



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 345 037**

51 Int. Cl.:  
**G02B 6/44** (2006.01)  
**C08L 23/14** (2006.01)  
**C08F 210/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02745302 .6**  
96 Fecha de presentación : **21.05.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1419409**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2004**

54 Título: **Cable de fibra óptica con componente polimérico de dimensiones estables.**

30 Prioridad: **30.05.2001 EP 01113193**  
**01.06.2001 US 294574 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.09.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.09.2010**

73 Titular/es: **PRYSMIAN S.p.A.**  
**Viale Sarca 222**  
**20126 Milano, IT**

72 Inventor/es: **Castellani, Luca;**  
**Maritano, Mauro y**  
**Brandi, Giovanni**

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 345 037 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).

# ES 2 345 037 T3

## DESCRIPCIÓN

Cable de fibra óptica con componente polimérico de dimensiones estables.

5 La invención se refiere a un cable de fibra óptica que comprende un componente de material polimérico que tiene, en particular, una estabilidad de las dimensiones mejorada, y a dicho componente de cable de fibra óptica. Más en particular, dicho componente de cable tiene preferiblemente la forma de un tubo de material polimérico que comprende al menos una fibra óptica alojada en el mismo.

10 Como se menciona en la patente de EE.UU. nº 5.911.023, cuando se diseña la estructura del cable, es importante asegurar que las tensiones inducidas por el procedimiento o construcción relacionadas con la producción del cable no interfieren en el comportamiento de la fibra óptica. Para los componentes extrudidos, tales como los tubos protectores que contienen fibras ópticas, malas propiedades de flexibilidad, resistencia a la compresión-tensión y térmicas pueden dar como resultado una reducción en la eficacia total de las fibras ópticas y tensiones residuales en el producto acabado.

15 De acuerdo con la patente citada antes, aunque los tubos protectores de fibras ópticas se han hecho principalmente de resinas diseñadas (tales como poli(tereftalato de butileno) (PBT), policarbonato, poliamidas), el uso de tubos protectores de poliolefina se ha hecho cada vez más atractivo.

20 Por ejemplo, el documento US 5.574.816 da a conocer un tubo protector para un cable de fibra óptica hecho de una resina de copolímero de propileno-etileno que tiene agentes de nucleación y materiales de relleno distribuidos en el mismo. Los agentes de nucleación y los materiales de relleno mejoran la resistencia a la compresión-tensión y las propiedades de expansión térmica del tubo protector de polipropileno-polietileno; además, se observa una baja contracción que no afecta negativamente a la flexibilidad y al coste. Los ejemplos de materiales adecuados para hacer  
25 los tubos protectores son Stamylan 83E10N, una resina de polipropileno producida por DSM Engineering Plastics of Geleen, Países Bajos, que tiene aproximadamente 11 por ciento en peso de polietileno y 0,4 por ciento en peso de agente de nucleación talco.

30 El documento US 5.911.023 citado antes describe componentes de la fibra óptica, tales como un tubo protector, una cubierta de polímero o un centro acanalado, hecho de poliolefina termoplástica, preferiblemente un homopolímero de propileno o etileno o un copolímero de propileno-etileno, caracterizado por un índice de flujo en fundido (MFI) mayor que 3 y en el que se distribuye en el mismo un agente de nucleación, que da como resultado mejoras sustanciales en la cristalinidad del tubo protector y tasas de cristalización, así como una contracción después de extrusión reducida y mejor resistencia al aplastamiento, compatibilidad con gel y control de la longitud de la fibra.

35 El documento 5.751.880 se refiere a una unidad óptica para un cable de telecomunicaciones de fibra óptica, unidad que comprende un tubo de material plástico, preferiblemente polietileno, polipropileno o poli(cloruro de vinilo) que tiene un módulo de elasticidad menor que 1500 MPa a 20°C y una curva de tensión/elongación sin un límite de elasticidad. Los materiales propuestos proporcionan tubos flexibles y elásticos para la unidad de fibra óptica, haciendo  
40 así que su manipulación sea más fácil. Debido a su flexibilidad, la unidad óptica tiene una "memoria" muy reducida facilitando así las operaciones de empalme en cables de estructura de tubo holgado trenzados.

45 El documento EP-A-1.024.382 da a conocer un elemento del cable de telecomunicaciones que tiene un elemento de transmisión dispuesto en un tubo protector hecho de material protector elastómero de poliolefina termoplástica, preferiblemente un copolímero de propileno-etileno, que tiene un módulo de elasticidad inferior a aproximadamente 500 MPa a temperatura ambiente e inferior a aproximadamente 1500 MPa a -40°C. Preferiblemente, la poliolefina tiene una elongación de rotura inferior a aproximadamente 500% y un MFI superior a aproximadamente 3. La flexibilidad del material elastómero se mantiene a lo largo de un amplio intervalo de temperatura; además, se observa la compatibilidad con materiales de relleno de geles bloqueadores de agua, tixotrópicos y de bajo coste.

50 La publicación de la solicitud de patente internacional nº WO 01/09658 describe un cable óptico submarino que comprende un tubo protector polímero, específicamente un poliéster, p. ej., poli(tereftalato de butileno), una poliolefina, p. ej., un homopolímero de etileno o propileno o un copolímero de etileno-propileno, o una poliamida, y un cuerpo hueco alargado, sustancialmente hermético y no deformable, en el que hay insertado al menos un elemento de refuerzo  
55 que se extiende longitudinalmente a lo largo de la longitud entera del tubo, en la pared periférica de dicho tubo hueco.

Los documentos WO97/19991, EP 0339804, y US 6.121.401 describen materiales extrudibles que comprenden una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>.

60 Sin embargo, los autores de la invención han observado que los materiales de poliolefina usados hasta ahora para la fabricación de los tubos protectores pueden ocasionar variaciones no deseables en la forma de los tubos protectores extrudidos. En particular, se ha observado que puede resultar difícil mantener la forma sustancialmente circular deseada del tubo protector extrudido. Después de la extrusión, el tubo protector se somete de hecho a una etapa de enfriamiento, normalmente sometiendo el tubo a enfriamiento con agua. Como observaron los autores de la invención, un posible enfriamiento no homogéneo (o diferencial) del tubo (p. ej., debido a una variación en el grosor de las  
65 paredes del tubo o debido a las diferentes temperaturas entre el fundido de polímero que forma el tubo y el material de relleno y/o las fibras ópticas contenidas en el mismo), puede determinar una variación incontrolable y no deseada de la forma del tubo. Aunque esta variación de la forma se puede producir en cualquier componente extrudido de un

## ES 2 345 037 T3

cable de fibra óptica que se somete a un enfriamiento diferencial, se hace más evidente cuando dicho elemento es un tubo protector, en particular si tiene un diseño no simétrico, por ejemplo un tubo protector que tiene un solo elemento de resistencia insertado en la pared periférica del tubo protector, tal como el que se describe en el documento WO 01/09658 citado antes.

Los autores de la invención ahora han encontrado que, seleccionado un material de poliolefina adecuado, en particular un copolímero de polipropileno con una  $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_8$ , se pueden evitar o al menos reducir sustancialmente las variaciones de forma anteriores del componente extrudido, en particular de un tubo protector que contiene fibras ópticas.

Como se usa en el presente documento y para los propósitos de la presente invención, la expresión "componente de cable de fibra óptica" o "componente (extrudido) de un cable de fibra óptica" se refiere a cualquier componente convencional que se pueda fabricar ventajosamente usando un material polimérico como se ha definido antes. Preferiblemente, estos componentes tienen al menos un elemento de refuerzo o pieza de resistencia insertado en el mismo. Preferiblemente, estos componentes son adecuados para recibir y alojar al menos una fibra óptica en los mismos. Por lo tanto, la expresión puede comprender vainas exteriores poliméricas para cables ópticos o cualquier vaina polimérica intermedia dispuesta para rodear la estructura interior de un cable de fibra óptica, preferiblemente aquellos en los que se dispone en los mismos al menos un elemento longitudinal de refuerzo (tal como un cable de acero o una varilla de fibra de vidrio). Preferiblemente, dicha expresión se refiere a aquellos componentes diseñados para alojar fibras ópticas en los mismos, tal como uno llamado "núcleo acanalado" o más preferiblemente un tubo protector. Preferiblemente, dicho tubo protector se dispone centralmente dentro de una estructura de cable y más preferiblemente comprende al menos un elemento de refuerzo longitudinal insertado en su pared periférica.

Como observaron los autores de la invención, el copolímero anterior tiene las ventajas adicionales de poderse extrudir a temperaturas relativamente más bajas y que da como resultado un componente que tiene mejor transparencia con respecto a las poliolefinas usadas en la técnica.

Una menor temperatura de extrusión del material permite, por ejemplo, una menor contracción de un relleno de tipo gelatina dispuesto en un tubo hecho de dicho material, con el consiguiente relleno mejorado de dicho tubo. Por otra parte, una mejor transparencia de un componente, en particular de un tubo protector hecho de dicho material, puede permitir una detección visual más fácil de las diferentes fibras ópticas alojadas en el mismo, así como una determinación visual más fácil de la cantidad de material de relleno contenido en el mismo.

De acuerdo con un primer aspecto, la invención se refiere a un cable de fibra óptica que comprende un componente de cable, en el que el componente de cable está hecho de un material polimérico que comprende un copolímero aleatorio cristalino de propileno con al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_8$ .

En particular, dicho material polimérico es un material termoplástico. Preferiblemente, dicho componente de cable está hecho sustancialmente de dicho copolímero.

De acuerdo con una realización preferida, dicho componente de cable es un tubo protector definido por una pared periférica de polímero que contiene al menos una fibra óptica alojada en el mismo. Preferiblemente, hay insertado un elemento de refuerzo longitudinal en dicha pared periférica de dicho tubo protector.

De acuerdo con otro aspecto, la presente invención se refiere a un componente de cable de fibra óptica hecho de un material polimérico que comprende un copolímero aleatorio cristalino de propileno con al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_8$ .

En la presente memoria descriptiva, la expresión " $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_8$ " significa una olefina de fórmula  $CH_2=CH-R$ , en la que R es un alquilo lineal o ramificado que contiene de 2 a 6 átomos de carbono. La  $\alpha$ -olefina se puede seleccionar, por ejemplo, de 1-buteno, 1-penteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 3,4-dimetil-1-buteno, 1-octeno y similares, o una mezcla de las mismas. Se prefiere en particular el 1-buteno para la implementación de la invención.

Preferiblemente, el copolímero contiene de aproximadamente 1% a aproximadamente 12%, más preferiblemente de aproximadamente 4% a aproximadamente 10% en peso de la  $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_8$ , con respecto al peso total del copolímero.

De acuerdo con una realización preferida, se distribuye un agente de nucleación en el material polimérico.

El agente de nucleación preferiblemente está en el intervalo de 0,05% a 1%, en particular de 0,1% a 0,5% en peso, con respecto al peso total del copolímero.

Preferiblemente, dichos agentes de nucleación son materiales inorgánicos, derivados de D-sorbitol, sales de ácidos alifáticos monobásicos o dibásicos, ácidos de aralquilo, o sales de metal alcalino o de aluminio de ácidos carboxílicos aromáticos o alicíclicos, talco o una mezcla de los mismos y similares. Se prefieren los derivados de D-sorbitol.

Los componentes extrudidos de las fibras ópticas, en particular los tubos protectores hechos del material polimérico definido antes, preferiblemente en combinación con los agentes de nucleación anteriores, pusieron de manifiesto propiedades de estabilidad dimensional ventajosas. Los autores de la invención observaron realmente que un tubo pro-

## ES 2 345 037 T3

ector de acuerdo con la invención presenta una estabilidad dimensional mejorada, en particular tras enfriar después de extrusión. La estabilidad dimensional del tubo significa que el tubo mantiene su forma sustancialmente circular, en particular cuando se enfría después de la extrusión.

5 Como se explica con detalle en la siguiente descripción, para ayudar a que el tubo mantenga su forma circular, el tubo se enfría preferiblemente en un baño de agua con presión negativa. Cuanto mayor es el vacío aplicado, mayor es la tendencia a la deformación del tubo. Por lo tanto, los materiales preferidos son aquellos que permiten extrudir un tubo de forma sustancialmente circular aplicando el menor vacío posible.

10 Un componente de cable que comprende un copolímero como se ha definido antes, además presenta una mayor transparencia que los hechos de materiales de poliolefinas convencionales, siendo la transmitancia del material polimérico que forma dicho componente superior a 70%, preferiblemente superior a 80%, medido en una capa de 1 mm de grosor de dicho material.

15 Una ventaja adicional que se puede obtener cuando se fabrica el cable de fibra óptica de acuerdo con la invención, se refiere a la posibilidad de adoptar temperaturas del procedimiento inferiores a las usadas con los materiales de poliolefinas convencionales.

20 Las peculiares características del componente de cable de fibra óptica de la invención hace que sea adecuado tanto para uso terrestre como submarino. En particular, cuando se desea realizar un cable de fibra óptica submarino que comprende un tubo protector central, se prefiere realizar un cable con un tubo protector que tenga un elemento de refuerzo tal como el tubo protector descrito en el documento WO 01/09658 citado antes, incorporado en el presente documento por referencia.

25 El tubo protector en la realización preferida de dicho documento WO 01/09658 se dispone centralmente y alineado con el eje central del cable de fibra óptica; debido sustancialmente a la presencia de dicho elemento de refuerzo, normalmente un alambre de acero insertado en la pared del tubo, el cable de fibra óptica presenta una pared periférica que tiene un grosor variable.

30 Por lo tanto, se pueden evitar las posibles deformaciones de dicho tubo tras enfriar después de la extrusión, usando un material polimérico de acuerdo con la presente invención para fabricar el tubo protector anterior.

Para una mejor comprensión de la invención se dan los siguientes dibujos:

35 Figura 1. Es una vista del corte transversal de un cable de acuerdo con la invención.

Figura 2. Es una vista del corte transversal de una realización alternativa de un cable de acuerdo con la invención.

40 Como se ha mencionado antes, la presente invención se refiere a un componente de cable de fibra óptica y a un cable de fibra óptica que comprende dicho componente, en el que dicho componente está hecho de un material polimérico que comprende un copolímero aleatorio cristalino de propileno con al menos una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>, como se ha definido antes, preferiblemente con un agente de nucleación, como se ha definido antes, distribuido en el mismo.

45 La  $\alpha$ -olefina de fórmula CH<sub>2</sub>=CH-R, en la R es un alquilo lineal o ramificado que contiene de 2 a 6 átomos de carbono, se puede seleccionar, por ejemplo, de 1-buteno, 1-penteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 3,4-dimetil-1-buteno, 1-octeno y similares, y combinaciones de los mismos, prefiriéndose en particular el 1-buteno.

50 Preferiblemente, el copolímero contiene de aproximadamente 1% a aproximadamente 12%, más preferiblemente de aproximadamente 4% a aproximadamente 10% en peso de la  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>, con respecto al peso total del copolímero.

Dicho copolímero tiene preferiblemente un punto de fusión de aproximadamente 140°C a aproximadamente 156°C; preferiblemente su punto de cristalización es de aproximadamente 90°C a 120°C, ambos medidos por DSC (Calorimetría diferencial de barrido) con una variación de temperatura de 10°C/min.

55 El contenido de fracciones insolubles en xileno a 25°C es preferiblemente mayor que aproximadamente 93%, más preferiblemente mayor que aproximadamente 95%.

60 Los ejemplos de copolímeros comerciales adecuados para la fabricación de un componente de fibra óptica de acuerdo con la presente invención son copolímeros aleatorios de propileno-buteno vendidos por Montell con los nombres comerciales Clyrell® o Moplen®, en particular Clyrell 721 RCXP, Clyrell 831 RCXP o Moplen Ultra 925 RCXP.

65 Preferiblemente, dicho copolímero tiene un índice de flujo en fundido (MFI) en el intervalo de 1 a 15, más preferiblemente de 1 a 10 g/10 min, medido a 190°C (ASTM 1238).

El material polimérico anterior que compone dicho componente debe tener un módulo de flexión suficientemente alto (procedimiento ISO 178) con el fin de impartir la protección deseada a las fibras ópticas alojadas en el mismo. Preferiblemente, dicho módulo es de al menos aproximadamente 500 MPa, preferiblemente al menos 800 MPa o

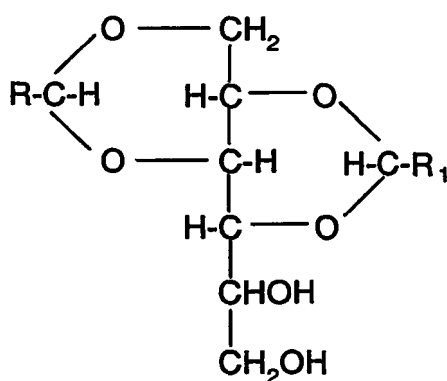
## ES 2 345 037 T3

mayor. Sin embargo, dicho módulo preferiblemente no es demasiado alto, p. ej., inferior a aproximadamente 1500 MPa, con el fin de evitar una rigidez excesiva del componente de cable.

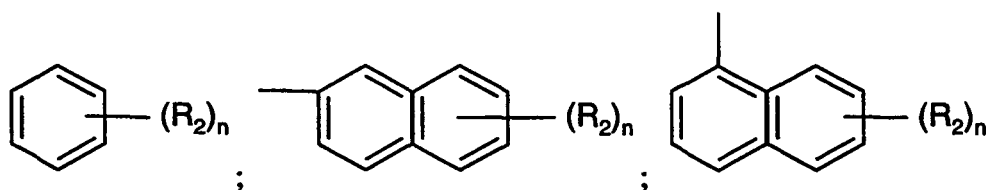
Preferiblemente, dicho copolímero aleatorio de propileno que contiene al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$  se usa en estado puro. La parte polimérica de un tubo protector de acuerdo con la invención puede estar hecho ventajosamente de dicho copolímero de propileno por entero.

Alternativamente, dicho copolímero aleatorio de propileno que contiene al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$  se puede usar mezclado con al menos un segundo polímero de olefina, tal como homopolímero de propileno o copolímero de propileno cristalino que contiene de 1% a 3% en peso de etileno. La cantidad de dicho segundo polímero de olefina, cuando está presente, puede estar en el intervalo de aproximadamente 10% a aproximadamente 40%, preferiblemente de aproximadamente 10% a aproximadamente 30%, con respecto al peso total del copolímero de propileno que contiene al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$ .

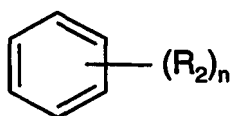
Como se ha mencionado antes, preferiblemente se distribuye un agente de nucleación, en particular en el intervalo de 0,05% a 1%, más en particular de 0,1% a 0,5% en peso, con respecto al peso total del copolímero, en el material polimérico con el fin de aumentar más la estabilidad dimensional del componente de cable de fibra óptica. Se puede usar cualquiera de los agentes de nucleación conocidos en la técnica para realizar el cable de la invención. Los ejemplos de agentes de nucleación adecuados son materiales inorgánicos, derivados de D-sorbitol, sales de ácidos alifáticos monobásicos o dibásicos, ácidos aralquilo, o sales de metal alcalino o de aluminio de ácidos carboxílicos aromáticos o alicíclicos, talco o mezclas de los mismos, y similares. Son preferidos los derivados de D-sorbitol, que permiten obtener una mayor transparencia del producto. Se prefiere en particular un derivado de D-sorbitol de la siguiente fórmula:



en la que R y  $R_1$  son independientemente un grupo



en el que  $R_2$  representa un grupo alquilo o alcoxi  $C_1-C_6$  y n es 1, 2 ó 3. Los derivados de D-sorbitol, en los que R y  $R_1$  son un grupo



y  $R_2$  es un grupo alquilo  $C_1-C_6$  y n es 1, 2 ó 3, son los más preferidos.

Como se ha mencionado antes, el componente de cable de fibra óptica de acuerdo con la invención, preferiblemente es un tubo protector que contiene al menos una fibra óptica alojada en el mismo.

## ES 2 345 037 T3

La figura 1 muestra una realización preferida de un cable de acuerdo con la invención, en particular de tipo submarino, en el que un solo tubo protector polímero, que comprende un elemento de refuerzo (102) está dispuesto centralmente en una capa de alambres metálicos (103), de acuerdo con el cable descrito en el documento WO 01/09658.

5 De acuerdo con la invención, dicho tubo protector está hecho de un material polimérico que comprende un copolímero aleatorio cristalino de propileno con al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_8$ , como se ha definido antes, preferiblemente con un agente de nucleación, como se ha definido, distribuido en el mismo.

10 El tubo protector (101) de acuerdo con la realización preferida de la figura 1, preferiblemente tiene un diámetro exterior de aproximadamente 2,0 mm a aproximadamente 6,0 mm, más preferiblemente de aproximadamente 2,5 mm a aproximadamente 4,0 mm. El paso tubular (104), en el que están alojadas las fibras ópticas (105), tiene preferiblemente un diámetro (D1) de aproximadamente 1,0 mm a aproximadamente 4,5 mm, más preferiblemente de aproximadamente 1,2 mm a aproximadamente 3,0 mm.

15 Las fibras ópticas pueden ser, por ejemplo, fibras multimodo, fibras monomodo, tales como fibras monomodo estándar, fibras de dispersión desplazada (DS), fibras de dispersión no nula (NZD), o fibras con un área eficaz grande y similares, dependiendo de los requisitos de aplicación del cable. También se pueden usar combinaciones de las fibras anteriores en diferentes secciones del cable.

20 El grosor de la pared periférica de dicho tubo protector puede variar desde un máximo de, p. ej., aproximadamente 1,5 mm de forma correspondiente con la parte en la que está insertado el elemento de resistencia, hasta un mínimo de, p. ej. aproximadamente 0,2 de forma correspondiente con la parte diametralmente opuesta. Dicho grosor dependerá, entre otras variables, del módulo de elasticidad del material y del diámetro exterior del tubo, con el fin de proteger las fibras durante el procedimiento de fabricación y la instalación del cable. Preferiblemente, el grosor (T1) del tubo protector es de aproximadamente 0,2 mm a aproximadamente 0,6 mm, más preferiblemente de aproximadamente 0,3 mm. Preferiblemente, la distancia (T2) entre el paso tubular 104 y el elemento de refuerzo (102), y la distancia (T3) entre el elemento de refuerzo y la superficie exterior del tubo protector, tendrán un grosor similar.

25 El elemento de refuerzo (102) puede estar hecho de metal (p. ej., acero), plástico reforzado con vidrio, plástico reforzado con fibras de aramida, plástico reforzado con fibras de carbono o plástico reforzado con fibras de boro. Preferiblemente, dicho elemento de refuerzo es un alambre de acero. El diámetro D2 de dicho elemento de refuerzo puede ser de aproximadamente 0,3 mm a aproximadamente 0,8 mm, dependiendo de las dimensiones del tubo protector, preferiblemente de aproximadamente 0,4 mm a aproximadamente 0,65 mm. De acuerdo con una realización preferida, el material usado para dicho elemento de refuerzo es acero, que tiene un módulo de Young de 180.000 a 300.000 MPa.

30 Por ejemplo, con referencia a la figura 1, un tubo protector 101 puede estar hecho de un copolímero de propileno-buteno que tiene un módulo elástico de aproximadamente 950-1100 (procedimiento ISO 178). Dicho tubo puede tener un diámetro exterior de aproximadamente 3,5 mm, un grosor T1 de aproximadamente 0,3 mm, un diámetro del paso tubular D1 de aproximadamente 2,1 mm y un elemento de refuerzo de alambre de acero con un diámetro D2 de 0,5 mm. Los grosores T2 y T3 pueden ser ambos de aproximadamente 0,3 mm y el grosor total de la parte de pared periférica en la que está insertada dicho elemento de refuerzo tendrá, por lo tanto, aproximadamente 1,1 mm.

35 Una serie de fibras ópticas (105) están alojadas dentro del tubo protector (104), estando dichas fibras ópticas inmersas en un relleno de tipo gelatina. Las fibras están alojadas dentro del protector con una longitud en exceso de aproximadamente 0% a aproximadamente 0,1%.

40 Los materiales de tipo gelatina adecuados para rellenar el tubo protector (104) comprenden típicamente un aceite base, preferiblemente de tipo sintético, en particular los que presentan una buena compatibilidad con los materiales polímeros de olefina (es decir, que no producen ninguna modificación sustancial de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas del material polimérico en contacto con el mismo). Los aceites sintéticos adecuados que presentan una buena compatibilidad con los materiales polímeros de olefinas se pueden seleccionar entre aceites de silicona, aceites de polialfaolefinas o aceites de pololefina interna. La composición del relleno puede contener un agente espesante/tixotrópico, tal como sílice pirógena silanizada. La composición puede contener alternativa o adicionalmente un "mejorador de la viscosidad" tal como un polímero elastómero con un punto de transición vítrea bajo, el cual al aumentar la viscosidad de la disolución mejora su comportamiento como material de relleno. Típicamente, dichas composiciones pueden contener además un antioxidante. Los ejemplos de dicha composición de relleno se describen, por ejemplo, en los documentos US 5.455.881 o EP-A-811864. Dicho relleno de tipo gelatina debe tener una viscosidad suficientemente baja para introducirlo fácilmente en los tubos protectores durante el procedimiento de fabricación y permitir un movimiento relativo sustancialmente libre de las fibras dentro del tubo. Los ejemplos de materiales de tipo gelatina adecuados para usar como rellenos bloqueadores de agua dentro de los tubos protectores anteriores, son los compuestos K550® (Huber Group) o H55® (SICPA).

45 Después, se dispone una capa de alambres metálicos (103) en una capa helicoidal alrededor del tubo protector y presenta las características de un arco para soportar presión. En particular, como se muestra en la figura 1, se pueden disponer de forma ventajosa alambres metálicos de diferentes diámetros en una capa de doble hélice de acuerdo con la estructura llamada de Warrington. La superficie exterior del tubo protector puede estar en contacto con la superficie de los alambres metálicos, o preferiblemente, como se muestra en la figura 1, se deja un pequeño hueco de, p. ej.,

## ES 2 345 037 T3

aproximadamente 0,1-0,2 mm entre dichas dos superficies. Los alambres metálicos típicamente están hechos de acero. El diámetro exterior de la capa de doble hélice de alambres metálicos puede ser de aproximadamente 7-9 mm.

5 Se dispone un material bloqueador de agua adecuado de forma discontinua en los intersticios (106) entre la superficie exterior del tubo protector y los alambres metálicos y entre los alambres metálicos. Preferiblemente, el material de relleno elastómero es un elastómero hidrófobo bloqueador de agua, tal como una resina de poliuretano.

10 El relleno de los intersticios se lleva a cabo preferiblemente de una forma discontinua, de modo que de aproximadamente 10% a aproximadamente 80%, preferiblemente de aproximadamente 20% a aproximadamente 60% de la longitud total de la cavidad se deje sin relleno. Por ejemplo el relleno discontinuo se puede llevar a cabo rellenando completamente una serie de porciones longitudinales de la cavidad con el material bloqueador de agua, estando cada una de dichas porciones rellenas separada de la siguiente porción rellena por una porción sustancialmente exenta de dicho material de relleno. Por ejemplo, el material de relleno se puede disponer en dicha cavidad rellenando longitudes de aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mm de dicha cavidad, seguido de porciones de longitud similar 15 sin dicho material.

Un ejemplo de material bloqueador de agua disponible en el comercio es "D ENCAPSULANT" (CasChem).

20 Por lo tanto, la cavidad se puede rellenar, por ejemplo, aproximadamente 30 metros con de dicha composición elastómera, dejándose los siguientes 20 metros de la cavidad exentos de dicho material de relleno, rellenándose los siguientes 30 metros posteriores con el material de relleno, dejándose libres los siguientes 20 metros posteriores, y rellenándose los siguientes 30 metros posteriores otra vez con el material elastómero, y así sucesivamente.

25 Después, se forma una vaina metálica tubular (107) (p. ej., de cobre o aluminio) alrededor de la capa helicoidal de alambres metálicos. El grosor de la vaina metálica está comprendido entre aproximadamente 0,4 mm y aproximadamente 0,8 mm, dependiendo de la resistencia eléctrica específica necesaria para el cable, como se describe en el documento WO 01/09658. Después se dispone una vaina de polímero exterior (108) para rodear la vaina metálica formada. Dicha vaina protectora tiene un grosor de, p. ej., 2,5-6 mm, preferiblemente de aproximadamente 3 a aproximadamente 5 mm, y se puede hacer ventajosamente de polietileno (p. ej., polietileno de alta densidad, HDPE o 30 densidad media, MDPE).

El cable de acuerdo con la figura 1 se puede fabricar típicamente en 3 etapas separadas, como se describe en el documento WO 01/09658 incorporado en el presente documento por referencia, en los que se refiere a la fabricación. Primero, se fabrica por extrusión el tubo protector polímero con las fibras ópticas inmersas en el material de relleno 35 y se enrolla en una bobina de recepción. La segunda etapa del procedimiento de fabricación comprende disponer la capa helicoidal de los alambres metálicos que rodean el tubo protector, junto con el suministro del material de relleno en los intersticios deseados, y disponer la vaina de metal alrededor de los alambres metálicos. La tercera etapa (que también se puede hacer en línea después de la segunda etapa), comprende la extrusión de la vaina protectora polimérica exterior. 40

De acuerdo con la invención, los autores de la invención encontraron que el uso del copolímero de propileno que contiene la  $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_8$  mencionado antes da como resultado un control mejorado de los parámetros del procedimiento y de las características geométricas del tubo protector durante el procedimiento de fabricación, así como una transparencia mejorada del producto final. 45

La figura 2 muestra una realización alternativa de un cable de acuerdo con la invención, en particular de un cable terrestre. El cable mostrado en la figura 2 tiene en su posición radial más interna un elemento de refuerzo (201), típicamente hecho de plástico reforzado con fibra de vidrio, recubierto con una capa (202) de material polimérico, por ejemplo una poliolefina. El cable tiene uno o más tubos protectores polímeros (203) de acuerdo con la invención, 50 comprendiendo dichos tubos una serie de fibras ópticas (204) insertadas en un material de relleno (205).

La fibra óptica puede ser, por ejemplo, fibras multimodo, fibras monomodo, tales como fibras monomodo estándar, fibras de dispersión desplazada(DS), fibras de dispersión no nula (NZD), o fibras con un área eficaz grande y similares, dependiendo de los requisitos de aplicación del cable. También se pueden usar combinaciones de las fibras anteriores 55 en diferentes secciones y/o tubos del cable.

Los ejemplos de composiciones de relleno adecuadas para usar como relleno bloqueador de agua dentro de los tubos protectores anteriores, son los mencionados previamente con respecto al tubo protector de la figura 1.

60 El número de tubos protectores (203) presente en el cable (que también se pueden disponer en varias capas superpuestas) y las dimensiones de estos elementos tubulares dependen de la capacidad pretendida del cable, así como de las condiciones en las que se va a usar este cable. Por ejemplo, se pueden disponer, 6, 8 o más elementos tubulares en una o más capas (por ejemplo hasta 48 tubos) alrededor del elemento central.

65 Los tubos protectores (203) se disponen en una capa helicoidal alrededor del elemento central, siendo dicha capa una hélice continua o preferiblemente una hélice abierta obtenida por trenzado alternado (S-Z) del tubo. Si se desea, se pueden sustituir uno o más tubos por una o más varillas, con el fin de conservar la simetría de la configuración helicoidal en el caso de que el recuento de fibras sea menor que el recuento de fibras completo. Alternativamente, el

## ES 2 345 037 T3

elemento central se puede sustituir por un elemento tubular adicional como los mencionados previamente, apto para contener fibras ópticas.

Los intersticios (206) entre los tubos protectores también se pueden rellenar con composiciones de relleno tales como las mencionadas previamente, teniendo dichas composiciones preferiblemente una viscosidad mayor. Para mejorar más las propiedades de bloqueo de agua de dicho material de relleno, se puede añadir ventajosamente un polvo hinchable con agua (es decir, un compuesto que tiene la propiedad de gelificar/hincharse tras la absorción de agua), tal como poliacrilato o polimetacrilato sódicos, a la composición de tipo gelatina, como se describe, por ejemplo, en la patente de EE.UU. nº 5.715.343.

Los tubos trenzados en general se unen entre sí con un hilo o cinta de polímero (no se muestra), p. ej., un hilo de poliéster o polipropileno, con el fin de mantenerlos firmes en su configuración helicoidal durante el procedimiento de fabricación.

Opcionalmente se puede enrollar una cinta polimérica adicional (no se muestra), por ejemplo de poliéster (p. ej., Mylar®) superponiéndose alrededor de los tubos protectores trenzados, con el fin de permitir que contenga eficazmente el relleno bloqueador de agua intersticial. Se puede enrollar alrededor de la estructura entera una cinta bloqueadora de agua (o que se hincha con agua) (207). Dichas cintas bloqueadoras de agua en general comprenden una cinta base polimérica en la superficie de la cual se fija química o térmicamente un material hinchable superabsorbente (p. ej., poliacrilato o polimetacrilato de metilo) en forma de polvo. Los ejemplos de cintas hinchables con agua adecuadas, son las comercializadas por Freudenberg con la marca registrada Viledon®, p. ej. Viledon® K3415, K3416, K3417 o K3516.

Después, los tubos trenzados después se pueden envolver con una capa de refuerzo (208), p. ej. hecha de hilos de aramida (Kevlar®) o hebra de vidrio, que contiene opcionalmente dos hebras que cortan la vaina (209) dispuestas longitudinalmente con respecto al cable. Después, se dispone una capa de polímero exterior, p. ej., de poliolefina (por ejemplo como se ha definido antes para el componente de acuerdo con la presente invención) para rodear la estructura de cable. Opcionalmente, se puede disponer una cinta metálica (no se muestra), preferiblemente corrugada, entre la vaina exterior (210) y la capa de refuerzo).

Aunque se ha ilustrado un componente de cable de acuerdo con la invención, con referencia específica a los tubos protectores de las figuras 1 y 2, se entenderá que cualquier componente de cable óptico como se define en el presente documento se puede hacer y fabricar con el material polimérico como se ha definido antes, el cual por lo tanto se puede usar para componentes de cable tales como núcleos acanalados que contienen fibras ópticas, cintas poliméricas, p. ej., para envolver una pluralidad de tubos protectores, o cubiertas dispuestas alrededor de las partes radiales interiores (p. ej., un grupo de tubos protectores) de un cable óptico.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención con más detalle.

### Ejemplos

Se prepararon 6 composiciones diferentes, hechas de material polimérico solo o incluyendo también un agente de nucleación, y se ilustran en la siguiente tabla, en la que todas las cantidades se expresan en peso phr (partes por 100 de resina) frente al peso total de la composición.

TABLA 1

|                               | E. 1* | E. 2* | E. 3* | E. 4 | E. 5 | E. 6 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Finapro 4660G                 | 100   | 100   | 100   |      |      |      |
| Clyrell 831 RCXP              |       |       |       | 100  | 100  |      |
| Moplen Ultra 925 RCXP         |       |       |       |      |      | 100  |
| Talco 1N-M20                  |       | 0,3   |       | 0,3  |      |      |
| Millad 3988                   |       |       | 0,3   |      | 0,3  | 0,3  |
| E. = Ejemplo; * = comparación |       |       |       |      |      |      |

## ES 2 345 037 T3

Finapro 4660G - un copolímero de propileno/etileno "heterofásico" cristalino, producido por Fina Chemicals, que consiste en aproximadamente 85% de polipropileno lineal y 15% de caucho de etileno-propileno. El índice de fusión (IF) medido a 230°C y 2,16 kg es 3,5 g/10 min.

5 Clyrell 831 RCXP - un copolímero aleatorio de propileno-buteno cristalino que comprende aproximadamente 5,2% de buteno, producido por Montell, IF = 1,8 g/10 min a 230°C y 2,16 kg.

10 Moplen Ultra 925 RCXP - un copolímero aleatorio de propileno-buteno cristalino que comprende aproximadamente 7,1% de buteno y un estabilizador fenólico antidesvanecimiento por gas, producido por Montell, IF = 10 g/10 min a 230°C y 2,16 kg.

Talco 1N-M20 de Val Chisone - un talco que presenta 98% de sus partículas con dimensiones inferiores a 20  $\mu\text{m}$ , disponible en el comercio en Luzenac.

15 Millad 3988 - 3,4-di(metilbenciliden)sorbitol; un agente de nucleación completamente orgánico producido por Milliken Chemicals.

20 Las composiciones de los ejemplos 2 a 6 se obtuvieron mezclando el material polimérico con el agente de nucleación en polvo en un dispositivo Brabander por dos tornillos de 20 mm, a una temperatura de aproximadamente 190°C para completar la homogeneización. El material salía del mezclador por dos tornillos en forma de gránulos.

25 Las composiciones de los ejemplos 1-6, después se usaron para alimentar una extrusora de placa filtrante de 30 mm y obtener un tubo extrudido con un diámetro exterior de 3,5 mm, un diámetro interior de 2,0 mm y un grosor mínimo y máximo de 0,2 y 1,1 mm, respectivamente, de acuerdo con el tubo protector ilustrado con referencia a la figura 1. En los ejemplos comparativos 1-3, la temperatura del fundido en la salida del cabezal era 210°C, mientras que era aproximadamente 20°C inferior en el caso de los ejemplos 4 a 6.

30 La capacidad para mantener la forma se midió y se expresó mediante dos parámetros: un índice de forma, que es un número entero en la escala de 1 a 10, que corresponde al % de ovalización del tubo (como se indica en la siguiente tabla 2) y la depresión (mm de Hg) del vacío aplicado necesario para mantener la forma correcta.

Cuanto mayor es el índice, mejor es la geometría del tubo protector, mientras que cuanto mayor es la depresión, peor es el comportamiento del material de poliolefina.

35 La siguiente tabla muestra la correlación entre el valor del índice de forma y el porcentaje observado de ovalización del tubo, en la que el porcentaje de ovalización se expresa como porcentaje de la diferencia entre el máximo y el mínimo diámetro exterior medidos del tubo protector.

TABLA 2

| Índice de forma (SI) | Porcentaje de ovalización (po) |
|----------------------|--------------------------------|
| 10                   | $po \leq 0,5$                  |
| 9                    | $0,5 < po \leq 1,75$           |
| 8                    | $1,75 < po \leq 3,0$           |
| 7                    | $3,0 < po \leq 4,25$           |
| 6                    | $4,25 < po \leq 5,5$           |
| 5                    | $5,5 < po \leq 6,75$           |
| 4                    | $6,75 < po \leq 8,0$           |
| 3                    | $8,0 < po \leq 9,25$           |
| 2                    | $9,25 < po \leq 10,5$          |
| 1                    | $po > 10,5$                    |

## ES 2 345 037 T3

Los resultados de las pruebas de extrusión y las mediciones llevadas a cabo posteriormente se dan en la siguiente tabla 3.

TABLA 3

|   | SI/D   | T     | P.f. |
|---|--------|-------|------|
| E. 1*   | 3/500  | 53-63 | 165  |
| E. 2*   | 8/200  | 49-66 | 165  |
| E. 3*   | 9/200  | 52-65 | 165  |
| E. 4  | 9/200  | 80-87 | 151  |
| E. 5  | 10/100 | 80-87 | 151  |
| E. 6  | 10/150 | 76-86 | 148  |
| SI/D = Índice de forma (unidades arbitrarias)/Depresión (mm de Hg); E. = Ejemplo; * = comparación; T = transparencia (transmitancia, %); P.f. = punto de fusión (°C). |        |       |      |

Es evidente a partir de la tabla anterior, que un copolímero de propileno-etileno estándar como Finapro 4660G sin la adición de un agente de nucleación no es adecuado, puesto que presenta un índice de forma de 3 con una depresión aplicada de 500 mm de Hg. El mismo material cuando se añade con talco como agente de nucleación (ej. 2) presenta un índice de forma de 8 con una depresión aplicada de 200 mm de Hg. Al contrario, el tubo protector hecho de un material de acuerdo con la invención, cuando se añade talco (ej. 4), presenta un índice de forma de 9 con la misma depresión aplicada.

Finalmente, el copolímero de propileno-etileno estándar Finapro 4660G, cuando se le añade un derivado de sorbitol como agente de nucleación (ej. 3), presenta un índice de forma de 9 con una depresión aplicada de 200 mm de Hg. Los tubos protectores de la invención, que comprenden el material polimérico definido antes, cuando se añade el mismo agente de nucleación (ej. 5 y 6), presentan en cambio un índice de forma de 10 incluso con una depresión aplicada reducida de 100 y 150 mm de Hg, respectivamente.

Por lo tanto, se puede ver de forma evidente una mejora usando el copolímero de polipropileno anterior definido como material adecuado para los tubos protectores de la invención, que garantiza la obtención y el mantenimiento de la forma deseada.

Además, el material polimérico adecuado para la invención presenta una transparencia muy buena contrariamente a los copolímeros de propileno-etileno heterofásicos e independientemente del agente de nucleación añadido. La transparencia se determinó midiendo la transmitancia de un rayo de luz en el espectro visible (400-700 nm) a través de una muestra de material de 1 mm de grosor, usando un espectrofotómetro de UV visible Varian, modelo CARY3E.

Los puntos de fusión se midieron mediante un instrumento de DSC Mettler (segundo valor de fusión) con una velocidad de barrido de 10°C/min (tipo de cabezal del instrumento DSC 30, tipo de microprocesador PC 11, software de Mettler Graphware TA72AT.1); los valores relevantes muestran de forma evidente cómo las composiciones de la invención permiten el uso de temperaturas de proceso inferiores.

### Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante está prevista únicamente para ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en su realización, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP declina cualquier responsabilidad al respecto.

### Documentos de patente citados en la descripción

- US 5911023 A [0002] [0005]
- US 5574816 A [0004]
- US 5751880 A [0006]
- EP 1024382 A [0007]
- WO 0109658 A [0008] [0010] [0028] [0029] [0044] [0058] [0059]

## ES 2 345 037 T3

- WO 9719991 A [0009]

- EP 0339804 A [0009]

5      • US 6121401 A [0009]

- US 5455881 A [0052]

10     • EP 811864 A [0052]

- US 5715343 A [0066]

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## ES 2 345 037 T3

### REIVINDICACIONES

- 5 1. Cable de fibra óptica que comprende un componente de cable adecuado para recibir y alojar al menos una fibra óptica, en el que el componente de cable está hecho de un material polimérico que comprende un copolímero aleatorio cristalino de propileno con al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$  y en el que el copolímero contiene de aproximadamente 4% a aproximadamente 10% en peso de la  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$ , con respecto al peso total del copolímero.
- 10 2. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el componente del cable es un tubo protector definido por una pared de polímero periférica y que contiene al menos una fibra óptica alojada en el mismo.
3. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 2, en el que hay un elemento de refuerzo longitudinal insertado en la pared periférica del tubo protector.
- 15 4. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el componente de cable está hecho sustancialmente de copolímero.
5. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$  es una olefina de fórmula  $CH_2=CH-R$ , en la que R es un alquilo lineal o ramificado que contiene de 2 a 6 átomos de carbono.
- 20 6. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$  se selecciona de 1-buteno, 1-penteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 3,4-dimetil-1-buteno, 1-octeno o una mezcla de las mismas.
- 25 7. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$  es 1-buteno.
8. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero tiene un punto de fusión de aproximadamente 140°C a 156°C.
- 30 9. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero tiene un punto de cristalización de aproximadamente 90°C a 120°C.
10. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero tiene un contenido de fracciones insolubles en xileno a 25°C superior a aproximadamente 93%.
- 35 11. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación previa, en el que el copolímero tiene un contenido de fracciones insolubles en xileno superior a aproximadamente 95%.
- 40 12. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero tiene un índice de flujo en fundido (MFI) en el intervalo de 1 a 15 g/10 min, medido a 190°C (ASTM 1238).
13. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho copolímero tiene un índice de flujo en fundido (MFI) en el intervalo de 1 a 10 g/10 min, medido a 190°C (ASTM 1238).
- 45 14. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material polimérico tiene un módulo de flexión (procedimiento ISO 178) de al menos aproximadamente 500 MPa.
15. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material polimérico tiene un módulo de flexión (procedimiento ISO 178) en el intervalo de aproximadamente 800 a 1500 MPa.
- 50 16. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la transmitancia del material polimérico es superior a 70%.
- 55 17. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la transmitancia del material polimérico es superior a 80%.
18. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero está mezclado con al menos un segundo polímero de olefina.
- 60 19. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación previa, en el que el segundo polímero de olefina se selecciona de un homopolímero de propileno o un copolímero de propileno cristalino que contiene de 1% a 3% en peso de etileno.
- 65 20. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 18 ó 19, en el que la cantidad del segundo polímero de olefina está en el intervalo de aproximadamente 10% a aproximadamente 40%, con respecto al peso total del copolímero de propileno que contiene al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$ .

## ES 2 345 037 T3

21. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 18 a 20, en el que la cantidad del segundo polímero de olefina está en el intervalo de aproximadamente 10% a aproximadamente 30%, con respecto al peso total del copolímero de propileno que contiene al menos una  $\alpha$ -olefina  $C_4-C_8$ .

5 22. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se distribuye un agente de nucleación en el material polimérico.

23. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación previa, en el que el agente de nucleación está en el intervalo de 0,05% a 1% en peso, con respecto al peso total del copolímero.

10

24. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 22 ó 23, en el que el agente de nucleación está en el intervalo de 0,1% a 0,5% en peso, con respecto al peso total del copolímero.

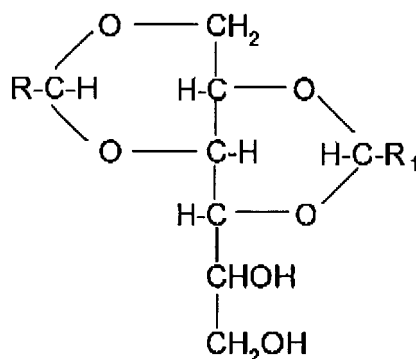
15

25. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 24, en el que el agente de nucleación se selecciona de materiales inorgánicos, derivados de D-sorbitol, sales de ácidos alifáticos monobásicos o dibásicos, ácidos de aralkilo o sales de metal alcalino o aluminio de ácidos carboxílicos aromáticos o alicíclicos, talco o una mezcla de los mismos.

20

26. Un cable de fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 25, en el que el agente de nucleación es un derivado de D-sorbitol de la siguiente fórmula:

25

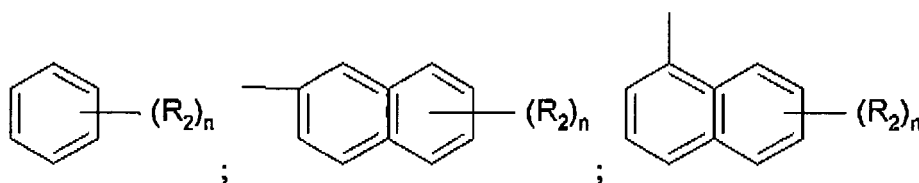


30

35

en la que R y  $R_1$  son independientemente un grupo

40



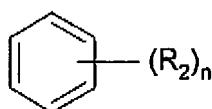
45

en los que  $R_2$  representa un grupo alquilo o alcoxi  $C_1-C_6$  y n es 1, 2 ó 3.

50

27. Un cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación previa, en el que R y  $R_1$  son un grupo

55



60

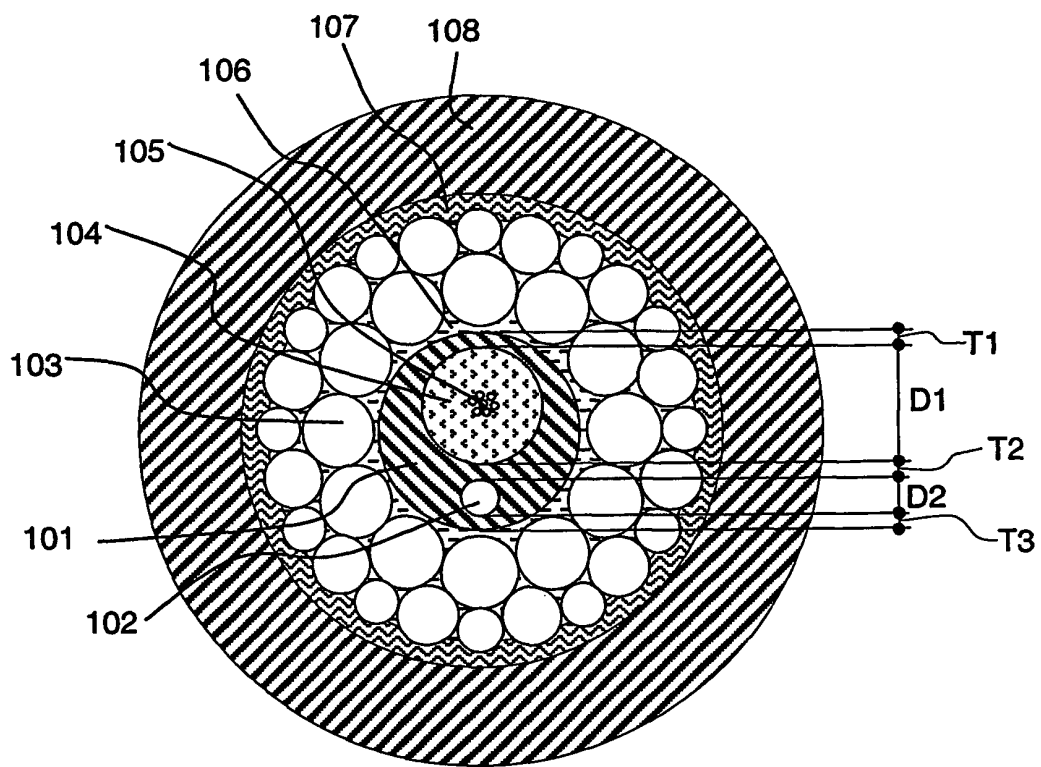
siendo  $R_2$  un grupo alquilo  $C_1-C_6$  y siendo n 1, 2 ó 3.

28. Componente de cable de fibra óptica adecuado para recibir y alojar al menos una fibra óptica, que comprende un material polimérico como se define en cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

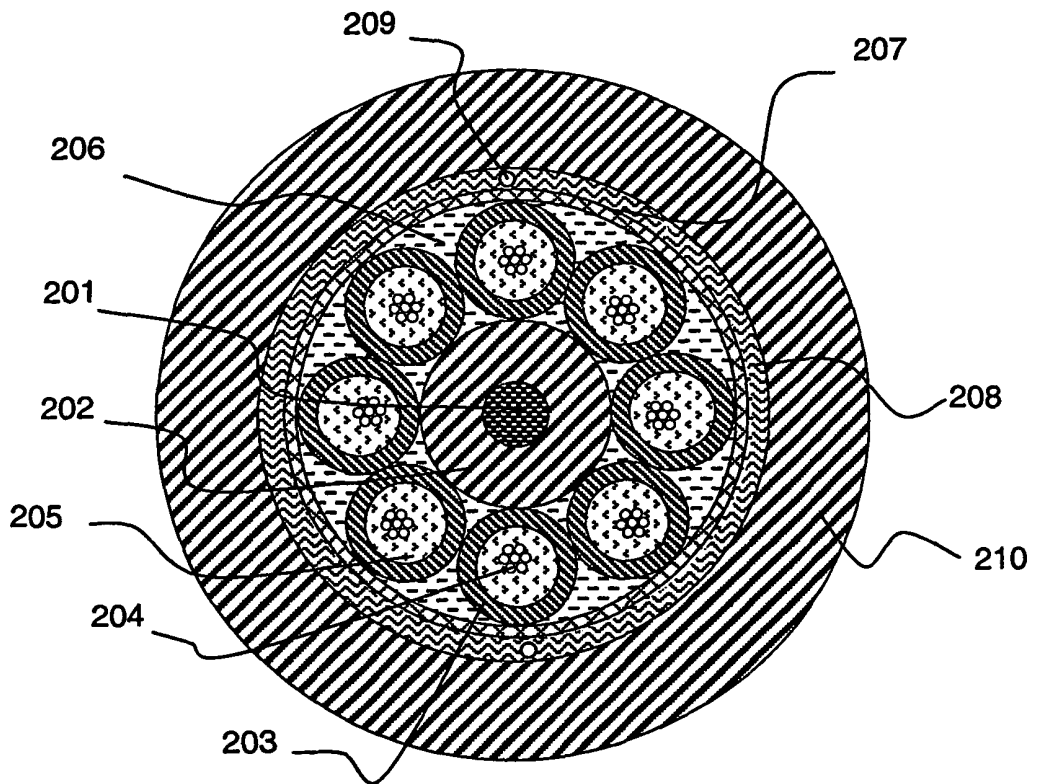
65

29. Un componente de cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación previa, que es un tubo protector.

30. Uso del material polimérico como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, para fabricar un componente de cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 28 ó 29.



**FIG. 1**



**FIG. 2**