



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 292 672**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02022905 .0**

86 Fecha de presentación : **10.10.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1308763**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.05.2003**

54 Título: **Tubo de protección para utilizar con cables ópticos proporcionando fácil acceso a las fibras ópticas.**

30 Prioridad: **02.11.2001 US 985398**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **Draka Comteq B.V.**
De Boelelaan 7
1083 HJ Amsterdam, NL

72 Inventor/es: **Risch, Brian G. y**
Witt, Geoff

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 292 672 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

Tubo de protección para utilizar con cables ópticos proporcionando fácil acceso a las fibras ópticas.

5 Antecedentes

La presente invención se refiere en general al ámbito de los cables de fibra óptica. Más concretamente, la presente invención se refiere a un nuevo sistema de construcción de tubos de protección para cables de fibra óptica que permite acceder a las fibras ópticas que se encuentran en el interior de un tubo de protección, reduciendo al mismo tiempo el riesgo de dañar las fibras, como sucede a veces al cortar la capa exterior del tubo de protección.

Comentarios sobre la técnica anterior

Los cables de fibra óptica se vienen utilizando desde hace muchos años para transmitir información a elevada velocidad y a muy largas distancias. El medio de transmisión del cable de fibra óptica consiste en delicadas fibras ópticas. Normalmente, estas fibras ópticas se encuentran en el interior de un tubo de protección o en un tubo protector. En adelante, en aras de la simplicidad, los tubos de protección también incluirán los tubos protectores. Los tubos de protección protegen las fibras ópticas que se encuentran en su interior. El tubo de protección puede estar construido con un solo material o con una combinación de dos o más materiales (véase, por ejemplo, JP 10232333 o JP 11231184).

En muchos diseños de cable de fibra óptica, resulta deseable disponer de un tubo de protección fabricado con un material que tenga un elevado módulo de Young. La utilización de un material con módulo de Young elevado da como resultado un cable con un tubo de protección o protector con unas capacidades de resistencia a tensión y a compresión relativamente altas, un rasgo que resulta útil a la hora de proteger las fibras ópticas cuando el cable se retuerce, se estira o se comprime. Igualmente, es importante seleccionar un material para el tubo de protección que tenga un coeficiente de dilatación térmica bajo. Un excesivo encogimiento o expansión del tubo de protección, provocados por los cambios de temperatura, podrían imponer cargas de tensión o compresión a las fibras ópticas alojadas en su interior. Unas elevadas cargas de tensión o compresión pueden acabar dañando o rompiendo las fibras ópticas.

Los diseños conocidos de tubos de protección, tanto monocapa como de capas múltiples, presentan como desventaja adicional la dificultad que representa el acceso a las fibras ópticas que se encuentran en medio de su luz. Este problema se ve exacerbado por la reciente tendencia en el diseño de fibras ópticas a empaquetar un número mayor de fibras ópticas en tubos de protección más pequeños. A medida que aumenta la densidad de fibras en el interior del tubo, disminuye el espacio libre en el interior del tubo, y es más probable que las fibras ópticas se dañen cuando el tubo de protección se abre con una herramienta cortante.

Las herramientas cortantes para acceder al medio de la luz de tubos de protección suelen estar diseñadas de forma que las cuchillas efectúan el corte a través de la pared de tubo de protección y abarcan tan sólo una distancia limitada en el interior de la cavidad del tubo. La finalidad de fabricar una herramienta con una profundidad de corte cuidadosamente controlada consiste en acceder al interior del tubo de protección provocando un daño mínimo en las fibras. De hecho, algunas herramientas recientes están diseñadas de forma que las hojas sólo corten parcialmente la pared de tubo. A continuación, el tubo se somete a tensión, bien a mano o mediante una herramienta, de forma que se rompa la porción restante de la pared. No obstante, este procedimiento puede resultar difícil, debido a que los materiales con los que están fabricados los tubos de protección no suelen romperse con facilidad, a fin de ajustarse a las limitaciones de diseño que se han comentado anteriormente.

Por tanto, se trata de conseguir un tubo de protección mejorado que permita acceder eficazmente a las fibras ópticas que se en el interior en medio de su luz, sin dañar la fibra y de forma que se satisfagan las limitaciones estructurales necesarias para las paredes de los tubos de protección.

50 Resumen de la invención

La presente invención está diseñada para superar las limitaciones inherentes a la utilización de tubos de protección y técnicas de acceso a las fibras en medio de su luz pertenecientes a la técnica anterior. La presente invención se define en las reivindicaciones 1 y 8, y ofrece un diseño de tubo de protección que permita un acceso mejorado a las fibras situadas en medio de su luz, que sea más resistente y que tenga bajo coste. Esto se logra creando un tubo de protección con dos capas, con una capa interior susceptible a corte y una capa superior con susceptibilidad a corte mucho menor y una mayor resistencia, en comparación con la capa interior.

La susceptibilidad a corte, como comprenderá cualquier persona versada en la materia, es una propiedad de un material que se refiere a la facilidad con la que un corte o una muesca efectuada en el material, continúa extendiéndose a través del material. Cuando en un material muy susceptible a corte se realiza un corte este se extenderá a través del material con poca o ninguna intervención física por parte del usuario.

Existe una relación inversa entre la susceptibilidad a corte y el esfuerzo que es necesario hacer para que un corte se extienda. Un material con un gradiente de susceptibilidad a corte, en el cual la susceptibilidad a corte aumenta en dirección al centro, requerirá un menor esfuerzo para propagar un corte hacia el centro, con respecto a la parte exterior del material.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, la pared de tubo de protección puede ser de una sola capa, con una susceptibilidad a corte creciente en dirección de la pared interior del tubo de protección. Una realización de esta invención incluye un material polimérico celular o espumado con una mayor densidad celular en dirección a la superficie interior de la pared de tubo de protección.

Se utiliza una herramienta de corte con hojas para cortar la porción exterior (menos susceptible a corte) del tubo de protección. La porción interior del tubo de protección puede partirse entonces con poco esfuerzo, debido a la elevada susceptibilidad a corte de la porción interior del tubo de protección. De este modo es posible reducir en gran medida el riesgo de daño en las fibras ópticas cuando se accede a las fibras ópticas del centro de su luz.

La invención se comprenderá más claramente si se hace referencia a la siguiente descripción detallada, en conjunción con las figuras adjuntas.

Breve descripción de las figuras

Las figuras, que no están a escala, incluyen:

La figura 1 es una sección en corte, vista en perspectiva, de un cable de fibra óptica fabricado con el tubo de protección de la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de susceptibilidad a corte que muestra el perfil de susceptibilidad a corte de un tubo de protección de acuerdo con dos realizaciones de la presente invención; y

La figura 3 es una vista en sección transversal de un tubo de protección de acuerdo con la presente invención que ha sido cortado en la forma descrita en el presente documento, de forma que la pared exterior del tubo de protección está completamente seccionada, pero la pared interna del tubo de protección está cortada tan sólo parcialmente.

Descripción detallada de la presente invención

La presente invención, de acuerdo con la primera realización, contempla un tubo de protección con una pared de tubo de protección dividida en dos capas. La capa interior, que es la que se encuentra más próxima a las fibras ópticas, es más susceptible a corte que la capa exterior. Está previsto que pueda efectuarse un corte a través de toda la capa exterior, pero que sólo afecte parcialmente a la capa interior. Debido a su relativamente alta susceptibilidad a corte, el corte practicado en la capa interior se extiende con facilidad a través de la capa interior, de forma que el contenido de fibra óptica del tubo de protección quede expuesto fácilmente. La capa exterior del tubo de protección rodea la parte exterior de la capa interior del tubo de protección y aporta una gran parte de las propiedades estructurales y de barrera que suelen requerir las paredes del tubo de protección.

En una realización preferida, se utiliza la extrusión de la doble capa para fabricar un tubo de protección de doble capa con una capa interior y otra exterior. La capa exterior puede estar compuesta por un material que tenga una susceptibilidad a corte relativamente alta, tal como un elastómero termoplástico o poliolefina blanda, que es susceptible a corte.

La pared externa del tubo de protección de la realización de doble capa de la presente invención puede estar formada por diversos materiales convencionales. Entre los materiales utilizados con mayor frecuencia para fabricar tubos de protección para proteger las fibras ópticas de un cable de telecomunicaciones se incluyen el cloruro de polivinilo (PVC) plastificado, el teraftalato de polibutileno (PBT), la poliamida de policarbonato (PC), tal como el Nylon-12 y diversas poliolefinas, por ejemplo. Estos y otros ejemplos adecuados se describen en detalle en las patentes estadounidenses números 6215931, 5574816 y 5911023.

La pared interna del tubo de protección debería tener una susceptibilidad a corte superior a la de la pared exterior. Entre los ejemplos de los materiales adecuados para la porción interna, destacan los elastómeros termoplásticos y las poliolefinas flexibles o blandas, incluyendo opcionalmente rellenos, tales como talco. Otros rellenos que pueden utilizarse incluyen, por ejemplo, rellenos orgánicos o inorgánicos, como el carbonato cálcico, el negro de carbón, el trihidruro de aluminio, el hidróxido de magnesio u otros rellenos que puedan controlar las propiedades físicas, tales como coeficiente de dilatación térmica, módulo de elasticidad, elongación hasta ruptura y retardo a llama.

De acuerdo con otra realización, pueden fabricarse una o más capas del tubo de protección mediante extrusión de un tubo a partir de un polímero, que opcionalmente puede tener incorporado un agente nucleante. Entre los ejemplos de agentes nucleantes pueden citarse materiales inorgánicos, sales o ácidos alifáticos monobásicos o di-básicos, ácidos de aralquil o metales alcalinos o sales de aluminio de ácidos carboxílicos alicíclicos o aromáticos. Al menos una de las capas del tubo de protección de doble capa puede fabricarse, por ejemplo, mediante la co-extrusión de un copolímero de polipropileno de polietileno con un agente nucleante distribuido en su interior. La cantidad de agente nucleante se encuentra preferiblemente en el rango de aproximadamente un 0,05 a un 2,0 por ciento en peso. El agente nucleante permite que el polímero extruido, en este ejemplo copolímero de polipropileno-polietileno, cristalice a una velocidad sustancialmente superior que un copolímero de polietileno-propileno sin nuclear. La mayor velocidad de cristalización "bloquea" la estructura cristalina del polipropileno-polietileno, lo que a su vez, reduce el encogimiento posterior a la

ES 2 292 672 T3

extrusión de la capa de polipropileno-polietileno del tubo de protección multicapa. La utilización de agentes nucleantes en este contexto se recoge en la patente estadounidense número 6066397.

También pueden añadirse, por ejemplo, materiales tales como talco, fibra de vidrio o esferas de vidrio como materiales de relleno de un polímero nucleado con anterioridad a la extrusión de un tubo de protección para modificar adicionalmente las propiedades físicas, como resistencia, encogimiento y flexibilidad del tubo extrudido resultante.

De acuerdo con otra realización preferida, el tubo de protección de la presente invención puede tener una pared de tubo formada por un polímero espumado. Los polímeros espumados y el proceso de espumado de polímeros se describen en la patente estadounidense número 6066397. Un tubo de protección de acuerdo con esta realización puede consistir, por ejemplo, en polietileno espumado, polipropileno espumado, copolímero de polipropileno espumado, o mezclas espumadas que contengan dos o más de los componentes siguientes: polietileno, poliestireno y polipropileno. Para conseguir la relativamente elevada susceptibilidad a corte de la porción interior de la pared de tubo en comparación con la porción exterior, la porción interior es más celular, es decir, menos densa que la porción exterior. La densidad del material espumado que incluye la porción interior puede reducirse aproximadamente a un 30% de la densidad del material con anterioridad al espumado. En el proceso de espumado, en el que intervienen fluidos supercríticos, el material puede espumarse a una densidad del 10% de la densidad del material con anterioridad al espumado. Un ejemplo de la gama de densidades a lo largo de la anchura de la pared de tubo de protección para una realización representativa estaría situada entre aproximadamente 0,99 g/cc para la porción exterior y aproximadamente 0,4 g/cc para la porción interior de la pared de tubo de protección.

Una realización de la presente invención en la que se utiliza un polímero espumado utiliza un tubo de protección de doble capa con una capa interior celular y una capa exterior no celular. Uno de dichos materiales celulares es polipropileno nucleado celular (espumado) modificado por impacto (es decir, copolímero nucleado de etileno-propileno). Este y otros materiales similares pueden fabricarse de acuerdo con el siguiente proceso.

Un polímero, preferiblemente un homopolímero, copolímero o terpolímero de polipropileno, o una mezcla de polímeros que contengan polipropileno, se suministra a un extrusor, que mezcla y funde el polímero. Puede añadirse un agente químico o físico de soplado para coadyuvar al espumado. Si se utiliza un agente químico de soplado puede dosificarse durante la extrusión final, o mezclarse con el material de la camisa con anterioridad a la fase de extrusión final. Si se utiliza un material premezclado debería utilizarse un agente químico de soplado adecuado, de forma que el material pueda mezclarse a una temperatura lo suficientemente baja como para que el agente de soplado no se active durante la mezcla inicial, sino que el tratamiento posterior a una temperatura ligeramente más elevada favorezca el espumado. Entre los agentes químicos de soplado más adecuados se encuentran las azodicarbonamidas, semicarbácidas e hidracidas. Aunque los agentes químicos de soplado puedan resultar ventajosos, los agentes físicos de soplado, como los agentes de soplado de fluido supercrítico o el gas a presión, pueden aportar la ventaja de una estructura espumada microcelular uniforme. Entre los ejemplos de agentes físicos de soplado que pueden utilizarse se encuentra el anhídrido carbónico supercrítico, el nitrógeno gaseoso a alta presión o cualquier otro fluido supercrítico o gas a presión adecuado.

Los materiales a espumar se mezclan y después fluyen a la cruceta, donde se desvía el caudal y el material fundido adopta su forma de sección transversal tubular. Cuando el material fundido extruido se expone a una presión inferior, los gases disueltos generados por los agentes de soplado químicos o físicos escapan de la solución en forma de burbujas de gas, se nuclean y crecen. El proceso de nucleación en burbujas y de crecimiento da como resultado un material celular o espumado. El extrusor tiene preferiblemente una proporción Longitud/Diámetro de 24:1 a 30:1, con un diámetro de rosca de 1½" a 3". Las temperaturas de tratamiento pueden seguir un perfil de extrusor similar al siguiente:

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Cabeza	Molde
350° F (176,6° C)	380° F (193° C)	400° F (204° C)	420° F (215,5° C)	420° F (215,5° C)	420° F (215,5° C)	400° F (204° C)

No obstante, dado que el agente de soplado y los materiales poliméricos pueden ser variados, así como el propio extrusor, cualquier persona medianamente versada en la materia observará que los perfiles de temperatura del extrusor pueden variar considerablemente con respecto a la realización preferida. La presente realización preferida puede tener diferentes perfiles de temperatura del extrusor, en función de los diversos caudales y presiones.

La dispensadora, el separador y el rodillo de presión gestionan el tubo extruido, asegurándose de que el tubo de protección extruido se somete a tracción a una velocidad y tensión constantes. A continuación, el material del tubo de protección celular se enfría, por ejemplo, en agua corriente. El resultado será un material celular de la pared de tubo de protección.

El polímero utilizado para fabricar el material de la pared de tubo de protección celular puede ser también polietileno. Puede utilizarse cualquier material polimérico espumable en la presente invención, siempre que muestre unas propiedades físicas adecuadas. Por ejemplo, si el tubo de protección va a estar expuesto a calor, algunos de los factores

ES 2 292 672 T3

a tener en cuenta serán la dilatación y la contracción del material del tubo. En este ejemplo, puede preferirse al polietileno de alta densidad (“HDPE”) al polietileno de densidad media (“MDPE”) o al polietileno lineal de baja densidad (“LLDPE”), debido a su más favorable coeficiente de dilatación térmica. El polipropileno nucleado por impacto es el más preferido, debido a que muestra un coeficiente de dilatación térmica (“CTE”) aún más bajo. Como resultado de tener un CTE inferior, el material se expandirá y contraerá menos que el LLDPE, el MDPE o el HDPE. Los diversos coeficientes de expansión térmica (1/°C a 23°C) son los siguientes:

Polipropileno nucleado de impacto 6×10^{-5}

10 Polietileno $1,1-1,8 \times 10^{-4}$

Por lo tanto, el polipropileno puede ser uno de los polímeros preferidos para fabricar la capa interior celular del tubo de protección de la presente invención, aunque pueden utilizarse otros polímeros, tales como polietileno, poliuretano, poliestireno y virtualmente cualquier polímero espumable o mezcla de polímeros, copolímero o terpolímero, para construir una pared interior celular del tubo de protección, como observará cualquier persona medianamente versada en la materia.

La figura 1 muestra un ejemplo de un cable de fibra óptica al que se incorpora el nuevo diseño de tubo de protección de la presente invención. Específicamente, esta estructura de cable 10 tiene un tubo protector o tubo de protección 12 relleno de gel con una capa interior susceptible a corte 12a y una capa exterior 12b con baja susceptibilidad a corte en comparación con la capa interior. Como se ha comentado anteriormente, entre los ejemplos de materiales adecuados para la capa interior 12a se incluyen poliolefinas flexibles o blandas, incluyendo opcionalmente rellenos como el talco. Otros rellenos que pueden utilizarse incluyen, por ejemplo, rellenos orgánicos o inorgánicos, como el carbonato cálcico, el negro de carbón, el trihidruro de aluminio, el hidróxido de magnesio u otros rellenos que puedan controlar las propiedades físicas, como el coeficiente de dilatación térmica, módulo de elasticidad, elongación hasta la ruptura y retardo a llama.

La capa exterior 12b del tubo de protección puede estar compuesta por un material como un copolímero de polipropileno nucleado por impacto con un elevado módulo. Entre otros materiales adecuados se incluyen el cloruro de polivinilo (PVC) plastificado, el teraftalato de polibutileno (PBT), la poliamida de policarbonato (PC), como el Nylon-12 y diversas poliolefinas, por ejemplo.

Aunque no resulte crítico para la invención, suele proporcionarse un gel para el tubo de protección. Por ejemplo, puede utilizarse un gel que sea tixotrópico e hidrófobo, como un gel mineral o gel de petróleo. El tubo de protección 12, relleno de gel contiene una pluralidad de fibras ópticas. Unas hebras 16 para dotar de refuerzo radial, fabricadas a base de aramida, polietileno, poliéster o fibra de vidrio están trenzadas a contra-hélice en torno al tubo de protección 12 y están impregnadas con el compuesto de relleno, como un compuesto de relleno fundido en caliente a base de petróleo. Puede aplicarse una armadura de acero corrugado 18 sobre las hebras de refuerzo radial 16, y la armadura de acero corrugado 18 puede llenarse con cualquier compuesto hidrófobo de relleno, tal como el compuesto de relleno fundido en caliente a base de petróleo fabricado por Witco Corporation, Nueva York, N.Y. o Amoco Chemical Company, Chicago, o un compuesto de relleno a base de petróleo. Bajo la armadura 18 puede aplicarse un cordón de rasgado 20 de alta resistencia para ayudar a retirar la camisa. Dos elementos de refuerzo 22 se encuentran situados con una separación de 180 grados en la parte exterior de la armadura corrugada 18. Los elementos de refuerzo 22 pueden estar fabricados en acero o plástico reforzado por fibra. Una camisa exterior 24, fabricada, por ejemplo, con polietileno de densidad media (MDPE) encapsula los elementos de refuerzo 22 y la armadura corrugada 18 para completar la estructura. El compuesto de relleno hidrófobo 19 se sitúa entre la armadura corrugada 18 y la camisa exterior 24.

La realización que acaba de describirse sirve simplemente como ejemplo de estructura de cable de fibra óptica con el tubo de protección para el cual puede utilizarse la presente invención. Las personas versadas en la materia podrán observar que la presente invención puede ser susceptible de cambios.

Por ejemplo, de acuerdo con una realización alternativa, el tubo de protección consta de una sola pared cuya susceptibilidad a corte va aumentando desde su parte exterior a su parte interior. Por ejemplo, cuando se utiliza un material celular se proporciona un gradiente de densidad celular a través de la pared de tubo de protección, por lo que la parte más exterior del tubo de protección tiene un carácter muy poco celular y la parte interior es muy celular. Esta realización de la invención puede realizarse extrudiendo un solo tubo con una mayor nucleación hacia el interior de la pared de tubo. La porción interior del tubo de protección resultante es más celular que la porción superior. El resultado es una mayor susceptibilidad a corte hacia la porción interior de la pared de tubo.

El presente tubo de protección puede fabricarse extrudiendo un tubo a partir de un polímero con un agente nucleante incorporado a él. La densidad celular a través del tubo de protección puede conseguirse, por ejemplo, añadiendo un agente nucleante con un gradiente correspondiente al gradiente de densidad celular requerido. Entre los ejemplos de agentes nucleantes pueden citarse materiales inorgánicos, sales o ácidos alifáticos monobásicos o di-básicos, ácidos de aralquil o metales alcalinos o sales de aluminio de ácidos carboxílicos alicíclicos o aromáticos. El agente nucleante permite que el polímero extruido, en este ejemplo copolímero de polipropileno-polietileno, cristalice a una velocidad sustancialmente superior que un copolímero de polietileno-propileno no nucleado. Pueden utilizarse otros métodos para conseguir un gradiente de densidad celular a través de la pared de tubo de protección, tal como utilizando una

ES 2 292 672 T3

herramienta de extrusión específica, extruyendo el material con un diferencial de temperatura, o insertando un agente de soplado de forma que la concentración de dicho agente de soplado aumente hacia la porción interior de la pared de tubo.

5 La figura 2 es un diagrama que muestra el perfil de susceptibilidad a corte de las paredes de un tubo de protección de acuerdo con dos realizaciones de la presente invención.

10 El perfil de la derecha corresponde a una realización previamente comentada en la figura 1, en la que se utilizan dos capas independientes para formar la pared de tubo de protección, incluyendo una capa interior susceptible a corte 12a y una capa exterior 12b con menor susceptibilidad a corte comparada con la capa interior 12a. Las distintas susceptibilidades a corte de las dos capas vienen indicadas por el perfil de susceptibilidad a corte, que es una función intermedia.

15 En el perfil de la izquierda, la susceptibilidad a corte aumenta de manera continua desde la superficie exterior del tubo 15 en dirección a la superficie interior 16 de la pared de tubo, como se ha comentado anteriormente. De este modo, el tipo de revestimiento de esta realización incluye una sola capa con una susceptibilidad a corte relativamente alta en dirección a la superficie interior 16 de la pared de tubo de protección que en una realización se corresponde con una elevada densidad celular del polímero espumado. Como muestra el perfil de la izquierda, la superficie exterior del tubo de protección 15 tiene una menor susceptibilidad a corte con respecto a la pared de tubo de protección en la proximidad de la superficie interior, que se corresponde con una región con una baja densidad celular.

20 La figura 3 muestra la incisión contemplada por la presente invención, que permitiría acceder a las fibras ópticas de su interior. Se efectúa un corte 13 completo a través de la capa exterior 12b. El corte 13 se extiende solamente a través de una reducida distancia en la capa interior susceptible a corte 12a. Debido a la susceptibilidad a corte de la capa interior 12a, una vez efectuado el corte, puede hacerse que dicho corte se extienda a través de la capa interior más susceptible a corte 12a, dejando expuesto el contenido del tubo de protección sin arriesgarse a cortar las fibras ópticas.

25 Igualmente, se prevé que con el tubo de protección de una sola capa pueda efectuarse parcialmente un corte en dicha capa, de forma que pueda hacerse que se extienda con facilidad a través del resto de la capa.

30 Por supuesto, cualquier persona versada en la materia observará que pueden introducirse variaciones en los materiales iniciales, herramientas y parámetros de procesamiento anteriormente mencionados sin apartarse del ámbito de la presente invención, tal y como se define en las reivindicaciones.

35 En general, la resistencia a la compresión de los tubos de protección fabricados de acuerdo con la presente invención puede determinarse utilizando el procedimiento recogido en ASTM D695-90. También puede encontrarse una discusión más detallada de las pruebas de resistencia a la compresión en un artículo de P.E. Neveux y W.H. Hatton titulado "Designing compression resistance in loose tube cables", publicado en Wire and Cable Symposium Proceedings, 1987, páginas 656 a 661.

40 La presente invención contempla que cualesquiera materiales conocidos puedan ser útiles para fabricar una capa de tubos de protección de capas múltiples puedan utilizarse como capa en combinación con una segunda capa fabricada de acuerdo con la presente invención, en la medida en que el tubo de protección presente una elevada susceptibilidad a corte en la proximidad al interior de la pared de tubo de protección, en comparación con la porción exterior de la pared de tubo de protección. De este modo, en la descripción que antecede y en las ilustraciones adjuntas puede apreciarse que la presente invención proporciona un tubo de protección eficaz para albergar medios de transmisión de fibra óptica, así como un método eficaz para su fabricación. El tubo de protección y el método para su fabricación representan una sustancial mejora con respecto a la técnica anterior. En comparación con esta técnica anterior, los tubos de protección fabricados de acuerdo con la presente invención proporcionan un tubo de protección al que es más fácil acceder sin provocar daños ni atenuación en la fibra.

Referencias citadas en la descripción

55 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.

Documentos de patente citado en la descripción

- 60
- JP 10232333 B [0002]
 - US 5574816 A [0016]
 - JP 11231184 B [0002]
 - US 5911023 A [0016]
 - 65 • US 6215931 B [0016]
 - US 6066397 A [0018] [0020]

REIVINDICACIONES

1. Tubo de protección (12) para ser utilizado en un cable de fibra óptica, siendo dicho tubo de protección:

5 un tubo con una pared tubular, teniendo dicha pared superficies interior y exterior;

10 en el que una porción interior (12a) de la pared de tubo, más próxima a la superficie interior, está fabricada con un material que tiene una susceptibilidad a corte superior a la de una porción exterior (12b) de la pared de tubo, más próxima a la superficie exterior, **caracterizado** porque dicho tubo de protección (12) contiene una pluralidad de fibras ópticas (14) que se encuentran dispuestas sueltas en dicho tubo de protección (12), donde en dicho tubo de protección (12) puede introducirse un gel.

15 2. Tubo de protección (12) según la reivindicación 1, en el que la pared de tubo se forma a partir de un copolímero de polipropileno nucleado por impacto.

3. Tubo de protección (12) según la reivindicación 1, en el que la pared de tubo se forma a partir de un polímero espumado.

20 4. Tubo de protección (12) según la reivindicación 1, en el que la pared de tubo se forma a partir de un polímero espumado, siendo el polímero un miembro seleccionado de entre el grupo consistente en polipropileno, poliestireno, polietileno, copolímero de polipropileno, copolímero de poliestireno-polipropileno y copolímero de poliestireno.

25 5. Tubo de protección (12) según la reivindicación 1, en el que la pared de tubo se forma a partir de un polímero espumado, en el que la pared de tubo más próxima a la superficie interior tiene una elevada densidad celular en comparación con la densidad celular de la pared de tubo más próxima a la superficie exterior de la pared de tubo.

30 6. Tubo de protección (12) según la reivindicación 1, en el que la pared de tubo incluye dos capas: una capa interior, correspondiente a la porción interior (12a); y una capa exterior, correspondiente a la porción exterior (12b) y que rodea la capa interior, en el que la capa interior tiene una mayor susceptibilidad a corte en comparación con la capa exterior.

7. Tubo de protección (12) según la reivindicación 1, en el que la capa inferior se forma a partir de una poliolefina, y la capa exterior se forma a partir de un copolímero de polipropileno nucleado por impacto.

35 8. Método para acceder a fibras ópticas (14) del centro de la luz de un tubo de protección (12) que comprende las siguientes etapas:

40 a. proporcionar un tubo de protección (12) a utilizar en un cable de fibra óptica, siendo dicho tubo de protección un tubo con una pared de tubo, teniendo dicha pared unas superficies interior y exterior, conteniendo dicho tubo de protección (12) una pluralidad de fibras ópticas (14) que se encuentran dispuestas sueltas en el interior de dicho tubo de protección (12), donde en dicho tubo de protección (12) puede introducirse un gel,

45 en el que la pared de tubo más próxima a la superficie interior está compuesta por un material con una susceptibilidad a corte superior a la de la pared de tubo más próxima a la superficie exterior;

b. realizar un corte (13) en la pared de tubo, extendiéndose dicho corte tan sólo parcialmente a través de la pared de tubo; y

50 c. rasgar manualmente la porción restante de la pared de tubo de protección, dejando expuesto de este modo el contenido de dicho tubo (12).

9. Método según la reivindicación 8, que incluye adicionalmente la etapa de utilizar una herramienta para efectuar un corte (13) en una porción del tubo con menor susceptibilidad a corte, y en el que dicho corte no se extiende por completo a través de la pared de tubo.

55 10. Cable de fibra óptica, que incluye:

60 uno o más tubos de protección (12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, un elemento rígido de refuerzo (22) situado en el exterior del tubo o tubos de protección (12) y una camisa de cable (24) que rodea el tubo o tubos de protección (12).

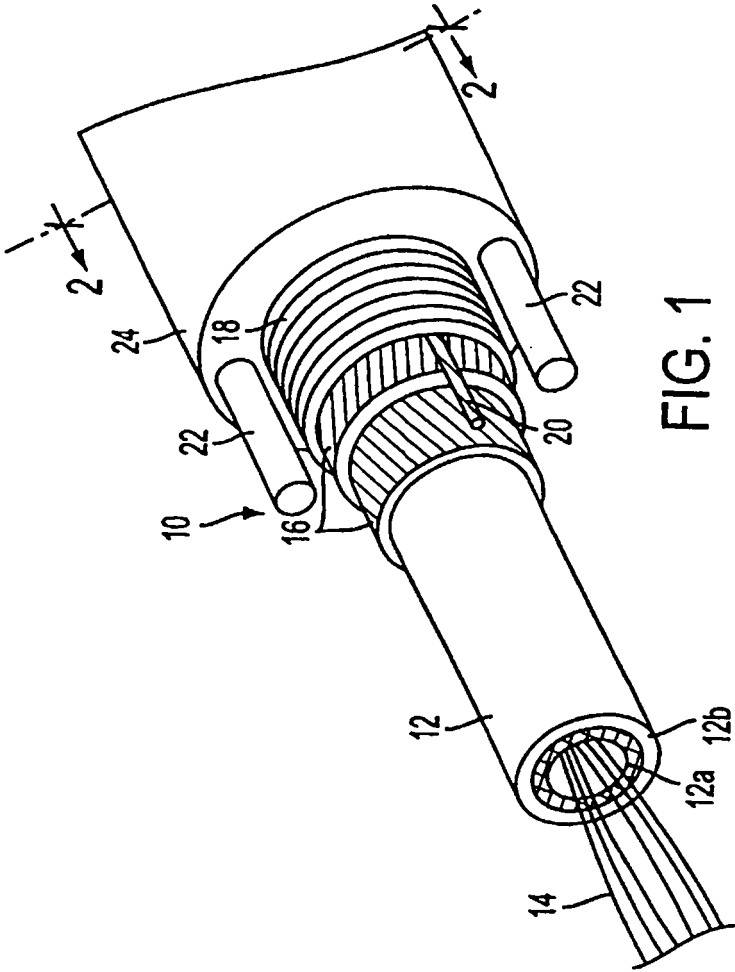


FIG. 1

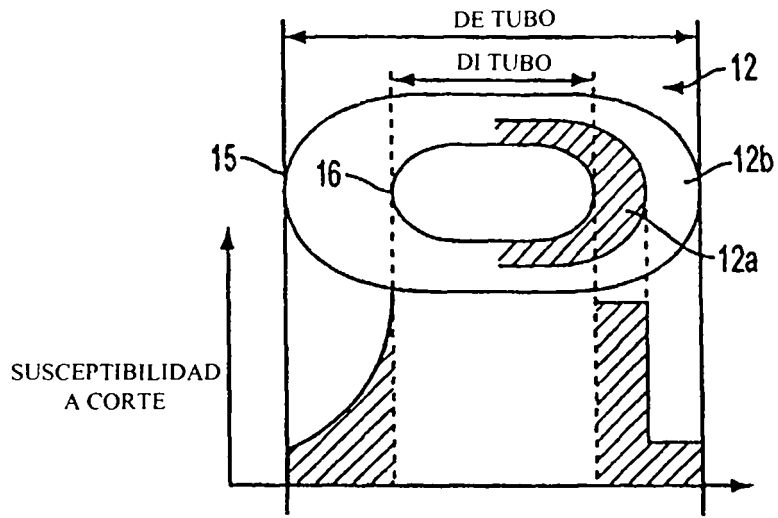


FIG. 2

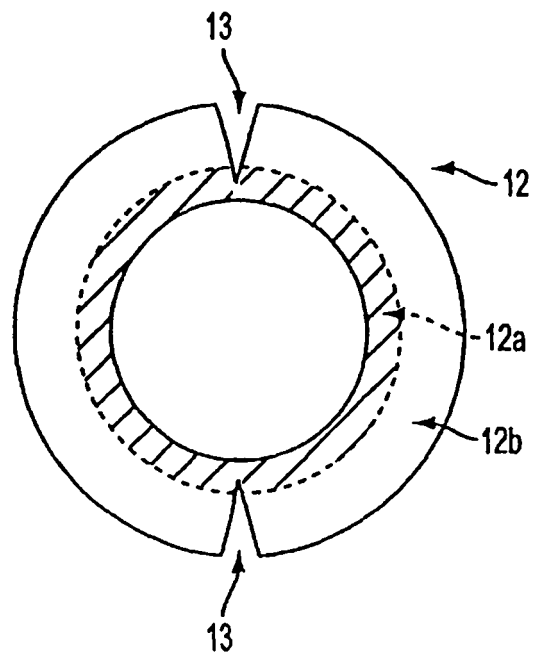


FIG. 3