada para asegurar la conexión óptica con un ensamble de acoplamiento complementario tal como un conector endurecido. Adicionalmente, el receptáculo 230 puede tener una tapa 250 que se adhiere de forma desmontable a la misma para la protección del casquillo, conector y/o receptáculo durante y después del sobremoldeo. Los recipientes adecuados se muestran y describen en la Patente Estadounidense No. 6,579,014, concedida el 17 de junio de, 2003, titulada "Receptáculo de fibra óptica", y la Solicitud de Patente Estadounidense No. 10/924.525 publicada como US 2006/0045428 el 2 de marzo de 2006, presentada el 24 de agosto de, 2004, titulada "Receptáculo de fibra óptica y Ensamblados de tapón". Otros ensambles de cables pueden tener conectores o receptáculos que eliminan la cubierta o carcasa, permitiendo de este modo una huella en sección transversal más pequeña. Específicamente, las fibras 212 ópticas se enrutan a un casquillo 232 multifibra del conector 230 en donde se adhieren en respectivos agujeros. El casquillo 232 tiene una sección transversal con un eje menor FH y un eje mayor FW. El casquillo 232 puede tener cualquier orientación adecuada con respecto al cable 210, pero en las realizaciones preferidas el eje FH menor se alinea generalmente con menor dimensión H2 del cable 210, proporcionando de ese modo una orientación conocida que puede ser útil para mantener una huella en sección transversal pequeña para el ensamble. Por supuesto, el ensamble 200 de cable puede tener múltiples conectores 230 fijados a lo largo de su longitud; más aún, el ensamble 200 de cable puede localizar los conectores en uno o ambos lados de las superficies principales generalmente planas.

40 Será evidente para aquellos expertos en la técnica que se pueden hacer diversas modificaciones y variaciones en el cable y ensambles de cables de la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, los cables o ensambles de la presente invención pueden incluir otros componentes del cable, tales como cordones de desgarrar, bandas de papel o mica, un elemento de fricción, u otros componentes adecuados. De forma ilustrativa, un cable similar al cable 10 puede incluir adicionalmente una pluralidad de pequeños alambres de acero dispuestos cerca de las posiciones norte y sur para inhibir el corte en los grp durante los procedimientos de acceso. Aunque los ensambles de cable describen un cable de distribución que está en comunicación óptica con uno o más cables de sujeción, los ensambles de cable se pueden utilizara corriente arriba en la red óptica tal como un cable de alimentación que está en comunicación óptica con uno o más cables de distribución. Por lo tanto, se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones de esta invención siempre que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un cable de fibra óptica que comprende:
- por lo menos una fibra (12) óptica;
- 5 por lo menos un elemento (14) de resistencia, por lo menos un elemento de resistencia que tiene una dimensión de elemento de resistencia (D);
- 10 una chaqueta (18) de cable, la chaqueta de cable tiene dos superficies (11) principales que son generalmente planos y una cavidad (20), la cavidad tiene una cavidad de menor dimensión (CH) orientada generalmente con una menor dimensión (H1) del cable de fibra óptica, en donde por lo menos se dispone una fibra óptica dentro de la cavidad y la menor dimensión de cavidad es igual a o mayor que la dimensión de elemento de resistencia (D) que se define como de manera general alineada con la menor dimensión del cable de fibra óptica; y
- por lo menos una banda (32) alargada dispuesta dentro de la cavidad, en donde por lo menos una fibra óptica es una porción de una cinta (13) de fibra óptica y una superficie plana de cinta generalmente enfrenta una superficie plana de por lo menos una banda alargada para amortiguar y acoplar la cinta de fibra óptica; caracterizada porque por lo menos una banda alargada es una banda compresible y
- 15 porque la cinta tiene una longitud de exceso de cinta en el rango de 0.1 a 1.2 por ciento, ayudando de esta manera en el acoplamiento de la cinta de fibra óptica con la chaqueta de cable.
2. El cable de fibra óptica de la reivindicación 1, la menor dimensión de cavidad que es menor que la dimensión de elemento de resistencia (D) en aproximadamente cinco por ciento o más.
3. El cable de fibra óptica de la reivindicación 1 o 2, que comprende adicionalmente por lo menos dos elementos (14) de resistencia que se disponen sobre lados opuestos de la cavidad.
- 20 4. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, la cavidad es generalmente rectangular.
5. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dicha longitud de exceso de cinta está en el rango de aproximadamente 0.3 por ciento a aproximadamente 1.0 por ciento.
6. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la cinta de fibra óptica se divide en subunidades (13a).
- 25 7. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende adicionalmente un componente (85) de armadura.
8. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende adicionalmente un componente hinchable en agua o un componente de bloqueo de agua.
- 30 9. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, la chaqueta de cable es retardante de flama.
10. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la banda compresible es una banda de espuma.
11. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, la menor dimensión (H1) del cable de fibra óptica es de aproximadamente 10 milímetros o menos y una mayor dimensión (W1) del cable de fibra óptica es de aproximadamente 15 milímetros o menos.
- 35 12. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, el cable de fibra óptica es una porción de un ensamble de cable de fibra óptica.
13. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, la cavidad se desplaza desde un plano (A-A) de tal manera que es más cerrada en una de las dos superficies principales que la otra superficie principal, en donde el plano (A-A) se define por los puntos centrales de un par de elementos de resistencia que se disponen sobre el lado opuesto de la cavidad.
- 40 14. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde el cable de fibra óptica incluye una pluralidad de bandas alargadas dispuestas dentro de la cavidad que intercala la cinta de fibra óptica entre ellas.

15. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde dicha por lo menos una banda alargada que se puede hinchar con agua, comprende una capa de espuma y una capa que se puede hinchar con agua que se laminan entre sí.
- 5 16. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, el cable de fibra óptica incluye una pluralidad de bandas alargadas y por lo menos dos elementos de resistencia, en donde la pluralidad de bandas alargadas intercalan la cinta de fibra óptica entre ellas y los dos elementos de resistencia se disponen sobre lados opuestos de la cavidad.
17. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la cavidad tiene una mayor dimensión (CW) y por lo menos una banda alargada se alinea generalmente con la mayor dimensión de la cavidad.
- 10 18. El cable de fibra óptica de la reivindicación 14 o 16, en donde la pluralidad de bandas alargadas es dos bandas alargadas formadas de un material de poliuretano de celda abierta.



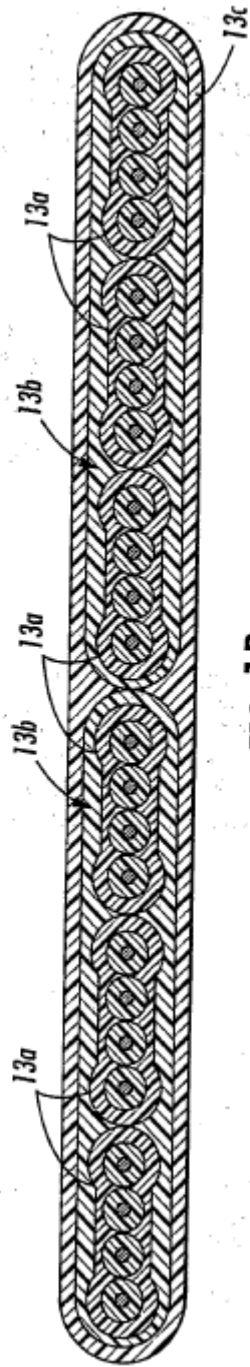


FIG. 1B

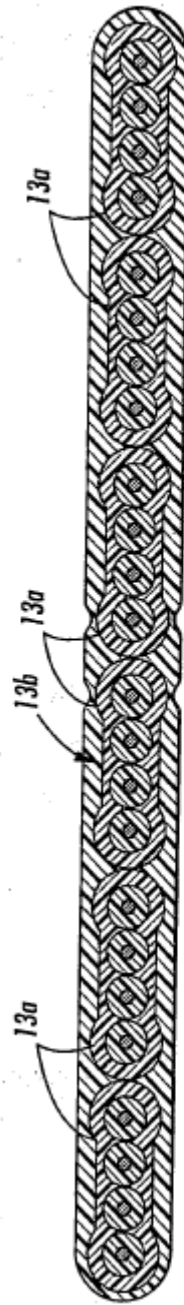


FIG. 1C

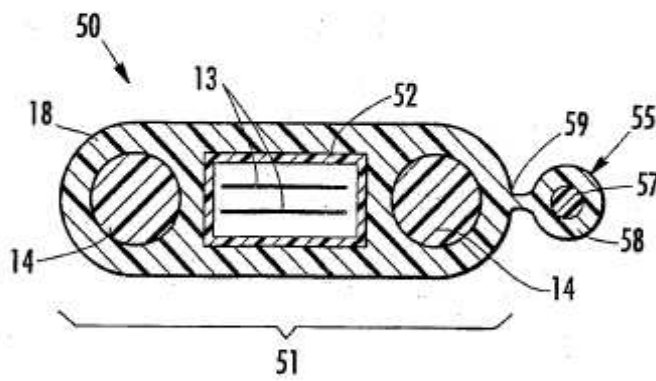
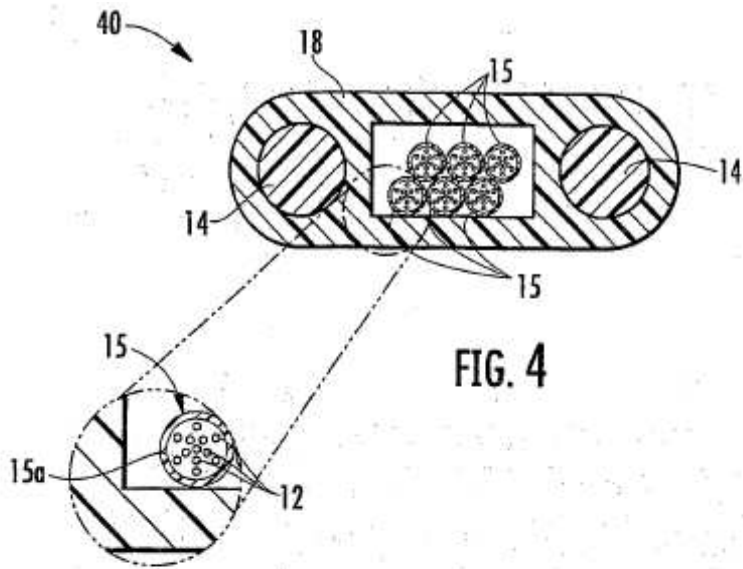


FIG. 5

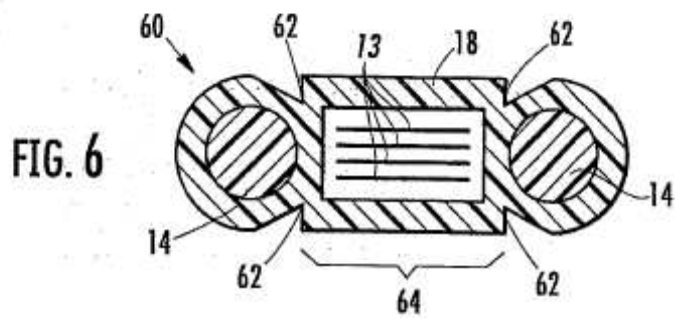


FIG. 6

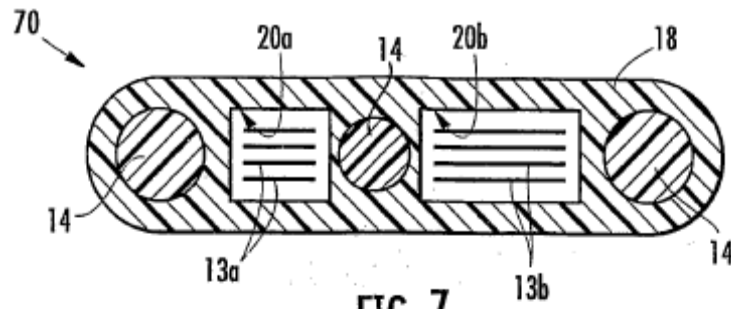


FIG. 7

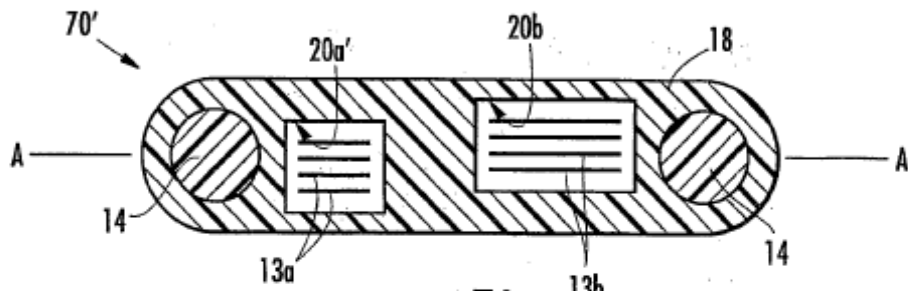


FIG. 7A

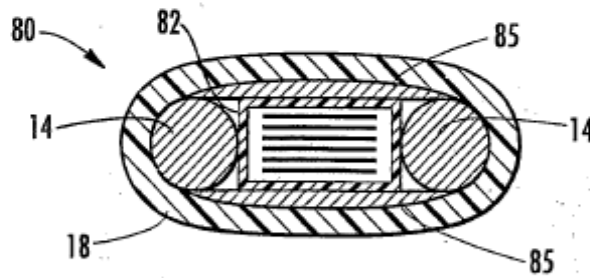


FIG. 8

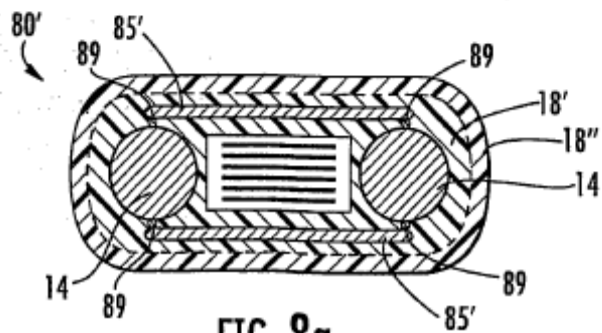


FIG. 8a

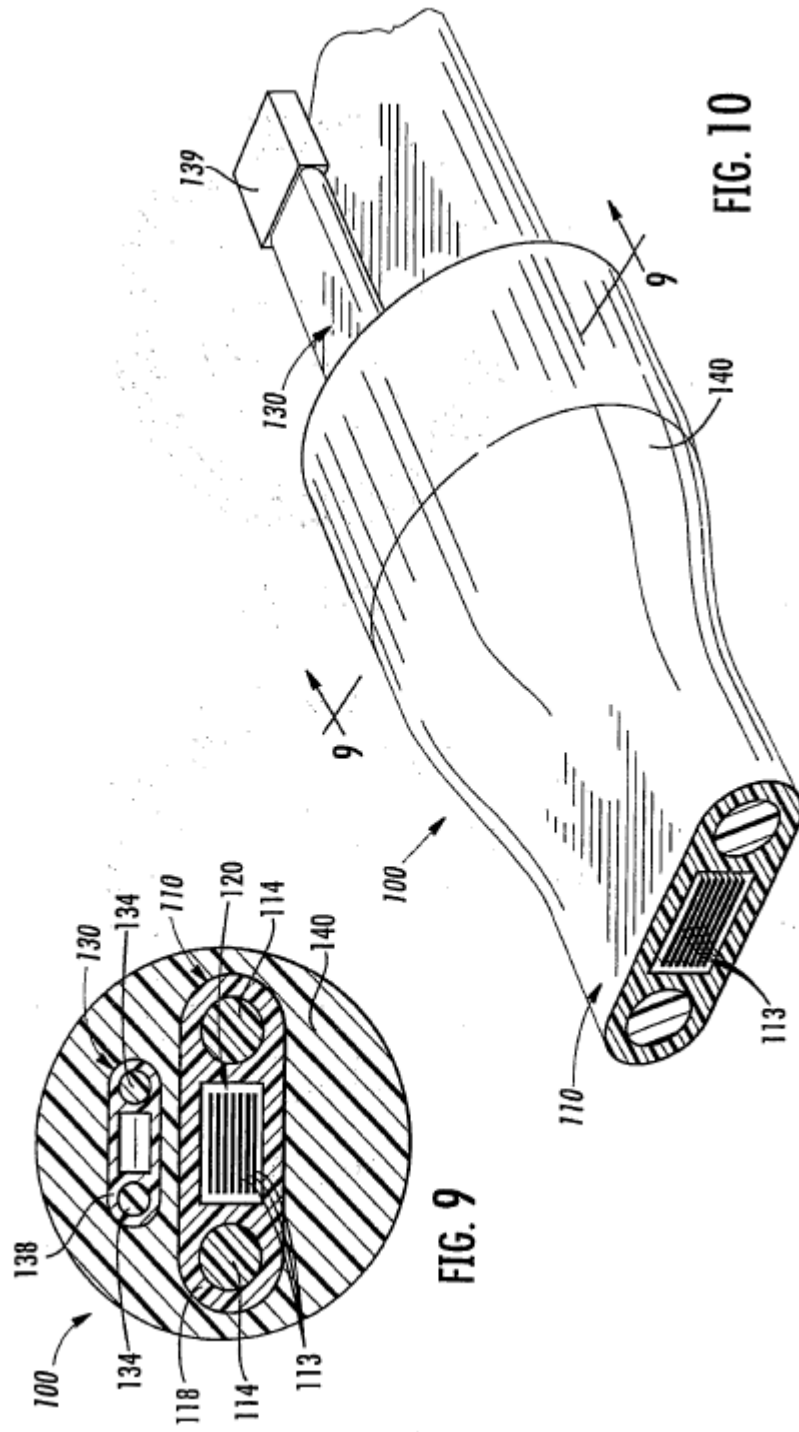


FIG. 9

FIG. 10

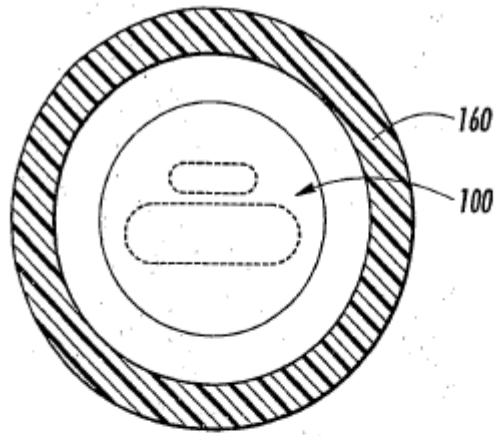


FIG. 11A

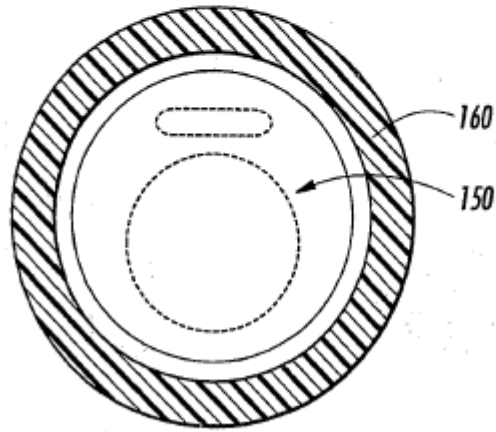


FIG. 11B

