

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 329**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2009** **E 09016082 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016** **EP 2204681**

54 Título: **Cable de fibra óptica que comprende un elemento de bloqueo al agua perforado**

30 Prioridad:

30.12.2008 US 141443 P

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

07.06.2016

73 Titular/es:

**DRAKA COMTEQ B.V. (100.0%)
DE BOELELAAN 7
1083 HJ AMSTERDAM, NL**

72 Inventor/es:

PARRIS, DON

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 573 329 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cable de fibra óptica que comprende un elemento de bloqueo al agua perforado

5 Ámbito de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un cable de fibra óptica que comprende un elemento de bloqueo al agua perforado.

10 Antecedentes

[0002] La solicitud de patente europea EP 0 361 863, se refiere a un cable de comunicaciones, que comprende un núcleo que tiene un eje longitudinal y que comprende al menos un medio de transmisión, un tubo de núcleo que encierra dicho núcleo, y un sistema de revestimiento que incluye una funda que consta de un material plástico y que encierra dicho tubo de núcleo, en el que un sistema de bloqueo a agua que se extiende longitudinalmente, está dispuesto dentro de dicho tubo de núcleo para evitar flujo de agua longitudinalmente a través de dicho núcleo.

[0003] La solicitud de patente europea EP 0 532 750, se refiere a un material con protección a agua que comprende un sustrato sólido y una capa de revestimiento dispuesta sobre el sustrato sólido y que comprende partículas de polímero de alta absorción de agua y un aglutinante grupo goma. En tal material con protección a agua una tela no tejida, puede estar dispuesta además sobre una superficie de la capa de revestimiento. Tal tela de cubierta puede prepararse a partir de una tela no tejida con huecos capaces de dejar pasar las partículas de polímero hinchadas.

[0004] Típicamente se ha logrado bloqueo a agua en tubos de protección de fibra óptica y cables de fibra óptica, utilizando geles de relleno a base de petróleo (por ejemplo, grasa). Rellenando por completo el espacio libre dentro de un tubo de protección que contiene una fibra óptica o haz de fibras ópticas, el gel de relleno bloquea la entrada de agua en el cable de fibra óptica.

[0005] Además, al ser el gel de relleno un material tixotrópico, también tiende a acoplar mecánicamente la(s) fibra(s) óptica(s) al tubo de protección. Tal acoplamiento mecánico, impide a la(s) fibra(s) óptica(s) retraerse en el interior del tubo de protección cuando dicho tubo de protección se procesa durante la fabricación, cuando el cable es instalado o manejado de otro modo en el campo, o cuando el cable se somete a cambios dimensionales inducidos térmicamente, derivados de exposición ambiental.

[0006] Aunque resultan ser relativamente eficaces para controlar la inundación del cable, los geles de relleno a base de petróleo son un inconveniente durante la reparación y empalme del cable de fibra óptica. La utilización de tales geles, requiere limpiar las fibras ópticas del material a base de petróleo antes del empalme (y algunas veces el equipo y personal, también), lo que puede ser desagradable y consumir tiempo. En consecuencia, el uso convencional de grasas de relleno es a menudo indeseable.

[0007] Se han desarrollado varios diseños de cable seco para eliminar grasas de relleno, proporcionando aún algo de bloqueo a agua y funciones de acoplamiento. En cualesquiera cables de fibra de tubo holgado o cables planos, un diseño totalmente seco, elimina el gel de relleno de los tubos de protección envueltos. En un cable totalmente seco, el gel de relleno puede ser reemplazado, por ejemplo, por un elemento de bloqueo a agua, tal como una cinta o un hilo portante de un material hinchable en agua (por ejemplo, polvo hinchable en agua). Los polvos hinchables en agua son secos al tacto y, cuando se unen a una cinta o hilo portante, puede ser eliminados fácilmente durante las operaciones de campo (por ejemplo, corte y empalme).

[0008] Las fibras ópticas son sensibles a las cargas mecánicas, que pueden causar microcurvatura indeseable. Los expertos en la técnica saben que se induce microcurvatura, cuando se aplican pequeñas tensiones a lo largo de la longitud de una fibra óptica, perturbando la trayectoria óptica a través de microscópicamente pequeñas desviaciones del núcleo.

[0009] Los polvos hinchables en agua consisten en partículas duras molidas finamente. El tamaño y la dureza de tales partículas pueden ser suficientes para causar micro-curvatura y atenuación óptica en las fibras ópticas cuando entran en contacto con ellas.

[0010] Por consiguiente, existe una necesidad de una más eficaz solución al diseño de cable seco. En particular, existe necesidad de un elemento de bloqueo al agua exento de grasa que reduzca las pérdidas por micro-curvatura en fibras ópticas bloqueando también efectivamente el desplazamiento longitudinal de agua dentro de un cable de fibra óptica y sus tubos de protección constituyentes.

55 Sumario

[0011] La presente invención se refiere a un cable de fibra óptica que comprende:

Una fibra óptica;

Un tubo de protección que encierra dicha fibra óptica;

un elemento de bloqueo al agua, situado entre dicha fibra óptica y dicho tubo de protección, siendo dicho elemento de bloqueo al agua una estructura de dos capas que consiste en (i) una capa a base de una cinta portadora fibrosa o no fibrosa que define una pluralidad de perforaciones y (ii) una capa adicional de polvo de partículas hinchables en agua, unida a dicha cinta de soporte perforada, en el que dicho elemento de bloqueo al agua, rodea, al menos parcialmente, dicha fibra óptica y en el que dicha cinta portadora perforada, esencialmente fibrosa o no fibrosa, está situada adyacente a dicha fibra óptica y estando dicho polvo hinchable en agua situado opuesto a dicha fibra óptica;

y

una funda de cable polimérica que rodea dicho tubo de protección, caracterizado porque dichas perforaciones tienen un diámetro comprendido entre 0,1 mm y 10 mm.

[0012] En realizaciones preferidas de la cinta portadora no fibrosa:

- dicho tubo de protección encierra una pluralidad de fibras ópticas, poseyendo dicho tubo de protección un coeficiente de llenado, al menos, de aproximadamente 0,20, y en el que el cable óptico de fibra cumple con los requisitos de ciclos de temperatura GR-20-CORE;
- poseyendo dicha cinta portadora perforada una densidad de, al menos aproximadamente, 0,90 g/cm³;
- dicha cinta portadora perforada es un cinta portadora sin espuma;
- dicha cinta de soporte perforada es sustancialmente incompresible;
- dicha cinta portadora perforada posee una dureza Shore A, mayor de aproximadamente 25;
- la pluralidad de perforaciones definidas por dicha cinta portadora resistente a compresión, están dimensionadas para impedir la migración en seco de dicho polvo de partículas hinchables en agua, a través de dicha cinta de soporte perforada.

[0013] La presente invención se refiere a un cable de fibra óptica, que comprende:

- una fibra óptica;
- un tubo de protección que encierra dicha fibra óptica;
- un elemento de bloqueo al agua, situado entre dicha fibra óptica y dicho tubo de protección, siendo dicho elemento de bloqueo al agua una estructura de tres capas que comprende (i) cintas portadoras primera y segunda fibrosas o no fibrosas, cada una de cuyas cintas portadoras define una pluralidad de perforaciones y (ii) un polvo de partículas hinchables en agua, dispuesto entre dichas primera y segunda cintas portadoras perforadas, en el que dicho polvo de partículas hinchables en agua está unido a, al menos, una de dichas primera y segunda cintas portadoras perforadas y en el que dicho elemento de bloqueo al agua rodea, al menos parcialmente, dicha fibra óptica; y
- una funda de cable de polímeros que rodea dicho tubo de protección, caracterizado porque dichas perforaciones tienen un diámetro comprendido entre 0,1 mm y 10mm.

[0014] En realizaciones preferidas de las cinta portadoras primera y segunda no fibrosa:

- cada una de dichas cintas portadoras primera y segunda define una pluralidad de perforaciones;
- dicho tubo de protección encierra una pluralidad de fibras ópticas, poseyendo dicho tubo de protección un coeficiente de llenado de, al menos, aproximadamente 0,20, y en el que el cable óptico de fibra cumple con los requisitos de ciclos de temperatura GR-20-CORE;
- poseyendo dichas cintas portadoras perforadas primera y segunda una densidad, al menos de aproximadamente, 0,90 g/cm³;
- dichas cintas portadoras primera y segunda son sustancialmente incompresible.

[0015] En realizaciones preferidas para la estructura de dos capas que tienen cinta portadora fibrosa:

- dicho tubo de protección encierra una pluralidad de fibras ópticas, poseyendo dicho tubo de protección un coeficiente de llenado de, al menos, aproximadamente 0,20 y en el que el cable de fibra óptica cumple con los requisitos de ciclos de temperatura GR-20-CORE;
- dicho tubo de protección encierra una pluralidad de fibras ópticas insensibles a curvatura, poseyendo dicho tubo de protección un coeficiente de llenado de, al menos, aproximadamente 0,50 y en el que el cable de fibra óptica cumple con los requisitos de ciclos de temperatura GR-20-CORE;
- dicha cinta portadora perforada fibrosa posee una dureza Shore A mayor de aproximadamente 25;
- dicha cinta portadora perforada fibrosa posee una dureza Shore A mayor de aproximadamente 45;
- dicha cinta portadora perforada fibrosa es una cinta portadora insoluble en agua que mantiene su resistencia e integridad estructural, cuando está sumergida en agua;
- la pluralidad de perforaciones definidas por dicha cinta portadora perforada fibrosa, está dimensionada para impedir la migración en seco de dicho polvo de partículas hinchables en agua a través de dicha cinta portadora perforada;
- dicha cinta portadora perforada fibrosa, comprende un sustrato formado a partir de fibras poliméricas, en el que la densidad de dicho sustrato es de, al menos, aproximadamente el 80% de la densidad de dichas fibras poliméricas;
- dicha cinta portadora perforada fibrosa, comprende un sustrato formado a partir de fibras de poliméricas, en el que la densidad de dicho sustrato es de, al menos, aproximadamente el 90% de la densidad de dichas fibras poliméricas;
- dicha cinta portadora perforada fibrosa comprende fibras naturales;
- dicha cinta portadora perforada fibrosa comprende papel;
- dicha cinta portadora perforada fibrosa comprende papel de pergamino.

[0016] En las realizaciones preferidas para la estructura de tres capas con cintas portadoras fibrosas:

- cada una de dichas cintas portadoras define una pluralidad de perforaciones;
- dicho tubo de protección encierra una pluralidad de fibras ópticas, poseyendo dicho tubo de protección un coeficiente de llenado de, al menos, aproximadamente 0,30 y en el que el cable de fibra óptica cumple con los requisitos de ciclos de temperatura GR-20-CORE;
- dichas cintas portadoras primera y segunda son insolubles en agua, manteniendo su resistencia e integridad estructural cuando están sumergidas en agua;
- dichas cintas portadoras primera y segunda, comprenden un sustrato formado a partir de fibras poliméricas, en el que la densidad de dicho sustrato es de, al menos, aproximadamente el 80% de la densidad de dichas fibras de polímeros;
- dichas cintas portadoras primera y segunda están formadas a partir de fibras naturales.

[0017] En un aspecto, el presente cable de fibra óptica incluye al menos un tubo de protección en el que un elemento de bloqueo a agua mejorado rodea, al menos parcialmente, una o más fibras ópticas. Dicho de otra

manera, el elemento de bloqueo a agua se coloca entre la(s) fibra(s) óptica(s) y su tubo de protección que las rodea, todo dentro de una funda de cable (por ejemplo, un enfundado polimérico). El elemento de bloqueo a agua posee perforaciones discretas de tamaño y número suficiente para promover el movimiento de agua. El elemento de bloqueo a agua, incluye típicamente, al menos un componente que permite que dicho elemento de bloqueo a agua mantenga su resistencia e integridad estructural cuando está sumergido en agua.

[0018] En una realización, el elemento de bloqueo al agua, incluye polvo de partículas hinchables en agua unido a una cinta portadora sustancialmente no fibrosa, resistente a compresión. La cinta portadora está perforada (es decir, define una pluralidad de perforaciones) para promover el transporte de agua hasta el polvo de partículas hinchables en agua. La cinta portadora perforada, se coloca adyacente a la(s) fibra(s) óptica(s), de tal manera que el polvo de partículas hinchables en agua está separado de la(s) fibra(s) óptica(s).

[0019] En una realización alternativa, el elemento de bloqueo al agua, incluye polvo de partículas hinchables en agua dispuesto (por ejemplo, encapsulado) entre cintas portadoras perforadas resistentes a compresión sustancialmente no fibrosas.

[0020] En otra realización, el elemento de bloqueo al agua, incluye polvo de partículas hinchables en agua unido a una cinta portadora fibrosa. La cinta portadora posee perforaciones discretas de tamaño y número suficientes para fomentar el transporte de agua desde la(s) fibra(s) óptica(s) hasta el polvo de partículas hinchables en agua. La cinta portadora perforada fibrosa se coloca adyacente a la(s) fibra(s) óptica(s), de tal manera que el polvo de partículas hinchables en agua está separado de la(s) fibra(s) óptica(s).

[0021] En una realización alternativa, el elemento de bloqueo a agua, incluye polvo de partículas hinchables en agua dispuesto (por ejemplo, encapsulado) entre cintas portadoras fibrosas perforadas.

[0022] El anterior sumario ilustrativo, así como otros objetivos y/o ventajas de la invención y la manera en que los mismos se logran, se explicaran adicionalmente en la siguiente descripción detallada y sus dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

[0023] La figura 1 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de un elemento de bloqueo al agua de dos capas de acuerdo con la presente invención en el que el polvo hinchable en agua está unido a una cinta portadora perforada.

La figura 2 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de un elemento de bloqueo al agua de tres capas de acuerdo con la presente invención en el que el polvo hinchable en agua, está dispuesto entre dos cintas portadoras perforadas.

La figura 3 representa esquemáticamente una vista en planta superior de un ejemplo de cinta portadora perforada de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

[0024] La presente invención, abarca un cable de fibra óptica seco mejorado que posee capacidades de bloqueo al agua, que se describe aquí con referencia a los dibujos adjuntos. Como se apreciará por expertos en la técnica, estos dibujos son representaciones esquemáticas que no están necesariamente dibujados a escala. Esta invención puede ser realizada de muchas diferentes formas y no debe interpretarse como limitada a los ejemplos de realización expuestos en este documento. Las realizaciones descritas se proporcionan para transmitir el alcance de la invención a los expertos en la técnica relevante.

[0025] Dicho esto, la figura 1 representa esquemáticamente un elemento de bloqueo al agua (10), formado a partir de un material alargado. El elemento de bloqueo al agua (10) es una estructura de dos capas que tiene polvo de partículas hinchables en agua (14) unido (por ejemplo, con un material adhesivo) a una cinta portadora (16), típicamente una cinta portadora relativamente lisa. La cinta portadora (16) define una pluralidad de perforaciones (12).

[0026] El elemento de bloqueo al agua, se coloca dentro de un cable de fibra óptica entre la(s) fibra(s) óptica(s) y el tubo de protección. El elemento de bloqueo al agua (10), encierra, al menos parcialmente, la(s) fibra(s) óptica(s). El elemento de bloqueo al agua (10), está orientado dentro del tubo de protección de tal manera que la cinta portadora perforada (16) está situada adyacente a la(s) fibra(s) óptica (s), y el polvo de partículas hinchables en agua (14) está situado opuesto a la(s) fibra(s) óptica(s).

[0027] Las perforaciones (12) de la cinta portadora (16), facilitan el transporte de agua hacia el polvo de partículas hinchables en agua (14), activando de este modo las características de barrera a agua del polvo de partículas hinchables en agua (14). A medida que el polvo de partículas hinchables en agua (14) se hincha, las perforaciones (12) de la cinta portadora (16) permiten que el polvo de partículas hinchables en agua expandidas, exuden a través de las perforaciones (12) de la cinta portadora (16) y en las cavidades e intersticios que rodean la(s) fibra(s) óptica(s).

[0028] Las perforaciones (12) pueden tener cualquier perfil adecuado (es decir, tamaño, forma, y o patrón), siempre que dichas perforaciones (12), puedan transportar eficazmente el agua hacia el polvo de partículas hinchables en agua (14) y, posteriormente, puede acomodar la expansión del polvo de partículas hinchables en agua (14) activado. A este respecto, aunque la figura 1 representa las perforaciones (12) como agujeros, otros perfiles, tales como ranuras o hendiduras, se encuentran dentro del alcance de la presente invención. El uso ranuras o hendiduras, en vez de orificios, puede mejorar aún más la fluidez de la cinta portadora.

[0029] La figura 2, muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de otra realización de un elemento de bloqueo a agua perforado (20) de acuerdo con la presente invención. El elemento de bloqueo a agua (20) es una

estructura de tres capas que incluye una capa de polvo de partículas hinchables en agua (24), encapsulada entre dos cintas portadoras (26, 28). El polvo de partículas hinchables en agua (24), está unido (por ejemplo, con un material adhesivo a, al menos, una (y típicamente ambas) capas de cinta portadora (26, 28).

[0030] Cada una de las dos capas de cintas portadoras (26, 28) tiene perforaciones (22) que, como se ha señalado, pueden tener cualquier tamaño, forma, y/o patrón apropiados. Las perforaciones facilitan el transporte de agua entrante hacia el polvo de partículas hinchables en agua (24) y permitiendo que los polvos de partículas hinchables en agua (24) activados, exuden a través de las perforaciones de la cinta portadora (26) que están colocadas adyacentes a la fibra óptica (s) y en las cavidades e intersticios que rodean la(s) fibra(s) óptica (s). Por otra parte, la cinta portadora puede estar recubierta con un agente humectante (por ejemplo, un agente tensioactivo) que promueve el transporte de la penetración de agua hacia el polvo de partículas hinchables en agua. Por ejemplo, un agente tensioactivo puede reducir la tensión superficial en, al menos, una parte de la cinta portadora para que el agua pueda desplazarse fácilmente a través de una perforación, hacia el polvo de partículas hinchables en agua.

[0031] Tal como se representa esquemáticamente en la figura 2, las respectivas perforaciones en la capa de cinta portadora 26 y la capa de cinta portadora 28 están alineadas. Esta forma de realización de la presente invención, sin embargo, no se limita a ello (es decir, las respectivas perforaciones en las dos capas de cinta de soporte no tienen que ser iguales en tamaño, forma, o número). De hecho, se encuentra dentro del alcance de la invención emplear la segunda capa de cinta portadora 28 (es decir, la capa de cinta más próxima a la pared del tubo de protección) con, si acaso, pocas perforaciones.

[0032] La figura 3 representa esquemáticamente una vista superior de una cinta portadora perforada de ejemplo según la presente invención que tiene un patrón de perforación representativo.

[0033] Como será adicionalmente discutido aquí, las cintas portadoras perforadas como se representan en las figuras 1 a 3 se pueden formar a partir de o bien (i) películas o láminas no fibrosas o (ii) telas o tejidos fibrosos (por ejemplo, no tejidos). En cualquier caso, una cinta portadora perforada del elemento de bloqueo a agua es normalmente insoluble en agua, de modo tal que mantiene su resistencia e integridad estructural cuando se sumerge en agua.

[0034] El elemento de bloqueo al agua de acuerdo con la presente invención, está dispuesto dentro del tubo de protección de tal manera que rodee la(s) fibra(s) óptica(s). La anchura del elemento de bloqueo al agua es típicamente la misma que la circunferencia interior del tubo de protección. En algunas realizaciones, sin embargo, la anchura del elemento de bloqueo al agua es, al menos aproximadamente el diez por ciento mayor que la circunferencia interior del tubo de protección.

[0035] El elemento de bloqueo al agua, suele estar situado directamente adyacente a la pared interior del tubo de protección, de tal manera que, si existe, hay poco espacio sin llenar entre la pared interior del tubo de protección y el elemento de bloqueo al agua. De lo contrario, dicho espacio sin llenar, permitiría al agua dentro del tubo de protección migrar longitudinalmente a lo largo de la pared interior del tubo de protección. El elemento de bloqueo al agua, puede ser fijado al tubo de protección, por ejemplo, usando un adhesivo, uniendo por fusión parte del elemento de bloqueo a agua al tubo de protección durante la extrusión, o por acoplamiento a fricción del elemento de bloqueo al agua y el tubo de protección. Las técnicas adecuadas para fijar los elementos de tubo de protección (por ejemplo, mediante adhesivos) se describen en la asignada en común patente nº US 7.515.795 por *Water-Swellable Tape, Adhesive-Backed for Coupling When Used Inside a Buffer Tube*.

[0036] El elemento perforado de bloqueo al agua de la presente invención, proporciona un bloqueo al agua mejorado dentro del tubo de protección. Si la entrada de agua (por ejemplo, inundación) se produce, el agua tiende a migrar radialmente hacia dentro, hacia las fibras ópticas (es decir, el elemento de fibra óptica) contenidas en el tubo de protección. De esta manera, el elemento de bloqueo al agua ayuda a evitar el transporte del agua a lo largo de la longitud del cable de fibra óptica.

[0037] Algunos espacios sin llenar, se proporcionan generalmente adyacentes a las fibras ópticas (es decir, entre las fibras ópticas y la cinta portadora perforada). En este sentido, el espacio libre, o llamado espacio anular libre, entre las fibras ópticas y la cinta portadora perforada dentro del tubo de protección, permite a las fibras ópticas moverse más o menos libremente dentro del cable. Por ejemplo, aunque las fibras de vidrio y el tubo de protección polimérico pueden responder de manera diferente a los cambios de temperatura, las fibras ópticas no están sujetas de forma fija al elemento de bloqueo al agua. En consecuencia, las fibras ópticas no están obligadas a moverse al dilatarse o contraerse térmicamente el tubo de protección.

[0038] Además, como es utilizado en este contexto, el término "espacio libre anular", pretende caracterizar espacio desligado que puede existir entre el elemento óptico de fibra (es decir, las fibras ópticas) y su estructura circundante (es decir, alrededor de todo el perímetro del elemento de fibra óptica), independientemente de las formas respectivas del cable de fibra óptica y sus componentes (por ejemplo, una pila de cinta rectangular dentro de un tubo de protección redondo). En este sentido, el término "espacio libre anular" como se usa aquí no se limita a la distancia regular entre dos tubos concéntricos (o cubiertas) que tienen secciones transversales circulares (es decir, un anillo perfecto).

[0039] La estructura del elemento de bloqueo a agua, inhibe al polvo de partículas hinchables en agua seco ponerse directamente en contacto con la(s) fibra(s) óptica(s). El contacto entre la(s) fibra(s) óptica(s) y polvo de partículas hinchables en agua seco (es decir, antes de su activación) podría causar micro-curvatura en las fibras ópticas. En otras palabras, la cinta portadora perforada actúa como una barrera entre el polvo de partículas hinchables en agua sin activar y las fibras ópticas.

[0040] Dicho esto, dentro del alcance de la presente invención se encuentra comprendido, incluir además un material de acoplamiento entre las fibras ópticas y la cinta portadora perforada del elemento de bloqueo al agua. Los expertos en la técnica apreciarán que para facilitar el transporte de agua a través de la cinta portadora perforada al

polvo de partículas hinchables en agua (y activar de este modo las características de bloqueo a agua del polvo de partículas hinchables en agua), el material de acoplamiento puede ser proporcionado discontinuamente a la superficie de la cinta portadora perforada.

[0041] Un material de acoplamiento ejemplar, se describe en la publicación de solicitud de patente US nº 2009/0003785 A1 comúnmente cedida y su solicitud de patente relacionada US nº 12/146.588 por *Coupling Composition for Optical Fiber Cables*, presentada en 26 de junio de 2008, (Parris et al.). Asimismo, la utilización ejemplar de dominios discretos de material adhesivo para acoplar un elemento hinchable en agua y fibras ópticas se describe en la patente US nº 7.599.589 por *Gel-Free Buffer Tube with Adhesively Coupled Optical Element* y patente US nº 7.567.739 por *Fiber Optic Cable Having a Water-Swellable Element*. Cintas portadoras de tejido fibroso se pueden emplear para los elementos de bloqueo a agua. En una realización, por ejemplo, la cinta portadora perforada hinchable en agua de la presente invención es un tejido fibroso (por ejemplo, tela tejida, o no tejida), tal como un sustrato hecho de fibras poliméricas sintéticas (por ejemplo, de poliéster o fibras de poliolefina) o fibras naturales (por ejemplo, celulosa). Tales cintas fibrosas pueden ser superficialmente rugosas, sin embargo, para selección de una cinta de soporte adecuadamente lisa debe hacerse con la debida consideración. Para asegurar una superficie lisa, fibrosa (y no fibrosa), las cintas pueden ser tratadas con una formulación de revestimiento superficial (por ejemplo, para lograr una cinta de papel recubierta) o mejorada de otro modo con una fina película lisa (por ejemplo, una película superficial polimérica).

[0042] La sensibilidad de las fibras ópticas a cargas mecánicas, así como el deseo de reducir las dimensiones del cable, hacen en cierto modo ventajoso el uso de una cinta portadora más lisa. En consecuencia, una cinta portadora perforada lisa puede emplearse para separar eficazmente el polvo de partículas hinchables en agua de las fibras ópticas. Esta separación ayuda a reducir la micro-curvatura y la atenuación óptica que de otro modo podría ocurrir si la(s) fibra(s) óptica(s) estuvieran en contacto con el polvo de partículas, hinchables en agua, como por ejemplo durante la instalación del cable.

[0043] Por lo tanto, en una realización más típica, una cinta portadora perforada hinchable en agua lisa, es sustancialmente no fibrosa. En formas de realización ejemplares, la cinta puede ser una película de poliéster, tal como una película MYLAR®, o una cinta de poliolefina (por ejemplo, polipropileno o polietileno). Otras cintas portadoras adecuadas incluyen películas de poliimida resistente a fuego (por ejemplo, KAPTON® film).

[0044] Ya sea, la cinta portadora fibrosa o no fibrosa, debe producir un espesor total reducido del elemento de bloqueo a agua. En este sentido, y en contraposición con los insertos de espuma convencionales, la cinta portadora perforada es un tanto resistente a compresión (por ejemplo, menos voluminosa). Tal grosor reducido permite reducir las dimensiones del cable de fibra óptica o, alternativamente, proporcionar más espacio libre a las fibras ópticas dentro del tubo de protección.

[0045] La cinta portadora perforada posee típicamente dureza Shore A mayor de aproximadamente 25 (por ejemplo, de 30 a 40), más típicamente mayor de aproximadamente 45 (por ejemplo, de 50 a 60), y aún más típicamente mayor de aproximadamente 65 (por ejemplo, de 70 a 80 o más).

[0046] En la presente memoria, la dureza se refiere a resistencia de un material a indentación tras la aplicación de una carga estática. Esto es convencionalmente medido usando un durómetro Shore apropiado (por ejemplo, un durómetro Shore A). La escala de dureza Shore A, se utiliza típicamente para cauchos blandos y similares; la escala de dureza Shore 00 se utiliza normalmente para espumas que tienen dureza Shore A, menores de aproximadamente 5 (por ejemplo, una dureza Shore 00, menor de aproximadamente 45). La dureza Shore se mide normalmente a temperatura y presión estándares (STP). Tal como se usa en este documento, temperatura y presión estándares (STR) se refiere a las condiciones de prueba del 50 por ciento de humedad relativa a 70° F (es decir, aproximadamente 20° C) y la presión atmosférica (es decir, 760 torr).

[0047] Los expertos en la técnica reconocerán que para un tubo de protección con un diámetro interior en particular, el elemento de bloqueo al agua, debe ser lo suficientemente delgado de modo que el diámetro interior del tubo de protección es mayor que los espesores combinados de todos los elementos dentro del tubo de protección. Por ejemplo, la suma del doble del espesor del elemento de bloqueo al agua, y la anchura de sección transversal máxima del elemento de fibra óptica (es decir, las fibras ópticas) debe ser menor que el diámetro interior del tubo de protección. (Los expertos en la materia reconocerán que el espesor del elemento de bloqueo del agua se considera dos veces, ya que normalmente rodea las fibras ópticas.) Por otro lado, la cinta portadora no debe ser demasiado delgada o ser demasiado fácilmente deformable, permitiendo así protuberancias producidas por el polvo de partículas hinchables en agua a transferir a través de la cinta portadora a las fibras ópticas.

[0048] Los polvos de partículas hinchables en agua típicamente, poseen una distribución de peso de tamaño de partícula en la que el diámetro medio de partícula es inferior a aproximadamente 500 micrómetros, más típicamente entre aproximadamente 10 y 300 micrómetros.

[0049] Como se entenderá por los familiarizados con mediciones de polvo a granel, el tamaño de partícula puede medirse a través de técnicas de dispersión de luz. Por ejemplo, el tamaño de partícula y las distribuciones se caracterizan a menudo de acuerdo con la norma ASTM B330-2 ("*Standard Test Method for Fisher Number of Metal Powders and Related Compounds* (Procedimiento de prueba estándar por número Fisher de polvos metálicos compuesto relacionados)"). Como alternativa, los tamaños de partículas a granel y las distribuciones pueden ser caracterizados, utilizando un determinado número de finura Hegman a partir de la norma ASTM D1210-79. Caracterizaciones de tamaño de partícula de polvos de partículas se describen en la publicación de solicitud de patente nº US 2008/0274316 A1.

[0050] Como se ha señalado, el tamaño (tamaño y distribución) de las partículas de polvo hinchable a agua influye en la deformación de la cinta portadora. Así, el tamaño y la cantidad partículas hinchables en agua, deben seleccionarse para evitar "bultos" de polvo hinchables en agua que provoquen atenuación óptica (por ejemplo,

micro-curvatura). Además, las perforaciones de la cinta portadora pueden ser de un tamaño que obstruya la migración del polvo hinchable en agua seco a través las perforaciones de la cinta portadora. Dicho esto, debido a los polvos de partículas hinchables en agua están típicamente unidos (por ejemplo, con un adhesivo) a una cinta portadora perforada, las perforaciones no tienen que ser más pequeñas (por ejemplo, tener un diámetro más pequeño) que los polvos de partículas, hinchables en agua para excluir completa o parcialmente el paso de los polvos de partículas a través de las perforaciones. En vista de lo anterior y a modo de ilustración, las perforaciones de acuerdo con la presente invención, tienen un diámetro de entre aproximadamente 0,1 milímetros y aproximadamente 10 milímetros (por ejemplo, de entre aproximadamente 0,5 milímetros y 2 milímetros, tal como de aproximadamente 1 milímetro).

[0051] Ejemplos de materiales hinchables en agua, incluyen una matriz (por ejemplo, etileno acetato de vinilo o caucho) mejorada con aproximadamente el 30 al 70 por ciento en peso de polímeros súper absorbentes (PAE), tales como partículas de poliácido de sodio, sal de poliácido de sodio o polímero de ácido acrílico con sal de sodio. Tales materiales hinchables en agua pueden ser procesados en maquinaria de adhesivo de fusión en caliente convencional.

[0052] Como se ha señalado, las cintas portadoras perforadas de la presente invención resisten compresión significativa, tal como que se produce en espumas que tienen reducciones de densidad del 30 por ciento o más. En consecuencia, las cintas portadoras perforadas son relativamente delgadas, proporcionando con ello más espacio para que la(s) fibra(s) óptica(s) puedan moverse dentro del tubo de protección. En otras palabras, una cinta portadora perforada proporcionará por sí misma poco acoplamiento de soporte perforada entre la(s) fibra(s) óptica(s) y los tubos de protección que la rodean. En una realización ejemplar, el elemento de bloqueo al agua tiene una cinta portadora perforada con una densidad de, al menos, aproximadamente 0,90g/cm³.

[0053] En realizaciones particulares, las cintas portadoras perforadas poseen propiedades de compresión sólo insignificantes (Es decir, un material esencialmente incompresible).

[0054] Por lo tanto, mediante el control de (i) la distribución de tamaño de partícula del polvo hinchable en agua, junto con (ii) los parámetros de la cinta portadora (es decir, espesor, resistencia, dureza, y material), así como (iii) las perforaciones de la cinta portadora (es decir, tamaño y cantidad), se logra en la fibra óptica una reducción considerable de micro-curvatura, así como un más eficiente bloqueo a agua del tubo de protección.

[0055] Como se ha señalado, las cintas portadoras perforadas de la presente invención pueden abarcar cintas portadoras fibrosas (por ejemplo, materiales no tejidos celulósicos), tales como papel u otras fibras naturales. Las cintas portadoras perforadas fibrosas, que incluyen unido a las mismas, polvo de partículas hinchables en agua, se colocan adyacentemente a la(s) fibra(s) óptica(s), de tal manera que el polvo de partículas hinchables en agua, esté separado la(s) fibra(s) óptica(s). Como tal, se prefiere que las cintas portadoras fibrosas proporcionen una superficie lisa adyacente a las fibras ópticas.

[0056] Una cinta portadora fibrosa ejemplar es de papel pergamino que está hecho de celulosa, un polímero naturalmente resultante. Como será entendido por los expertos en la técnica, se puede conseguir el papel de pergamino mediante el tratamiento de cadenas lineales de polímeros de celulosa con ácido sulfúrico. Este tratamiento con ácido promueve la reticulación, por lo tanto proporcionando papel de pergamino con una resistencia a agua y humedad mejorada. Además, algunos papeles de pergamino (por ejemplo, papel de pergamino recubierto de silicona) incluyen tratamiento superficial para mejorar aún más su durabilidad.

[0057] Como se entenderá por los expertos en la técnica, las cintas portadoras fibrosas poseen perforaciones discretas (e intersticios inherentes) de tamaño y número suficiente para promover el transporte de agua desde la(s) fibra(s) óptica (s) hasta el polvo de partículas hinchables en agua. A este respecto, los intersticios inherentes de las cintas portadoras fibrosas (es decir, los espacios entre fibras) se producen intrínsecamente durante la formación del sustrato fibroso, mientras que las perforaciones mayores discretas se forman en un proceso secundario (es decir, para conseguir la distribución de aberturas deseada).

[0058] Una cinta portadora fibrosa típica (por ejemplo, un material no tejido), formada a partir de una pluralidad de fibras poliméricas tiene una densidad de fibras de polímeros mayor de, aproximadamente el 80 por ciento (por ejemplo, el 90 por ciento o más). En otras palabras, la densidad global de la cinta portadora fibrosa es de, al menos, aproximadamente el 80 por ciento de la densidad de sus fibras poliméricas constituyentes.

[0059] Los presentes elementos de bloqueo a agua, pueden ser incluidos en cables de fibra óptica y tubos de protección que tienen relativamente alto coeficiente de llenado y densidades de fibra. Además, la lisura de los presentes elementos de bloqueo a agua, proporcionan un comportamiento de atenuación de cable aceptable.

[0060] Tal como se utiliza aquí, el término "coeficiente de llenado de tubo de protección" se refiere a la relación del área de sección transversal total de las fibras ópticas dentro de un tubo de protección respecto del área de sección transversal interior de dicho tubo de protección (es decir, definido por el límite interior del tubo de protección). A modo de aclaración, el término "coeficiente de llenado de tubo de protección" excluye materiales de matriz de cinta (por ejemplo, subunidad y matrices de cinta común).

[0061] Además, tal como se utiliza aquí, el término "coeficiente de llenado acumulado de tubo de protección" se refiere a la relación entre el área total de la sección transversal de las fibras ópticas encerradas dentro de los tubos de protección y la suma de las áreas de sección transversal interior de los tubos de protección que contienen las fibras ópticas.

[0062] Los tubos de protección que contienen los presentes elementos de barrera a agua, pueden tener un coeficiente de llenado de tubo de protección de, al menos, aproximadamente 0,20, típicamente de aproximadamente 0,30 o mayor (por ejemplo, de, al menos, aproximadamente 0,40). Aún son posibles coeficientes de llenado mayores para tubos de protección que contienen fibras insensibles a curvatura. Por ejemplo, tales tubos de protección tienen típicamente un coeficiente de llenado de tubo de protección mayor de 0,50, más típicamente de, al menos

aproximadamente 0,60 (por ejemplo, 0,70 o más). A este respecto, los tubos de protección de acuerdo con la presente invención incluyen típicamente entre 12 y 432 fibras ópticas (por ejemplo, 216 fibras ópticas configuradas como una pila de cintas 12x18). Dicho esto, los tubos de protección que tienen mayor número de fibras (por ejemplo, al menos 864 fibras ópticas) se encuentran dentro del alcance de la presente invención.

[0063] Cables de fibra óptica que contiene los presentes elementos de bloqueo a agua, demuestran típicamente excepcional resistencia a la atenuación como se determina por las pruebas de ciclos de temperatura, a pesar de que estos cables poseen típicamente relativamente altos coeficientes de llenado de tubo de protección. Por ejemplo, cables de fibra óptica de acuerdo con la presente invención cumplen o exceden los requerimientos de ciclos de temperatura como se establecen en la norma GR-20-CORE (6.6.3, entrega 3, de mayo 2008), aquí referidos como "los requisitos GR-20-CORE de ciclos de temperatura".

[0064] Además, los cables de fibra óptica que contienen los presentes elementos de bloqueo a agua demuestran, típicamente excepcional resistencia a la penetración del agua, como se determinada por pruebas de penetración de agua. Por ejemplo, los cables de fibra óptica de acuerdo con la presente invención, cumplen o superan los requisitos de penetración de agua como se establece en GR-20-CORE (6.6.7, entrega 3, mayo de 2008), aquí referida como "requisitos GR 20-CORE a penetración de agua".

[0065] Los cables de fibra óptica de acuerdo con la presente invención también pueden cumplir o superar determinados requisitos genéricos de Telcordia Technologies para cables de fibra óptica expuestos en GR-20-CORE (entrega, julio de 1998; entrega 3, mayo de 2008), tales como, curvatura de cable a baja temperatura y alta temperatura (6.5.3), resistencia a impacto (6.5.4), compresión (6.5.5), resistencia a tracción de cable (6.5.6), torsión de cable (6.5.7), la flexión cíclica de cable (6.5.8), comportamiento de tubo de protección de tramo central de cable trenzado (6.5.11), envejecimiento de cable (6.6.4), y congelación de cable (6.6.5).

[0066] Los elementos de bloqueo de agua de acuerdo con la presente invención pueden ser desplegados en diversas estructuras, tales como las estructuras ejemplares descritas más adelante.

[0067] Como se ha indicado, uno o más de los presentes elementos de bloqueo a agua, pueden estar encerrados dentro de un tubo de protección. Por ejemplo, uno o más elementos de bloqueo a agua, pueden desplegarse ya sea en tubo de protección holgado de fibra única o en un tubo de protección holgado de múltiples fibras. Respecto a este último, múltiples fibras ópticas podrán agruparse en haces o trenzarse dentro un tubo de protección u otra estructura. En este sentido, dentro de un tubo de protección holgado de múltiples fibras, pueden separarse en sub-haces de fibras con ataduras (por ejemplo, cada sub-haz de fibras es envuelto en una atadura). Además, pueden instalarse tubos de salida de elementos en la terminación de dichos tubos de protección holgados, para terminar directamente fibras ópticas protegidas sueltas con conectores instalados en el campo.

[0068] Tales tubos de protección pueden contener fibras de vidrio convencionales o fibras de vidrio insensibles a curvatura. Una fibra de vidrio insensible a curvatura ejemplar para utilizarse en la presente invención se describe en la patente US nº 7.623.747 para una fibra óptica de modo único.

[0069] Con respecto a fibras ópticas insensibles a curvatura convencionales, el componente de fibra de vidrio tiene típicamente un diámetro exterior de aproximadamente 125 micrómetros. Con respecto a las capas de recubrimiento rodeando una fibra óptica, el recubrimiento primario tiene típicamente un diámetro exterior de entre aproximadamente 175 micrómetros y aproximadamente 195 micrómetros (p.e., un espesor de revestimiento primario de entre aproximadamente 25 micrómetros y 35 micrómetros) y teniendo típicamente el revestimiento secundario un diámetro exterior de entre aproximadamente 235 micrómetros y aproximadamente 265 micrómetros (p.e., un espesor de recubrimiento secundario de entre aproximadamente 20 micrómetros y 45 micrómetros). Opcionalmente, la fibra óptica puede incluir una capa de tinta más externa, que tiene típicamente de entre dos y diez micrómetros de espesor.

[0070] En una realización alternativa, una fibra óptica puede poseer un diámetro reducido (por ejemplo, un diámetro más exterior de entre aproximadamente 150 micrómetros y 230 micrómetros). En esta configuración de fibra óptica alternativa, el espesor del recubrimiento primario y/o del revestimiento secundario se reduce, mientras que el diámetro del componente de fibra de vidrio se mantiene en aproximadamente 125 micrómetros. (Los expertos en la técnica apreciarán que, a menos que sea especificado de otro modo, las medidas de diámetro se refieren a diámetros exteriores).

[0071] A modo de ilustración, en tales formas de realización ejemplares, la capa de recubrimiento primario puede tener un diámetro exterior de entre aproximadamente 135 micrómetros y aproximadamente 175 micrómetros (por ejemplo, aproximadamente 160 micrómetros), típicamente menos de 165 micrómetros (por ejemplo, entre aproximadamente 135 micrómetros y 150 micrómetros) y por lo general mayor de 140 micrómetros (por ejemplo, entre aproximadamente 145 micrómetros y 155 micrómetros, tal como aproximadamente 150 micrómetros).

[0072] Además, en tales formas de realización ejemplares, la capa de recubrimiento secundario puede tener un diámetro exterior de entre aproximadamente 150 micrómetros y aproximadamente 230 micrómetros (por ejemplo, mayor de aproximadamente 165 micrómetros, tal como de 190 a 210 micrómetros), típicamente entre aproximadamente 180 micrómetros y 200 micrómetros. En otras palabras, el diámetro total de la fibra óptica se reduce a menos de aproximadamente 230 micrómetros (por ejemplo, entre aproximadamente 195 micrómetros y 205 micrómetros, y especialmente alrededor de 200 micrómetros). A modo de ilustración adicional, una fibra óptica puede emplear un revestimiento secundario de alrededor 197 micrómetros con una tolerancia de +/- 5 micrómetros (es decir, un recubrimiento secundario de diámetro exterior de entre 192 micrómetros a 202 micrómetros). Típicamente, el recubrimiento secundario, mantendrá un espesor de, al menos, aproximadamente 10 micrómetros (por ejemplo, una fibra óptica que tiene un revestimiento secundario de espesor reducido de entre 15 micrómetros y 25 micrómetros).

[0073] En otra realización alternativa, el diámetro exterior del componente de fibra de vidrio puede reducirse a menos de 125 micrómetros (por ejemplo, entre aproximadamente 60 micrómetros y 120 micrómetros), tal vez entre aproximadamente 70 micrómetros y 115 micrómetros (por ejemplo, aproximadamente de 80 a 110 micrómetros). Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante reducción del espesor de una o más capas de revestimiento. En

comparación con la anterior realización alternativa, (i) el diámetro total de la fibra óptica de se puede reducir (es decir, el espesor de los recubrimientos primario y secundario, se mantienen de acuerdo con la forma de realización alternativa anterior) o (ii) los respectivos espesores de los recubrimientos primario y/o secundario se pueden aumentar respecto del modo de realización alternativo anterior (por ejemplo, tal que el diámetro total de la fibra óptica pueda ser mantenido).

[0074] A modo de ilustración, con respecto a lo anterior, un componente de fibra de vidrio que tenga un diámetro de entre aproximadamente 90 y 100 micrómetros, puede ser combinado con una capa de recubrimiento primaria con un diámetro exterior de entre aproximadamente 110 micrómetros y 150 micrómetros (por ejemplo, aproximadamente 125 micrómetros) y una capa de revestimiento secundario con un diámetro exterior de entre aproximadamente 130 micrómetros y 190 micrómetros (por ejemplo, alrededor de 155 micrómetros). Con respecto a este último, un

componente de fibra de vidrio con un diámetro de entre aproximadamente 90 y 100 micrómetros, puede ser combinado con una capa de recubrimiento primaria con un diámetro exterior de entre alrededor de 120 micrómetros y 140 micrómetros (por ejemplo, aproximadamente 130 micrómetros) y una capa de revestimiento secundaria con un diámetro exterior de entre aproximadamente 160 micrómetros y 230 micrómetros (por ejemplo, aproximadamente 195 a 200 micrómetros).

[0075] La reducción del diámetro del componente de fibra de vidrio puede hacer que la fibra óptica que resulta más susceptible a atenuación por micro-curvatura. Dicho esto, las ventajas de reducir aún más el diámetro de fibra óptica pueden valer la pena para algunas aplicaciones de fibra óptica.

[0076] Como se ha señalado, las fibras ópticas contenidas dentro de tubos de protección y cables de acuerdo con la presente invención, comprenden típicamente incluir una o más capas de recubrimiento (por ejemplo, un

revestimiento primario y un revestimiento secundario). Al menos una de las capas de revestimiento - por lo general el recubrimiento secundario - puede estar coloreado y/o poseer otras marcas para ayudar a identificar las fibras individuales. Alternativamente, una capa de tinta terciaria puede rodear los recubrimientos primario y secundario.

[0077] Tales fibras, pueden incluir un recubrimiento primario de módulo bajo para reducir el riesgo de micro-curvatura. Un recubrimiento primario de módulo bajo se puede combinar con una fibra insensible a curvatura para proporcionar reducciones inesperadamente superiores de la sensibilidad a micro-curvatura.

[0078] Como resultará conocido por los expertos en la técnica, un tubo de protección ejemplar, encerrando elementos de bloqueo a agua como se describen aquí, puede estar formado de poliolefinas (por ejemplo, polietileno o polipropileno), incluyendo poliolefinas fluoradas, poliésteres (por ejemplo, polibutileno tereftalato), poliamidas (por ejemplo, nylon), así como otros materiales poliméricos y mezclas. En general, un tubo de protección puede estar

formado por una o más capas. Las capas pueden ser homogéneas o incluir mezclas o combinaciones de diversos materiales dentro de cada capa.

[0079] En este contexto, el tubo de protección puede ser extrudido (por ejemplo, un material polimérico extrudido) o de pultrusión (por ejemplo, un plástico reforzado con fibras pultrusionado). A modo de ejemplo, el tubo de protección puede incluir un material para proporcionar una alta resistencia química y a temperatura (por ejemplo, un material aromático o material de polisulfona).

[0080] A pesar de que típicamente los tubos de protección tienen una sección transversal circular, alternativamente los tubos de protección, pueden tener una forma irregular o no circular (por ejemplo, una sección transversal ovalada o trapezoidal).

[0081] Alternativamente, uno o más de los presentes elementos de bloqueo a agua, pueden estar contenidos dentro de estructuras tales como un tubo metálico u otra funda protectora exterior, encapsulando una o más fibras ópticas. En cualquier estructura, no necesariamente se requiere un tubo de protección intermedio.

[0082] Fibras ópticas múltiples pueden estar emparedadas, encapsuladas y/o con bordes unidos para formar una cinta de fibra óptica. Las cintas de fibra óptica, pueden ser divisibles en sub-unidades (por ejemplo, una cinta de doce fibras que es divisible en seis sub-unidades de fibra). Por otra parte, una pluralidad de tales cintas de fibra óptica, pueden agregarse para formar una pila de cintas, que puede tener varios tamaños y formas.

[0083] Por ejemplo, es posible formar una pila rectangular de cintas o una pila de cintas en la que las cintas de fibra óptica superior e inferior, tengan menos fibras ópticas que las situadas hacia el centro de la pila. Esta construcción puede ser útil para aumentar la densidad de elementos ópticos (por ejemplo, fibras ópticas) dentro del tubo de protección y/o cable.

[0084] En general, es deseable aumentar el llenado con elementos de transmisión de los tubos de protección o cables, sujeto a otras limitaciones (por ejemplo, atenuación de cable o tramo central). Los elementos ópticos en sí mismos pueden estar diseñados para aumentar la densidad de empaquetado. Por ejemplo, la fibra óptica puede poseer propiedades modificadas, tales como perfil de índice de refracción mejorado, dimensiones de núcleo o revestimiento, o espesor de recubrimiento primario y/o módulo, para mejorar las características de micro-curvatura y macro-curvatura.

[0085] A modo de ejemplo, una pila rectangular de cintas, puede estar formada con o sin una torsión central (es decir, una "torsión primaria"). Los expertos en la materia apreciarán que una pila de cintas se fabrica típicamente con una torsión de rotación para permitir que el tubo o cable, se doble sin aplicar una tensión mecánica excesiva a las fibras ópticas durante el bobinado, la instalación y uso. En una variación estructural, una pila rectangular de cintas con torsión (o sin torsión), puede estar formada además con una configuración helicoidal (por ejemplo, una hélice) o

una configuración en forma de onda (por ejemplo, una senoide). En otras palabras, la pila de cintas puede poseer deformaciones "secundarias" regulares.

[0086] Como resultará reconocido por los expertos en la técnica, tales cintas de fibra óptica pueden colocarse dentro de un tubo de protección o de otra estructura circundante, tal como un cable exento de tubo de protección, que contenga elementos de bloqueo a agua de acuerdo con la presente invención. Con sujeción a determinadas restricciones (por ejemplo, atenuación) es deseable aumentar la densidad de elementos tales como fibras ópticas o cintas de fibra óptica dentro de tubos de protección y/o cables de fibra óptica.

[0087] Una pluralidad de tubos de protección conteniendo fibras ópticas (por ejemplo, fibras sueltas o encintadas) se pueden colocar externamente adyacente a, y trenzados alrededor de un miembro de refuerzo central. Este trenzado se puede llevar a cabo en una dirección, helicoidalmente, conocido como trenzado en "S" o "Z", o trenzado de capa oscilada inversa, conocido como trenzado en "S-Z". El trenzado alrededor del miembro de refuerzo central, reduce la tensión de fibra óptica cuando se produce la tracción del cable durante la instalación y el uso.

[0088] Los expertos en la técnica entenderán el beneficio de minimizar la fatiga de la fibra, tanto de tensión por tracción de cable como tensión por compresión longitudinal de cable en las condiciones de instalación o de funcionamiento.

[0089] Con respecto a la tensión del cable a tracción, que puede ocurrir durante la instalación, el cable se alargará mientras que las fibras ópticas pueden migrar más cerca del eje neutro del cable para reducir, si no eliminar, la tensión que está siendo trasladada a las fibras ópticas. Con respecto a la tensión de compresión longitudinal, que puede producirse a temperaturas de funcionamiento bajas, debido a la contracción de los componentes del cable, las fibras ópticas migrarán alejándose del eje neutro del cable para reducir, si no eliminar, la tensión de compresión que está siendo trasladada a las fibras ópticas.

[0090] En una variación, dos o más capas de tubos de protección sustancialmente concéntricas, se pueden colocar alrededor de un miembro de refuerzo central. En una variación adicional, múltiples elementos trenzados (por ejemplo, múltiples tubos de protección trenzados alrededor de un miembro de refuerzo) pueden a su vez ser trenzados entre sí o alrededor de un miembro de refuerzo central primario.

[0091] Alternativamente, una pluralidad de tubos de protección conteniendo fibras ópticas (por ejemplo, fibras sueltas o encintadas), pueden estar simplemente colocados externamente adyacentes al miembro central de refuerzo (es decir, los tubos de protección no están intencionadamente trenzados o dispuestos alrededor del miembro central de refuerzo en una forma particular y discurren sustancialmente en paralelo a dicho miembro de refuerzo central).

[0092] Alternativamente aún, los presentes elementos de bloqueo a agua, pueden estar situados dentro de un tubo de protección central (es decir, el cable de tubo de protección central tiene un tubo de protección central en lugar de un miembro central de refuerzo). Tal cable de tubo de protección central puede situar elementos de refuerzo en otra parte. Por ejemplo, miembros de refuerzo metálicos o no metálicos (por ejemplo, miembros GRP) podrían estar situados dentro de la propia funda de cable, y/o una o más capas de hilos de alta resistencia (por ejemplo, hilos de aramida o sin aramida), pueden situarse paralelamente o envolviendo (por ejemplo, contra helicoidalmente) el tubo de protección central (es decir, dentro del espacio interior del cable). Del mismo modo, los elementos de refuerzo pueden estar incluidos dentro de la carcasa del tubo de protección.

[0093] En otras realizaciones, los elementos de bloqueo a agua de acuerdo con la presente invención, pueden ser colocados dentro de un cable de núcleo ranurado. En un cable de núcleo ranurado, fibras ópticas, de forma individual o una banda de fibras, pueden ser colocadas dentro de ranuras helicoidales formadas previamente (es decir, canales) en la superficie de un miembro de refuerzo central, formando de ese modo una unidad de núcleo ranurado. La unidad de núcleo ranurado, puede estar encerrada por un tubo de protección. Uno o más de tales unidades de núcleo ranurado, puede colocarse dentro de un cable de núcleo ranurado. Por ejemplo, una pluralidad de unidades de núcleo ranurado, puede ser helicoidalmente trenzada alrededor de un miembro central de refuerzo.

[0094] Alternativamente, las fibras ópticas pueden estar también trenzadas en un diseño de cable maxi-tubo, por lo que las fibras ópticas, se trenzan alrededor de sí mismas dentro de un gran tubo de protección holgado de fibras múltiples en lugar de alrededor de un miembro de refuerzo central. En otras palabras, el tubo de protección holgado de fibras múltiples grande, está posicionado centralmente dentro del cable maxi-tubo. Por ejemplo, tales cables maxi-tubo pueden desplegarse en cableados de conexión a tierra ópticos (OPGW).

[0095] En otra forma de realización de cableado, múltiples tubos de protección, pueden estar trenzados alrededor de sí mismos sin presencia de un miembro central. Estos tubos de protección también trenzados, pueden estar rodeados por un tubo de protección. Este tubo protector puede servir como la carcasa exterior del cable de fibra óptica o puede estar rodeado además por una funda externa. El tubo protector puede rodear apretadamente o sueltamente los tubos de protección trenzados.

[0096] Como será reconocido por los expertos en la técnica, elementos adicionales se pueden incluir dentro de un núcleo de cable. Por ejemplo, cables de cobre u otros elementos de transmisión activos, pueden estar trenzados o de otra forma formando haces dentro de la funda de cable. Elementos pasivos también pueden estar colocados dentro del núcleo de cable, así como entre las paredes interiores de los tubos de protección y las fibras ópticas adjuntas. Alternativamente y a modo de ejemplo, elementos pueden estar colocados fuera de los tubos de protección entre las respectivas paredes exteriores de los tubos de protección y la pared interior de la funda de cable, o, dentro del espacio interior de un cable de sin tubo de protección.

[0097] Por otra parte, un adhesivo (por ejemplo, un adhesivo de fusión en caliente o adhesivo curable, tal como un acrilato de silicona reticulado por exposición a radiación actínica), puede estar provisto en uno o más elementos pasivos (por ejemplo, materiales hinchables en agua) para unir los elementos al tubo de protección. También puede ser utilizado un material adhesivo para unir el elemento hinchable en agua a las fibras ópticas dentro del tubo de

protección. Disposiciones ejemplares de tales elementos se describen en la comúnmente asignada patente US n° 7.515.795, por *Water Swellable Tape, Adhesive-Backed for Coupling When Used Inside a Buffer Tube* y la comúnmente asignada patente US n° 7.599.589 por un *Gel-Free Buffer Tube with Adhesively Coupled Optical Element*.

[0098] Como se entenderá por los expertos en la técnica, un cable que encierra elementos de bloqueo a agua como se describen aquí, pueden tener una funda formada a partir de diversos materiales en varios diseños. El enfundado de cable puede estar formado a partir de materiales poliméricos tales como, por ejemplo, polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo (PVC), poliamidas (por ejemplo, nylon), poliéster (por ejemplo, PBT), plásticos fluorados (por ejemplo, propileno perfluorethylene, polivinil fluoruro, o difluoruro de polivinilideno), y etileno vinilo acetato. Los materiales de funda y/o de tubo de protección, pueden también contener otros aditivos, tales como agentes de nucleación, retardantes de llama, retardantes de humo, antioxidantes, de absorción de UV y/o plastificantes.

[0099] El enfundado de cable puede ser una sola funda, formada a partir de un material dieléctrico (por ejemplo, polímeros no conductores), con o sin componentes estructurales complementarios que se pueden utilizar para mejorar la protección (por ejemplo, contra roedores) y la resistencia proporcionada por la funda de cable. Por ejemplo, una o más capas de cinta metálica (por ejemplo, acero) junto con uno o más fundas dieléctrica puede formar el enfundado de cable. Varillas de refuerzo de metal o de fibra de vidrio (por ejemplo, GRP) también se pueden incorporar en la funda. Además, hilos de aramida, fibra de vidrio o de poliéster, pueden ser empleados en virtud de diversos materiales de funda (por ejemplo, entre la funda de cable y del núcleo de cable), y/o colocarse cordones de desgarrar, por ejemplo, dentro de la funda de cable.

[0100] De manera similar a los tubos de protección, las fundas de cable de fibra óptica típicamente tienen una sección transversal circular, pero las fundas de cable, alternativamente, pueden tener una forma irregular o no circular (por ejemplo, de sección transversal ovalada, trapezoidal, o plana).

[0101] A modo de ejemplo, los elementos de bloqueo a agua según la presente invención se pueden incorporar en cables de acometida de una sola fibra, tales como los empleados para aplicaciones de unidad de vivienda múltiple (MDU). En tales despliegues, el encamisado de los cables debe exhibir resistencia a aplastamiento, resistencia a abrasión, resistencia a la perforación, estabilidad térmica y resistencia a fuego como requerido por los códigos de construcción. Un material ejemplar para tales fundas de cable es poliuretano (PUR), retardante de llama térmicamente estable, que protege mecánicamente las fibras ópticas, siendo aún suficientemente flexible para facilitar instalaciones MDU sencillas. Alternativamente, puede utilizarse una funda de cloruro de polivinilo o poliolefina retardante de llama.

[0102] En general, y como será reconocido por los expertos en la técnica, un miembro de refuerzo está típicamente en forma de una varilla o alambre trenzados/helicoidalmente enrollados o fibras, aunque otras configuraciones estarán dentro del conocimiento de los expertos en la técnica.

[0103] Cables de fibra óptica que contiene elementos de bloqueo a agua como los descritos, pueden ser desplegados de diversas maneras, incluyendo cables de acometida, cables de distribución, cables de alimentación, cables troncales y líneas derivadas, cada uno de los cuales pueden tener requisitos de funcionamiento variados (por ejemplo, margen de temperatura, resistencia a compresión, resistencia a UV, y radio de curvatura mínimo).

[0104] Dichos cables de fibra óptica pueden montarse dentro de conductos, micro-conductos, plenums o tarimas. A modo de ejemplo, un cable de fibra óptica puede instalarse en un conducto o micro-conducto existente, tirando o soplando (por ejemplo, usando aire comprimido). Un método de instalación de cable ejemplar se describe en la comúnmente asignada patente US n° 7.574.095 por *Communication Cable Assembly and Installation Method*, (Lock et al.), y la solicitud de patente n° publicación US 2008 / 0317410 por *Modified Pre-Ferrulized Communication Cable Assembly and Installation Method*, (Griffioen et al.).

[0105] Como se ha señalado, tubos de protección conteniendo fibras ópticas (por ejemplo, fibras sueltas o encintadas) pueden ser trenzados (por ejemplo, alrededor de un miembro central de refuerzo). En tales configuraciones, una funda externa de protección de cable de fibra óptica, puede tener una superficie exterior con textura que varía periódica y longitudinalmente a lo largo del cable de manera que replica la forma trenzada de los tubos de protección subyacentes. El perfil de textura de la funda externa protectora, puede mejorar el comportamiento a soplado del cable de fibra óptica. La superficie con textura, reduce la superficie de contacto entre el cable y el conducto o micro-conducto y aumenta la fricción entre el medio de soplado (por ejemplo, aire) y el cable. La funda externa protectora puede estar hecha de un material con bajo coeficiente a fricción, lo que puede facilitar la instalación por soplado. Además, la funda protectora externa puede estar provista de un lubricante para facilitar aún más la instalación por soplado.

[0106] En general, para lograr un comportamiento a soplado de larga distancia satisfactorio (por ejemplo, entre aproximadamente 3.000 y 5.000 pies o más), el diámetro exterior de cable del cable de fibra óptica no debe ser mayor de aproximadamente el 70 al 80 por ciento del diámetro interior del conducto o micro-conducto.

[0107] El aire comprimido también se puede usar para instalar fibras ópticas en un sistema de fibra soplada. En un sistema de fibra de aire soplado, una red de cables sin relleno o micro-conductos, se encuentra instalado antes de instalar las fibras ópticas. Las fibras ópticas pueden posteriormente ser sopladas en los cables instalados si es necesario para apoyar diversas necesidades de la red.

[0108] Además, los cables de fibra óptica pueden estar directamente enterrados en el suelo, o como cable aéreo suspendidos de un poste o torre. Un cable aéreo puede ser auto-portante o fijarse o atarse a un soporte (por ejemplo, un alambre portador u otro cable). Cables de fibra óptica aérea ejemplares, incluyen cables de tierra elevados (OPGW), cables auto-portantes totalmente dieléctricos (ADSS), cables de amarre totalmente dieléctricos (AD-Lash), y cables en forma de ocho, cada uno de los cuales resulta bien conocido por los expertos en la técnica.

Cables en forma de ocho y otros diseños pueden ser directamente enterrados o instalados en conductos, y opcionalmente puede incluir un elemento de sintonización, tal como un alambre metálico, de modo que se pueden encontrar con un detector de metales.

[0109] Además, aunque las fibras ópticas pueden estar adicionalmente protegidas por una funda de cable exterior, la propia fibra óptica, puede reforzarse aún más de manera que dicha fibra óptica puede ser incluida dentro de un cable de conexión, lo que permite el encaminamiento individual de fibras ópticas individuales.

[0110] Para emplear con eficacia fibras ópticas en un sistema de transmisión, se requieren conexiones a diversos puntos de la red. Las conexiones de fibra óptica son típicamente hechas por el empalme de fusión, empalme mecánico, o conectores mecánicos.

[0111] Los extremos de acoplamiento de conectores se pueden instalar a extremos de la fibra ya sea en el campo (por ejemplo, en la ubicación de red) o en una fábrica antes de instalación en la red. Los extremos de los conectores se acoplan en el campo con el fin de conectar las fibras entre sí o conectar las fibras a componentes pasivos o activos. Por ejemplo, determinados montajes de cables de fibra óptica (por ejemplo, conjuntos de derivación) pueden derivar y conducir fibras ópticas individuales desde un cable de fibra óptica múltiple hasta conectores de manera protegida.

[0112] El despliegue de este tipo de cables de fibra óptica, puede incluir equipamiento suplementario. Por ejemplo, un amplificador se puede incluir para mejorar las señales ópticas. Pueden ser instalados módulos de compensación de dispersión para reducir los efectos de dispersión cromática y dispersión de modo de polarización. Cajas de empalme, pedestales, y bastidores de distribución, que pueden estar protegidos por un recinto, pueden ser igualmente incluidos. Elementos adicionales incluyen, por ejemplo, conmutadores de terminal remoto, unidades de red óptica, divisores ópticos, y conmutadores de centralita.

[0113] Un cable conteniendo elementos de bloqueo a agua de acuerdo con la presente invención, puede ser desplegado para su utilización en un sistema de comunicación (por ejemplo, la creación de red o telecomunicaciones). Un sistema de comunicación puede incluir arquitecturas de cable de fibra óptica, tales como fibra- hasta-el nodo (FTTN), fibra-hasta- el recinto de telecomunicaciones (FTTE), fibra-hasta-la acera (FTTC), fibra-hasta-el edificio-(FTTB), y fibra-hasta-el hogar (FTTH), así como arquitectura metropolitana o de larga distancia. Además, se revela aquí un módulo óptico o una caja de almacenamiento que incluye un alojamiento que puede recibir una porción enrollada de la fibra óptica. A modo de ejemplo, la fibra óptica puede enrollarse con un radio de curvatura menor de aproximadamente 15 milímetros (por ejemplo, 10 milímetros o menos, tal como aproximadamente 5 milímetros) en el módulo óptico o en la caja de almacenamiento.

[0114] A fin de complementar la presente descripción, esta aplicación se refiere a las siguientes patentes comúnmente asignadas, publicaciones de solicitud de patente, y solicitudes de patente:

Patente US nº 4.838.643 por *Single Mode Bend Insensitive Fiber for Use in Fiber Optic Guidance Applications* (Hodges *et al.*); patente US nº 7.623.747 por *Single Mode Optical Fiber* (de Montmorillon *et al.*); patent US nº 7.587.111 por *Single-Mode Optical Fiber* (de Montmorillon *et al.*); patent US nº 7.356.234 por *Chromatic Dispersion Compensating Fiber* (de Montmorillon *et al.*); patente US nº 7.483.613 por *Chromatic Dispersion Compensating Fiber* (de Montmorillon *et al.*); patente US nº 7.555.186 por *Optical Fiber* (Flammer *et al.*); publicación de solicitud de patente nº US2009/0252469 A1 por *Dispersion-Shifted Optical Fiber* (Sillard *et al.*); solicitud de patente nº US 12/098,804 por *Transmission Optical Fiber Having Large Effective Area* (Sillard *et al.*), solicitada en 7 de abril de 2008; solicitud de patente internacional nº de publicación WO 2009/062131 A1 por *Microbend-Resistant Optical Fiber*, (Overton); solicitud de patente US nº de publicación US2009/0175583 A1 por *Microbend-Resistant Optical Fiber*, (Overton); solicitud de patente US nº de publicación US2009/0279835 A1 por *Single-Mode Optical Fiber Having Reduced Bending Losses*, solicitada en 6 de mayo de 2009, (de Montmorillon *et al.*); solicitud de patente US nº de publicación US2009/0279836 A1 por *a Bend-Insensitive Single-Mode Optical Fiber*, presentada en 6 de mayo de 2009, (de Montmorillon *et al.*); solicitud de patente US nº No. 12/489.995 por *Wavelength Multiplexed Optical System with Multimode Optical Fibers*, presentada en 23 de junio de 2009, (Lumineau *et al.*); solicitud de patente US nº 12/498.439 por *Multimode Optical Fibers*, presentada en 7 de julio de 2009, (Gholami *et al.*); solicitud de patente US nº 12/614.011 por *Reduced-Diameter Optical Fiber*, presentada en 6 de noviembre de 2009, (Overton); solicitud de patente US nº 12/614.172 por *Multimode Optical System*, presentada en 6 de noviembre de 2009, (Gholami *et al.*); solicitud de patente US nº 12/617.316 por *Amplifying Optical Fiber and Method of Manufacturing*, presentada en 12 de noviembre de 2009, (Pastouret *et al.*); solicitud de patente US nº 12/629.495, por *Amplifying Optical Fiber and Production Method*, presentada en 2 de diciembre de 2009, (Pastouret *et al.*); solicitud de patente US nº 12/633.229 por *Ionizing Radiation-Resistant Optical Fiber Amplifier*, presentada en 8 de diciembre de 2009, (Regnier *et al.*); y solicitud de patente US nº 12/636.277 por *Buffered Optical Fiber*, presentada en 11 de diciembre de 2009, (Testu *et al.*).

[0115] A fin de complementar la presente descripción, esta aplicación se refiere a las siguientes patentes comúnmente asignadas, publicaciones de solicitud de patente, y solicitudes de patente:

Patente US nº 5.574.816 por *Polypropylene-Polyethylene Copolymer Buffer Tubes for Optical Fiber Cables and Method for Making the Same*; patente US nº 5.717.805 por *Stress Concentrations in an Optical Fiber Ribbon to Facilitate Separation of Ribbon Matrix Material*; patente US nº 5.761.362 por *Polypropylene-Polyethylene Copolymer Buffer Tubes for Optical Fiber Cables and Method for Making the Same*; patente US nº 5.911.023, por *Polyolefin Materials Suitable for Optical Fiber Cable Components*; patente US nº 5.982.968 por *Stress Concentrations in an Optical Fiber Ribbon to Facilitate Separation of Ribbon Matrix Material*; patente US nº 6,035,087 por *Optical Unit for Fiber Optic Cables*; patente US nº 6,066,397, por *Polypropylene Filler Rods for Optical Fiber Communications Cables*; patente US nº 6.175.677, por *Optical Fiber Multi-Ribbon and Method for Making the Same*; patente US nº 6.085.009, por *Water Blocking Gels Compatible with Polyolefin Optical Fiber Cable Buffer Tubes and Cables Made*

Therewith; patente US nº 6.215.931, por *Flexible Thermoplastic Polyolefin Elastomers for Buffering Transmission Elements in a Telecommunications Cable*; patente US nº 6.134.363, por *Method for Accessing Optical Fibers in the Midspan Region of an Optical Fiber Cable*; patente US nº 6.381.390, por *Color-Coded Optical Fiber Ribbon and Die for Making the Same*; patente US nº 6.181.857, por *Method for Accessing Optical Fibers Contained in a Sheath*; patente US nº 6.31.224, por *Thick-Walled Cable Jacket with Non-Circular Cavity Cross Section*; patente US nº 6.334.016, por *Optical Fiber Ribbon Matrix Material Having Optimal Handling Characteristics*; patente US nº 6.321.012, por *Optical Fiber Having Water Swellable Material for Identifying Grouping of Fiber Groups*; patente US nº 6.321.014, por *Method for Manufacturing Optical Fiber Ribbon*; patente US nº 6.210.802, por *Polypropylene Filler Rods for Optical Fiber Communications Cables*; patente US nº 6.493.491, por *Optical Drop Cable for Aerial Installation*; patente US nº 7.346.244, por *Coated Central Strength Member for Fiber Optic Cables with Reduced Shrinkage*; patente US nº 6.658.184, por *Protective Skin for Optical Fibers*; patente US nº 6.603.908, por *Buffer Tube that Results in Easy Access to and Low Attenuation of Fibers Disposed Within Buffer Tube*; patente US nº 7.045.010, por *Applicator for High-Speed Gel Buffering of Flextube Optical Fiber Bundles*; patente US nº 6.749.446, por *Optical Fiber Cable with Cushion Members Protecting Optical Fiber Ribbon Stack*; patente US nº 6.922.515, por *Method and Apparatus to Reduce Variation of Excess Fiber Length in Buffer Tubes of Fiber Optic Cables*; patente US nº 6.618.538, por *Method and Apparatus to Reduce Variation of Excess Fiber Length in Buffer Tubes of Fiber Optic Cables*; patente US nº 7.322.122, por *Method and Apparatus for Curing a Fiber Having at Least Two Fiber Coating Curing Stages*; patente US nº 6.912.347, por *Optimized Fiber Optic Cable Suitable for Microduct Blown Installation*; patente US nº 6.941.049, por *Fiber Optic Cable Having No Rigid Strength Members and a Reduced Coefficient of Thermal Expansion*; patente US nº 7.162.128, por *Use of Buffer Tube Coupling Coil to Prevent Fiber Retraction*; patente US nº 7.515.795, por *Water-Swellable Tape, Adhesive-Backed for Coupling When Used Inside a Buffer Tube* (Overton *et al.*); solicitud patente US nº publicación 2008/0292262, por *Grease-Free Buffer Optical Fiber Buffer Tube Construction Utilizing a Water-Swellable, Texturized Yarn* (Overton *et al.*); solicitud de patente europea nº publicación 1.921.478 A1, por *Telecommunication Optical Fiber Cable* (Tatat *et al.*); patente US nº 7.570.852, por *Optical Fiber Cable Suited for Blown Installation or Pushing Installation in Microducts of Small Diameter* (Nothofer *et al.*); solicitud patente US nº publicación US 2008/0037942 A1, por *Optical Fiber Telecommunications Cable* (Tatat); patente US nº 7.599.589, por *Gel-Free Buffer Tube with Adhesively Coupled Optical Element* (Overton *et al.*); patente US nº 7.567.739, por *Fiber Optic Cable Having a Water-Swellable Element* (Overton); solicitud de patente US nº publicación US2009/0041414 A1, por *Method for Accessing Optical Fibers within a Telecommunication Cable* (Lavenne *et al.*); solicitud de patente US nº publicación US2009/0003781 A1, por *Optical Fiber Cable Having a Deformable Coupling Element* (Parris *et al.*); solicitud patente US nº publicación US2009/0003779 A1, por *Optical Fiber Cable Having Raised Coupling Supports* (Parris); solicitud de patente US nº publicación US2009/0003785 A1, por *Coupling Composition for Optical Fiber Cables* (Parris *et al.*); solicitud de patente US nº publicación US2009/0214167 A1, por *Buffer Tube with Hollow Channels*, (Lookadoo *et al.*); solicitud de patente US nº 12/466.965, por *Optical Fiber Telecommunication Cable*, presentada en 15 mayo de 2009, (Tatat); solicitud de patente US nº 12/506.533, por *Buffer Tube with Adhesively Coupled Optical Fibers and/or Water-Swellable Element*, presentada en 21 de julio de 2009, (Overton *et al.*); solicitud de patente US nº 12/557.055, por *Optical Fiber Cable Assembly*, presentada en 10 de septiembre de 2009, (Barker *et al.*); solicitud de patente US nº 12/557.086, por *High-Fiber-Density Optical Fiber Cable*, presentada en 10 de septiembre de 2009, (Lovie *et al.*); solicitud de patente US nº 12/558.390, por *Buffer Tubes for Mid-Span Storage*, presentada en 11 de septiembre de 2009, (Barker); solicitud de patente US nº 2/614.692, por *Single-Fiber Drop Cables for MDU Deployments*, presentada en 9 de noviembre de 2009, (Overton); solicitud de patente US nº 12/614.754, por *Optical-Fiber Loose Tube Cables*, presentada en 9 de noviembre de 2009, (Overton); solicitud de patente US nº 12/615.003, por *Reduced-Size Flat Drop Cable*, presentada en 9 de noviembre de 2009, (Overton *et al.*); solicitud de patente US nº 12/615.106, por *ADSS Cables with High-Performance Optical Fiber*, presentada en 9 de noviembre de 2009, (Overton); solicitud de patente US nº 12/615.698, por *Reduced-Diameter Ribbon Cables with High-Performance Optical Fiber*, presentada en 10 de noviembre de 2009, (Overton); y solicitud de patente US nº 12/615.737, por *Reduced-Diameter, Easy-Access Loose Tube Cable*, presentada en 10 de noviembre de 2009, (Overton).

[0116] En la descripción y/o las figuras, han sido descritas las realizaciones típicas de la invención. La presente invención no se limita a tales ejemplos de realización. Las figuras son representaciones esquemáticas por lo que no están necesariamente dibujadas a escala. A menos que se haya indicado de otro modo, los términos específicos se han utilizado en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

REIVINDICACIONES

1. Cable de fibra óptica, que comprende:
una fibra óptica;
- 5 un tubo de protección que encierra dicha fibra óptica;
un elemento de bloqueo al agua (10), situado entre dicha fibra óptica y dicho tubo de protección, siendo dicho elemento de bloqueo al agua (10), una estructura de dos capas que consiste en (i) una capa a base de una cinta portadora fibrosa o no fibrosa (16) que define una pluralidad de perforaciones (12) y (ii) una capa adicional de polvo de partículas hinchables en agua (14), unida a dicha cinta de soporte perforada (16), en el que dicho elemento (10)
- 10 de bloqueo al agua, rodea, al menos parcialmente, dicha fibra óptica y en el que dicha cinta portadora perforada (16) esencialmente fibrosa o no fibrosa, está situada adyacente a dicha fibra óptica y estando dicho polvo hinchable en agua situado opuesto a dicha fibra óptica; y
una funda de cable polimérica que rodea dicho tubo de protección, caracterizado porque dichas perforaciones (12) tienen un diámetro comprendido entre 0,1 mm y 10 mm.
- 15 2. Cable de fibra óptica, que comprende:
una fibra óptica;
un tubo de protección que encierra dicha fibra óptica;
un elemento de bloqueo al agua (20), situado entre dicha fibra óptica y dicho tubo de protección, siendo dicho
- 20 elemento de bloqueo al agua (20), una estructura de tres capas que comprende (i) cintas portadoras primera y segunda fibrosas o no fibrosas (2, 28), cada una de cuyas cintas portadoras primera y segunda (26, 28), define una pluralidad de perforaciones y (ii) un polvo de partículas hinchables en agua (24) dispuesto entre dichas primera y segunda cintas portadoras perforadas, en el que dicho polvo de partículas hinchables en agua (24) está unido a, al menos, una de dichas primera y segunda cintas portadoras perforadas (26, 28) y en el que dicho elemento de
- 25 bloqueo al agua rodea, al menos parcialmente, dicha fibra óptica; y
una funda de cable polimérica que rodea dicho tubo de protección, caracterizado porque dichas perforaciones (12, 22) tienen un diámetro comprendido entre 0,1 mm y 10mm.
3. Cable de fibra óptica según la reivindicación 1 o 2, en el que dicha cinta perforada de soporte (16) o cada una de
- 30 dichas primera y segunda cintas de soporte perforadas (26, 28), posee una densidad de, al menos, aproximadamente 0,90 g/cm³.
4. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha cinta portadora perforada (16) o cada una de dichas cintas portadoras perforadas primera y segunda (26, 28) es
- 35 sustancialmente incompresible.
5. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha cinta portadora perforada (16) o cada una de dichas cintas portadoras perforadas primera y segunda (26, 28), posee una
- 40 dureza Shore A mayor de aproximadamente 25.
6. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha cinta portadora perforada (16) o cada una de dichas cintas portadoras perforadas primera y segunda (26, 28), posee una
- 45 dureza Shore A mayor de aproximadamente 45.
7. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la pluralidad de perforaciones (12) de la cinta portadora (16) o de las cintas portadoras (26, 28) están dimensionadas para impedir la migración en seco de dicho polvo en partículas hinchable en agua (14, 24) a través de dicha cinta portadora perforada (16, 26, 28).
- 50 8. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha cinta portadora (16) o cada una de dichas cintas portadoras primera y segunda (26, 28), es una cinta portadora insoluble en agua (26, 28) que mantiene su resistencia e integridad estructural cuando se sumerge en agua.
9. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha cinta portadora perforada fibrosa (16) o cada una de dichas cintas portadoras perforadas fibrosas primera y segunda (26, 28), comprende un sustrato formado a partir de una pluralidad de fibras de polímeros, en el que la densidad de dicho sustrato es, al menos aproximadamente, el 80 por ciento de la densidad de dichas fibras poliméricas.
- 55 10. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha cinta portadora perforada fibrosa (16) o cada una de dichas cintas portadoras perforadas fibrosas primera y segunda (26, 28), comprende un sustrato formado a partir de una pluralidad de fibras poliméricas, en el que la densidad de dicho sustrato es, al menos aproximadamente, el 90 por ciento de la densidad de dichas fibras poliméricas.
- 60 11. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha cinta portadora perforada fibrosa (16) o cada una de dichas cintas portadoras perforadas fibrosas primera y segunda (26, 28) comprende fibras naturales.
- 65

12. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha cinta portadora perforada fibrosa (16) o cada una de dichas cintas portadoras perforadas fibrosas primera y segunda (26, 28) comprende papel.
- 5 13. Cable de fibra óptica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha cinta portadora perforada fibrosa (16) o cada una de dichas cintas portadoras perforadas fibrosas primera y segunda (26, 28) comprende papel de pergamino.

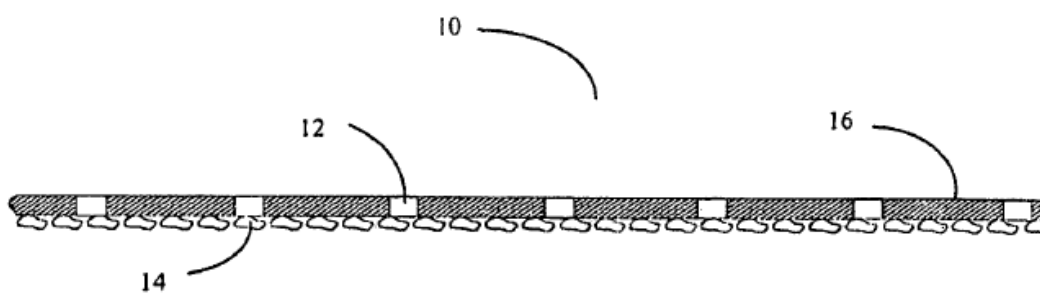


FIG. 1

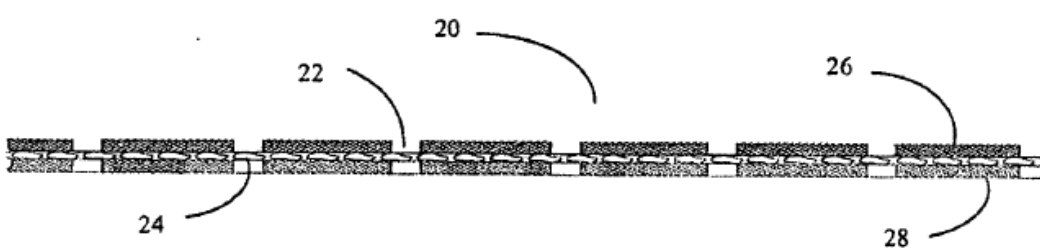


FIG. 2

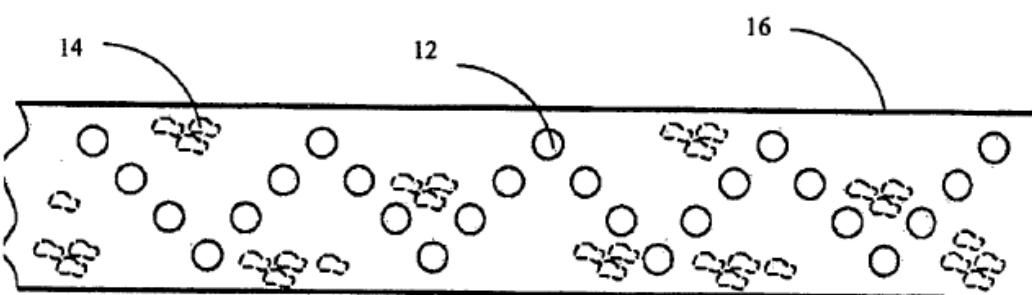


FIG. 3

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

5

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 0361863 A [0002]
- EP 0532750 A [0003]
- US 7515795 B [0035] [0097] [0115]
- US 20090003785 A1 [0041] [0115]
- US 14658808 A [0041]
- US 7599589 B [0041] [0097] [0115]
- US 7567739 B [0041] [0115]
- US 20080274316 A1 [0049]
- US 7623747 B [0068] [0114]
- US 7574095 B [0104]
- US 20080317410 A [0104]
- US 4838643 A [0114]
- US 7587111 B [0114]
- US 7356234 B [0114]
- US 7483613 B [0114]
- US 7555186 B, Flammer [0114]
- US 20090252469 A1 [0114]
- US 09880408 A [0114]
- WO 2009062131 A1 [0114]
- US 20090175583 A1 [0114]
- US 20090279835 A1 [0114]
- US 20090279836 A1 [0114]
- US 48999509 A [0114]
- US 49843909 A [0114]
- US 61401109 A [0114]
- US 61417209 A [0114]
- US 61731609 A, Pastouret [0114]
- US 62949509 A, Pastouret [0114]
- US 63322909 A, Regnier [0114]
- US 63627709 A [0114]
- US 5574816 A [0115]
- US 5717805 A [0115]
- US 5761362 A [0115]
- US 5911023 A [0115]
- US 5982968 A [0115]
- US 6035087 A [0115]
- US 6066397 A [0115]
- US 6175677 B [0115]
- US 6085009 A [0115]
- US 6215931 B [0115]
- US 6134363 A [0115]
- US 6381390 B [0115]
- US 6181857 B [0115]
- US 6314224 B [0115]
- US 6334016 B [0115]
- US 6321012 B [0115]
- US 6321014 B [0115]
- US 6210802 B [0115]
- US 6493491 B [0115]
- US 7346244 B [0115]
- US 6658184 B [0115]
- US 6603908 B [0115]
- US 7045010 B [0115]
- US 6749446 B [0115]
- US 6922515 B [0115]
- US 6618538 B [0115]
- US 7322122 B [0115]
- US 6912347 B [0115]
- US 6941049 B [0115]
- US 7162128 B [0115]
- US 20080292262 A [0115]
- EP 1921478 A1 [0115]
- US 7570852 B, Nothofer [0115]
- US 20080037942 A1, Tatat [0115]
- US 20090041414 A1 [0115]
- US 20090003781 A1, Parris [0115]
- US 20090003779 A1, Parris [0115]
- US 20090214167 A1 [0115]
- US 46696509 A, Tatat [0115]
- US 50653309 A [0115]
- US 55705509 A, Barker [0115]
- US 55708609 A [0115]
- US 55839009 A [0115]
- US 61469209 A, Overton [0115]
- US 61475409 A, Overton [0115]
- US 61500309 A [0115]
- US 61510609 A, Overton [0115]
- US 61569809 A, Overton [0115]
- US 61573709 A [0115]

10