



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 905**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99109613 .2**

96 Fecha de presentación : **14.05.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **0969301**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2000**

54 Título: **Cable óptico con material de relleno y composición del material de relleno.**

30 Prioridad: **05.06.1998 EP 98110353**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2011

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

72 Inventor/es: **Bosisio, Claudio y**
Locatelli, Emilio

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 364 905 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 óptico con material de relleno y composición del material de relleno

La presente invención se refiere a un cable de fibra óptica que comprende un material de relleno y a una composición del material de relleno para cables ópticos.

- 5 La función del material de relleno en un cable de fibra óptica es proteger a las fibras durante su vida útil. Para realizar esta función, el material de relleno generalmente se introduce en el interior de las estructuras que contienen las fibras ópticas de tal modo que las fibras ópticas quedan embebidas en él.

- 10 La composición de los rellenos conocidos comprende típicamente un aceite base, por ejemplo del tipo silicona, mineral (nafténico o parafina) o sintético. Este aceite base requiere típicamente la adición de un "mejorador de la viscosidad" tal como un polímero elastomérico con un bajo punto de transición vítrea, lo que al conferir viscosidad a la solución mejora su rendimiento como material de relleno. La composición de relleno también puede contener un antioxidante y un agente tixotrópico/espesante que se compone de más o menos sílice pirogénico silanizado.

Existen diversos tipos de cable conocidos que tienen alojamientos adecuados para las fibras ópticas, rellenos con un material de relleno.

- 15 Por ejemplo, la Patente EP 632301 describe un cable de fibra óptica que comprende, en un alojamiento adecuado, las fibras ópticas embebidas en una composición capaz de proteger las fibras frente al fenómeno de atenuación, en el que dicha composición comprende un compuesto de hidrocarburo, un catalizador y un espesante tixotrópico tal como sílice.

- 20 Otro ejemplo de una composición de relleno se desvela en la Solicitud de Patente EP 811864, que describe una composición para rellenos que comprende un aceite mineral o una polialfaolefina, un copolímero de bloque, un antioxidante y, si fuese necesario, un estabilizador del tipo "desactivador de metal".

Otros ejemplos de cables ópticos con rellenos conocidos se desvelan en las Patentes de Estados Unidos 5.285.513 y 5.187.764 y en la Patente EP 541007.

- 25 Los cables de fibra óptica, cuando se instalan bajo tierra, por ejemplo en conducciones o el interior de conductos subterráneos, están sujetos a daños que afectan a sus recubrimientos, causados por maltratos mecánicos de diversos tipos, por ejemplo el impacto accidental de herramientas cortantes tales como palas y picos, que tienen una acción cortante sobre el cable. Dichas condiciones pueden conducir a la introducción de agua, con la peor posibilidad de que circulará longitudinalmente por el interior del cable y por consiguiente en la proximidad de las fibras ópticas. Por lo tanto, una de las funciones del relleno es limitar o impedir este paso de agua al interior de la estructura del cable. Los defectos menos dañinos, tales como roturas únicamente en las cubiertas externas, también pueden conducir a la penetración de agua en estado líquido o vapor, con los correspondientes efectos dañinos sobre las fibras ópticas y el desarrollo de una cantidad de problemas (por ejemplo, el exfoliado del recubrimiento de la capa de plástico de las fibras ópticas), cuyo resultado final se manifiesta en la atenuación óptica de las señales transmitidas.

- 35 El presente solicitante ha observado que, para limitar la posibilidad de que el recubrimiento de la fibra óptica entre en contacto con agua, sería deseable el uso de un material de relleno con una buena capacidad de humectación en comparación con este recubrimiento, de tal modo que hiciera más difícil que el agua entrase en el interfaz entre el recubrimiento de fibra y la composición de relleno.

- 40 En relación a las tensiones mecánicas a las que se pueden someter las fibras ópticas, también se debería observar que, aunque el cable no sufra movimiento una vez que se ha instalado, este está inevitablemente sujeto a variaciones térmicas que causan deformaciones dimensionales diferenciales en los componentes de la estructura del cable, según los diferentes materiales de que estén formados estos componentes. El presente solicitante ha observado que estas deformaciones pueden provocar movimientos de la fibra óptica dentro de la estructura en la que se aloja, actuando a través del material de relleno. Si este material de relleno no se deforma suficientemente durante el paso de la fibra óptica, la estructura de esta última puede estar sometida a presiones localizadas excesivamente altas; esto puede provocar el fenómeno bien conocido de "micro-doblado" en la fibra, que es una de las causas de atenuación de la señal óptica.

Actualmente el presente solicitante también ha descubierto una nueva composición que se puede usar ventajosamente como un material de relleno para los cables ópticos.

- 50 La composición de relleno de acuerdo con la presente invención no sólo mantiene las características deseadas de los rellenos conocidos, sino que también tiene un número de características que hacen que sea posible mejorar la compatibilidad de las fibras con el material de relleno y las propiedades intrínsecas de este relleno, tanto en términos de fácil procesamiento como en términos de rendimiento cuando el cable está en uso.

En particular, el solicitante ha observado que un material de relleno de acuerdo con la presente invención tiene una

capacidad mejorada de humectación de las superficies de recubrimiento de las fibras ópticas con las que entra en contacto, y tiene una menor resistencia al movimiento de las fibras ópticas dentro de este material de relleno. Para los fines de la presente invención, el término "humectación" indica la capacidad del relleno para adherirse a las superficies de las fibras ópticas, que generalmente están recubiertas con materiales acrílicos; el resultado de esta capacidad de humectación mejorada es una mayor resistencia a la penetración por agua, puesto que el acceso del agua se hace más difícil dentro del interfaz de relleno/acrilato.

El presente solicitante también ha observado que el uso de un material de relleno de acuerdo con la presente invención provoca menos resistencia al movimiento de las fibras ópticas cuando éstas se mueven dentro del mismo.

De acuerdo con las observaciones del presente solicitante, la menor resistencia al movimiento de las fibras ópticas dentro del material de relleno hace que sea posible reducir los problemas asociados con la movilidad de dichas fibras, por lo que reduce o elimina el fenómeno de "micro-doblado" que puede tener lugar durante el movimiento del cable durante el tendido del cable o cuando el cable está en uso.

El presente solicitante también ha observado que la composición de un material de relleno de acuerdo con la presente invención tiene una tendencia reducida al goteo cuando está en el interior del cable.

En la presente descripción, el término "goteo" significa la tendencia del material de relleno a moverse dentro de las diversas estructuras que forman el cable, tanto en dirección longitudinal como transversal.

Generalmente, no es deseable un movimiento excesivo del material de relleno dentro del cable, tanto durante la fabricación como la instalación del cable así como cuando el mismo se está empleando.

Durante la fabricación del cable por ejemplo, el material de relleno se desplaza horizontalmente junto con el cable, y por lo tanto preferentemente debería tener una resistencia al goteo relativamente alta para evitar el relleno incompleto del cable.

Además, cuando se está empleando, el cable se puede situar en localizaciones con altas pendientes para que de ese modo el material de relleno pueda tener preferentemente una resistencia al goteo relativamente alta para evitar que el flujo de dicho material de relleno se dirija hacia las cajas de conexión o incluso hacia los dispositivos conectados con el mismo.

La resistencia al flujo del material, que está estrictamente relacionada con la resistencia al goteo, es por lo tanto una propiedad ventajosa adicional del material de relleno de acuerdo con la presente invención, que se puede apreciar tanto durante la fabricación como en la instalación del cable.

Por lo tanto, un aspecto de la presente invención se refiere a un cable óptico como se define en la reivindicación 1 adjunta.

De acuerdo con la invención, la expresión "poliolefina interna" significa el producto de polimerización de dos o más unidades monoméricas de hidrocarburo que tienen al menos una instauración distribuida de forma aleatoria a lo largo de toda la cadena del hidrocarburo, en la que una mezcla de estas unidades monoméricas a ser polimerizadas comprende un máximo del 10% de unidades monoméricas que tiene un enlace doble en la posición α ; preferentemente, estas unidades monoméricas son hidrocarburos monoinsaturados.

Un aspecto preferido de la presente invención se refiere a un cable como se ha descrito anteriormente, en el que esta composición de relleno está en contacto con la dicha al menos una fibra óptica.

De acuerdo con un aspecto adicional preferido, la cantidad de poliolefina interna en el relleno está entre el 30% y el 98% en peso, preferentemente entre el 45% y el 95% en peso.

En una realización preferida, esta poliolefina interna se produce por polimerización de monómeros de hidrocarburo insaturados, comprendiendo cada uno de 10 a 20 átomos de carbono.

En particular, esta poliolefina interna se produce preferentemente por la polimerización de monómeros con cadenas que comprenden cada una de 12 a 18 átomos de carbono e incluso más preferentemente de 15 a 16 átomos de carbono.

Preferentemente, esta poliolefina interna es un oligómero que comprende de 2 a 4 unidades monoméricas como se ha definido anteriormente.

De acuerdo con un aspecto preferido, esta poliolefina interna es una mezcla de poliolefinas con diferentes pesos moleculares.

En particular, estas mezclas son mezclas de oligómeros que comprenden de 2 a 4 unidades monoméricas como se ha definido anteriormente.

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a un cable óptico como se ha descrito previamente, en el

que la composición de relleno comprende un polímero espesante, siendo este polímero espesante preferentemente seleccionado de entre copolímeros de bloque del tipo que comprende unidades de estireno, propileno y etileno.

- Otro aspecto preferido de la presente invención se refiere a un cable óptico como se ha descrito previamente, en el que la poliolefina interna incluida en la composición de relleno está particularmente sustituida por un aceite mineral.
- 5 En particular, el aceite mineral puede sustituir hasta un 70% en peso de la poliolefina interna, preferentemente del 20% al 60% en peso, siendo particularmente preferida una sustitución de aproximadamente el 50% en peso de la poliolefina interna.

La presente invención se entenderá más claramente mediante la siguiente descripción detallada, proporcionada a modo de ejemplo y por consiguiente sin restricción, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 - La Figura 1 muestra esquemáticamente una sección a través de un cable de fibra óptica del tipo de tubo múltiple con un soporte central, de acuerdo con la invención.
- La Figura 2 muestra esquemáticamente una sección a través de otro cable de fibra óptica de acuerdo con la invención, con un núcleo ranurado.
- La Figura 3 muestra esquemáticamente una sección a través de otro cable de fibra óptica de acuerdo con la invención.
- 15 - La Figura 4 muestra esquemáticamente una sección a través de otro cable de fibra óptica de acuerdo con la invención.

El cable mostrado en la Figura 1 tiene en la posición radialmente más interna un elemento de refuerzo, típicamente hecho de plástico reforzado con fibra de vidrio (1), recubierto con una capa polimérica (2), de polietileno por ejemplo.

20 El cable tiene uno o más elementos tubulares (3) hechos de PE, PBT o PP, embebidos en el relleno (5), que comprende las fibras ópticas (4) que también están embebidos en el relleno (5). Los elementos tubulares (3) están envueltos en una capa de refuerzo (6), típicamente hecha de Kevlar o filamento de vidrio, que contiene dos filamentos cortantes del revestimiento (7) dispuestos longitudinalmente con respecto al cable. Finalmente, el cable comprende una cinta corrugada (8) y un revestimiento exterior (9), típicamente hecho de polietileno.

25 La Figura 2 muestra otro ejemplo de un cable de fibra óptica.

Como se muestra en la Figura 2, el cable tiene en la posición radialmente más interna un elemento de refuerzo (1) sobre el que está extrudido el núcleo ranurado (10) en el que hay ranuras formadas externamente (11) que se extienden tanto espiralmente como con una configuración en s-z a lo largo de toda la superficie exterior de dicho núcleo.

30 Las ranuras (11) se rellenan con un relleno (5) de acuerdo con la presente invención y alojan las fibras ópticas (4).

El núcleo ranurado (10) se envuelve después en una capa de relleno (12) que cubre las ranuras y que a su vez se rodea por un revestimiento de poliuretano (13) y por una cinta de refuerzo (6). Las capas finales son una cinta corrugada de dos capas (14) y un revestimiento exterior de polietileno (9).

35 La Figura 3 muestra una vista en sección de un cable de fibra óptica que comprende un tubo central (3), que contiene fibras ópticas (4) que se disponen preferentemente sueltas en el material de relleno (5). El tubo central (3) se envuelve, en secuencia desde el exterior del tubo, con una capa de refuerzo (6) que contiene dos hilos de corte del revestimiento (7), una cinta corrugada (8) y un revestimiento exterior de polietileno (9).

40 La Figura 4 muestra otro ejemplo de un cable de fibra óptica que comprende un tubo central (3) en el que se alojan las tiras de fibras ópticas (15), preferentemente embebidas en el material de relleno (5). El tubo central (3) se envuelve con una capa hinchable en agua (16) y con una cinta de contención (17) típicamente hecha de poliéster, cintas entre las que se contienen los hilos de corte del revestimiento (7) y las varillas de refuerzo (18) hechas de plástico reforzado con fibra de vidrio.

45 Los cables de fibra óptica, tal como se han descrito anteriormente únicamente a modo de ejemplo, también pueden incluir una cinta hinchable en agua dispuesta fuera del tubo y en cualquier caso fuera de los elementos que contienen las fibras ópticas, con la función de mejorar además la resistencia de la estructura de la propagación de agua en la dirección longitudinal dentro del cable.

La composición de relleno de acuerdo con la presente invención se puede usar ventajosamente como un relleno de los cables ilustrados en las Figuras 1, 2, 3 y 4, particularmente cuando este relleno está en contacto directo con las fibras ópticas.

50 El material de relleno al que se refiere la presente invención, se caracteriza porque comprende una poliolefina interna como se ha definido anteriormente.

La composición del relleno de acuerdo con la presente invención típicamente comprende del 30% a aproximadamente el 98% en peso, y preferentemente del 45% al 95% en peso, de poliolefinas internas.

Las poliolefinas internas (en lo sucesivo en el presente documento también denominadas por el acrónimo "PIO"),

que se pueden usar ventajosamente para preparar una composición de relleno de acuerdo con la presente invención, son mezclas de oligómeros, típicamente dímeros, trímeros y tetrámeros, que se pueden producir, por ejemplo, mediante la polimerización de dos o más unidades monoméricas n-olefínicas, conteniendo cada una, una instauración, siendo esta instauración distribuida de una forma estadística a lo largo de toda la cadena. Estas unidades monoméricas n-olefínicas se forman preferentemente por cadenas que contienen cada una de 10 a 20 átomos de carbono.

Preferentemente, las cadenas oligoméricas se derivan de unidades monoméricas n-olefínicas, cada una de las cuales contiene una instauración única, estando esta instauración distribuida estadísticamente a lo largo de toda la cadena.

Típicamente, las mezclas de monómeros iniciales para la preparación de oligómeros poliolefínicos útiles en la composición de relleno de acuerdo con la presente invención contienen no más del 10% de α -olefinas, en otras palabras, n-olefinas que tienen un doble enlace en la posición α de la cadena.

La Patente de Estados Unidos N°: 4.167.534 describe un procedimiento adecuado para preparar estas poliolefinas.

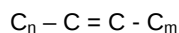
De acuerdo con esta patente, los monómeros n-olefínicos iniciales se producen por deshidrogenación de n-parafina mediante un proceso conocido como el proceso PACOL-OLEX.

Estos monómeros n-olefínicos se polimerizan después mediante una reacción de autocondensación catalítica.

El producto de polimerización se destila a continuación para separar las fracciones que tienen diferentes intervalos de peso molecular; las fracciones pre-seleccionadas por el presente solicitante tienen en cuenta los requisitos de la composición de relleno final, que debería tener una viscosidad de entre 70 y 120 Pa·s (medido con un "velocidad de corte" de $1,5 \text{ s}^{-1}$ a 25°C), de manera compatible con un punto de fluidez de menos de -40°C .

El proceso se completa por una estabilización de los productos mediante hidrogenación catalítica.

De acuerdo a lo que se ha establecido anteriormente, en el caso de monómeros que contienen cada uno de 10 a 20 átomos de carbono, se puede definir la unidad monomérica inicial por la siguiente fórmula:



en la que:

$$0 \leq m \leq 17$$

$$0 \leq n \leq 17$$

$$8 \leq m+n \leq 18$$

preferentemente con el uso de mezclas monoméricas que contienen menos del 10% de α -olefinas, en otras palabras, n-olefinas con un doble enlace en la posición α .

El presente solicitante también ha observado resultados preferidos cuando se usa la mezcla de oligómeros (dímeros, trímeros, tetrámeros y mezclas de éstos) producidos mediante unidades monoméricas de polimerización de acuerdo con la fórmula anterior en la que $n+m$ está en el intervalo de 10 a 16, en otras palabras, en la que están presentes cadenas con de 12 a 18 átomos de carbono.

Los oligómeros producidos por monómeros de polimerización que tengan cada uno de 15 a 16 átomos de carbono demuestran ser particularmente ventajosos.

Preferentemente, estas mezclas de oligómeros de poliolefina tienen un peso molecular promedio en el intervalo de aproximadamente 400 a aproximadamente 600.

Las mezclas de los oligómeros usadas por el presente solicitante se seleccionaron de acuerdo con los efectos que tienen los diversos oligómeros sobre ciertos rendimientos fundamentales de la mezcla final.

Un aumento del contenido de tetrámeros con respecto al contenido de dímeros provoca típicamente un aumento en la viscosidad, en el punto de fluidez y en el punto de inflamación, y también da como resultado una reducción en la presión de vapor y por consiguiente una volatilidad más baja de la mezcla.

Esto es debido a las poliolefinas internas usadas para la preparación de la invención que se caracterizan por un alto índice de viscosidad, una reducción limitada de la viscosidad con un aumento de la temperatura, baja volatilidad y alta estabilidad térmica.

Preferentemente, estas poliolefinas internas tienen una viscosidad en el intervalo de 15 a 400 mPa·s a 40°C y una viscosidad en el intervalo de 1 a 40 mPa·s a 100°C .

De acuerdo con otra característica ventajosa, el punto de fluidez de las poliolefinas internas usadas en la composición del relleno de acuerdo con la invención está preferentemente en el intervalo de -100°C a -40°C.

La expresión "punto de fluidez" se refiere a la temperatura más baja a la que el aceite todavía puede moverse, cuando se condiciona a las temperaturas bajo investigación, de acuerdo con la norma ASTM D97 (normas redactadas por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, Nueva York, Estados Unidos).

Otra característica ventajosa de estas poliolefinas es un índice de viscosidad preferentemente que se extiende en el intervalo de aproximadamente 120 a 160.

Estas poliolefinas internas tienen también preferentemente una densidad, medida a 15°C, en el intervalo de aproximadamente de 0,820 a aproximadamente 0,835 kg/dm³.

Los ejemplos de poliolefinas que pueden usarse ventajosamente para preparar una composición de relleno de acuerdo con la invención son los productos comercializados por MixOil con los nombres comerciales MX 2104, MX2106 y MX2108. Estos productos típicamente son mezclas de oligómeros producidos por polimerización de monómeros que tienen de 15 a 16 átomos de carbono, cuya distribución típica de dímeros, trímeros, tetrámeros y oligómeros superiores se muestran en la Tabla I.

Tabla I. Composición de algunas mezclas de poliolefinas internas comercialmente disponibles

% en peso	MX 2104	MX 2106	MX 2108
DÍMEROS	94	67	42
TRÍMEROS	6	26	43
TETRÁMEROS Y OLIGÓMEROS SUPERIORES	-	7	15

La mezcla que forma el relleno puede comprender, además de las poliolefinas internas definidas anteriormente, aceites minerales y, en particular, aceites nafténicos refinados que pueden sustituirse parcialmente de forma ventajosa con las poliolefinas internas en la mezcla de relleno.

Preferentemente, estos aceites minerales tienen una viscosidad en el intervalo de aproximadamente 4 a 60 mPa·s a 40°C y una viscosidad en el intervalo de aproximadamente 1,5 a 7 mPa·s a 100°C.

Estos aceites minerales también tienen un punto de fluidez que está preferentemente en el intervalo de aproximadamente -60°C a aproximadamente -25°C.

Los aceites refinados mencionados anteriormente, principalmente hacen que sea posible producir un relleno más económico, sin ningún cambio en las propiedades de la mezcla final, de cuyas propiedades la fundamental es la compatibilidad, en el sentido de su falta de reactividad química, con los materiales plásticos con los que están en contacto.

Los aceites adecuados para los requisitos son típicamente del tipo nafténico de baja viscosidad, que tienen un punto de fluidez inferior a -40°C; ejemplos típicos pueden ser los productos Nyltex800 y Nyltex810 y Nyflex800 y Nyflex810 fabricados por Nynas.

Típicamente, la proporción de aceite mineral contenido en la mezcla de relleno varía de 0% a 70% en peso, y preferentemente de 20% a 60% en peso, siendo particularmente preferida una variación de 45% a 50%. La proporción total de la aceite base, tanto si se basa únicamente en PIO como si está formado por una mezcla de PIO y aceite mineral, dentro del peso total de la composición estará típicamente en el intervalo de aproximadamente el 80% al 98% en peso, y preferentemente de aproximadamente el 85% al 95% en peso.

Se puede añadir ventajosamente un "mejorador de viscosidad", en otras palabras, una sustancia elastomérica capaz de conferir una viscosidad lo suficientemente alta al fluido de la base de aceite, al PIO así como también a las mezclas de PIO y aceites de destilación mineral.

La viscosidad conferida al compuesto final está en el intervalo de 70 a 120 Pa·s, medida con una velocidad de corte de 1,5 s⁻¹ a 25°C.

El elastómero añadido que actúa como un mejorador de la viscosidad debe tener una alta solubilidad en el aceite y tener una estructura química muy estable, una capacidad espesante considerable, incluso a concentraciones bajas, y una alta capacidad para conferir a la solución propiedades adhesivas y cohesivas.

Se ha descubierto entre los diversos elastómeros posibles que el uso de un copolímero de bloque del tipo SEP, en otras palabras, un copolímero de bloque en base a estireno-etileno-propileno, es particularmente ventajoso.

Típicamente, estos copolímeros tienen un peso molecular medio en el intervalo de aproximadamente 60.000 a aproximadamente 200.000. La proporción de estos materiales en el peso total de una mezcla de relleno está preferentemente en el intervalo del 3% al 20%. El experto en la técnica es capaz de seleccionar la cantidad de estos copolímeros de una forma adecuada para obtener la viscosidad deseada, en base al hecho de que, típicamente, una cantidad de polímero con un elevado peso molecular hace que sea posible obtener una viscosidad mayor que una cantidad igual de un polímero similar que tiene un peso molecular menor.

Los ejemplos de materiales que se puede usar ventajosamente para este fin son los productos comerciales Kraton G1701 y Kraton G1702 fabricados por Shell Chemical.

Un componente adicional normalmente añadido a la mezcla consiste de un antioxidante, por ejemplo uno del tipo comercializado con el nombre comercial Irganox 1010, Irganox 1076 (Ciba-Geigy), que protege de forma adecuada al relleno frente al envejecimiento térmico que tiene lugar durante la vida útil del cable, así como durante la preparación en caliente del relleno.

La composición del relleno de acuerdo con la invención se puede usar favorablemente para impedir la propagación longitudinal del agua en las diversas estructuras del cable. En particular, la composición se puede usar ventajosamente en contacto directo con las fibras ópticas, por ejemplo cuando se inyecta en los recubrimientos rígidos que las contienen.

Opcionalmente, la sílice pirogénica, que además puede espesar la mezcla de relleno y hacerla tixotrópica, también puede añadirse a la composición de relleno de acuerdo con la invención.

Los ejemplos siguientes aclararán además los aspectos particularmente ventajosos de la presente invención.

Ejemplo 1

Preparación de la composición de relleno de acuerdo con la invención y de las composiciones comparativas

Se usaron los siguientes materiales para la preparación de los rellenos de acuerdo con la invención:

- poliolefinas internas MX 2106 y MX 2108
- espesantes KRATON G1701 y G1702;
- antioxidante IRGANOX 1010;
- aceite nafténico NYFLEX 800 y 810

Las poli- α -olefinas usadas por el solicitante para los ensayos comparativos que se describen a continuación son los productos NEXBASE™ 2006 y NEXBASE™ 2008 fabricados por Nynas.

El aparato usado consiste en un reactor, con una capacidad de 1500 a 2000 litros, provisto con un agitador de cuchilla múltiple, de velocidad variable, capaz de funcionar a temperaturas de hasta al menos 130°C.

El aceite base, en cantidades medidas adecuadas, se coloca en el reactor frío junto con el antioxidante y se realiza la agitación entre 150 y 200 r.p.m. de tal forma que la mezcla se agite adecuadamente.

El elastómero, después de medirse y desmenuzarse, y preferentemente puesto a tierra, se añade después, esta operación se supervisa cuidadosamente para evitar la formación de grumos de espesantes elastoméricos.

Cuando se ha conseguido una dispersión satisfactoria, el reactor se somete a la temperatura determinada experimentalmente (130°C en el caso del aceite base que consiste en MX 2108 o NEXBASE™ 2008 únicamente, 120°C en el caso de sólo MX2106 o de NEXBASE™ 2006 y mezclas de éstos con aceites NYFLEX 810, 105°C para la base de aceite MX2106 o NEXBASE™ 2006 si se mezclan con aceite NYFLEX 800).

Tan pronto como se alcanza la temperatura especificada, se reduce la agitación, para ajustar la reducción temporal de la viscosidad de la mezcla, y cuando la disolución progresa la velocidad de agitación debería aumentarse de nuevo gradualmente.

Con respecto a la duración de la disolución, esto depende de la temperatura de funcionamiento, siendo mayor para una temperatura mantenida más baja.

Cuando el elastómero se ha disuelto completamente, la temperatura de la mezcla se ha disminuido aproximadamente en 20°C, y entonces se crea un vacío en el reactor, con una continua agitación lenta de la mezcla.

La siguiente operación de desgasificación continúa durante al menos 30 minutos, produciéndose un vacío de varios mbar.

En este punto, el material se recoge en bidones a temperaturas de 70-80°C, teniendo precaución de no crear turbulencias, como resultado de la incorporación de aire, durante la operación.

Se preparó una composición de relleno (indicada con el número 1 en la Tabla II) mediante la mezcla de 87,8 partes de MX 2106, 11,8 partes de KRATON G1701 y 0,4 partes de IRGANOX.

De manera similar, se preparan otras 6 composiciones (2, 3, 4, 5 y 6), usando materiales y cantidades como se muestra en la Tabla II.

- 5 En particular, se usaron dos aceites nafténicos en las composiciones indicadas por 5, 6 y 7 en la Tabla II, comenzando desde una composición de la mezcla de base aceitosa que consiste en PIO y aceites nafténicos en un relación de 1:1.

La Tabla II, que muestra la composición en detalle de los diversos componentes de las 7 mezclas de acuerdo con la invención, muestra en la última línea la viscosidad del relleno medida con una velocidad de corte de $1,5 \text{ s}^{-1}$ a 25°C .

10 Tabla II. Composición en peso para rellenos de acuerdo con la invención

COMPONENTE (%)	1	2	3	4	5	6	7
MX 2106	87,8	91,1				45,5	45
MX 2108			88,8	91,3	45,8		
NYFLEX 810					45,8	45,5	
NYFLEX 800							45
IRGANOX	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
KRATON G1701	11,8		10,8				
KRATON G1702		8,5		8,3	8	8,6	9,6
VISCOSIDAD $\gamma 1,5 \text{ s}^{-1}$ (Pa.s)	92	90,2	89,5	89,8	90	92,8	98

Se prepararon tres composiciones de relleno comparativas de manera similar a la que se describe a continuación, usando polialfaolefinas en lugar de poliolefinas internas.

La Tabla IIa muestra los detalles de estas composiciones.

15 Tabla IIa. Composiciones comparativas que incluyen polialfaolefinas, en peso:

COMPOSICIÓN	1	2	3
NEXBASE™ 2006	88,6	91,1	-
NEXBASE™ 2008	-	-	91,6
KRATON G1701	11	-	-
KRATON G1702	-	8,5	8
IRGANOX 1010	0,4	0,4	0,4
VISCOSIDAD $\gamma 1,5 \text{ s}^{-1}$ (Pa.s)	88,4	84,1	88

Ejemplo 2

Medición de la capacidad de humectación

- 20 La humectabilidad del recubrimiento acrílico de las fibras ópticas por la composición de relleno se determina esencialmente por el componente de aceite de dicha composición. El componente espesante no tiene capacidad de humectación para los fines prácticos.

- 25 Para evaluar la tendencia del material a adherirse a las paredes de las fibras ópticas, y por consiguiente su capacidad de humectación, se midió el "ángulo de contacto" del componente de aceite únicamente a 25°C y se comparó con los valores medidos para una poliolefina interna tal como MX 2108 y para la poli- α -olefina similar NEXBASE™ 2008.

Para esta medición, se puede hacer referencia a la publicación de D.W. Van Krevelen, "Properties of polymers", publicada por Elsevier, págs. 230-231 (3ª edición).

Para medir el ángulo de contacto se usaron los instrumentos fabricados por Costech International S.r.l.

- 5 La medición consiste en depositar, con una micro-jeringa, una gota de líquido bajo examen sobre una superficie perfectamente plana compuesta del material sobre el que se evalúa la interacción con la sustancia en cuestión y esperar hasta que la gota alcance una condición completamente asentada.

El ángulo de contacto se define como el ángulo formado por la tangente a la gota, generada en el punto de contacto de esta gota con la superficie sobre la que se coloca, y la dicha superficie, este ángulo se mide externamente con respecto a la superficie de la gota.

- 10 Se evaluó la capacidad de humectación del relleno de acuerdo con el hecho de que los ángulos más pequeños de contacto indican una capacidad de humectación mayor del líquido.

Los valores del ángulo de contacto medidos con respecto a las poliolefinas internas y poli- α -olefinas, a una temperatura de 25°C, sobre una superficie de acrilatos teñidos, que son los materiales de recubrimiento más externos de la fibra óptica, se repite tres veces, como se muestra en la Tabla III.

- 15 Tabla III. Medición del ángulo de contacto

	1	2	3
NEXBASE™ 2008	48°	49°	49°
Mx 2108	45°	45°	46°

Como se ha observado en los resultados de la Tabla III, el aceite usado de acuerdo con la presente invención (PIO) tiene un efecto positivo en el comportamiento del material de relleno, mejorando la "humectabilidad" de los recubrimientos de las fibras ópticas.

- 20 Las composiciones identificadas por el presente solicitante, que comprenden un aceite sintético en base a poliolefinas internas, muestran por lo tanto, con respecto a composiciones similares en base a poli- α -olefinas, una mejora en relación a la capacidad de humectación, dando como resultado una mayor resistencia a la penetración de agua, puesto que se hace más difícil el acceso del agua dentro de la interfaz de relleno/acrilato.

Ejemplo 3

- 25 **Mediciones de resistencia al movimiento de las fibras en el relleno**

Un aspecto importante al que corresponde el presente relleno, es la capacidad mejorada que tiene para hacer que las fibras ópticas se muevan dentro del mismo.

- 30 El presente solicitante ha confirmado la capacidad mejorada que el relleno tiene para hacer que las fibras ópticas se muevan dentro del mismo, por medio de un ensayo que consiste en rellenar una ranura en forma de V que tiene una longitud de 1 m con una composición del relleno de acuerdo con la presente invención, embebiendo una fibra óptica en el relleno en el centro de la ranura, conectando un extremo de la fibra óptica a un dinamómetro Instron por medio de una polea de retorno adecuada, y supervisando el valor de la energía requerida para extraer una parte de fibra óptica de 100 mm bajo tracción a una velocidad controlada de 50 mm/min.

- 35 La Tabla IV muestra los resultados de este ensayo y demuestra la fuerza de extracción más baja que se ha de aplicar a una fibra óptica embebida en una composición de relleno de acuerdo con la presente invención por comparación con la fuerza que se aplica si esta fibra se embebe en una composición comparativa conocida.

Tabla IV. Ensayo de extracción de fibras ópticas

COMPONENTE (%)	Composición			
	1	2	3	(comparativa)
MX 2106	91	45,7	45	
NEXBASE™ 2006				91,3
NYFLEX 810		45,7		
NYFLEX 800			45	
KRATON G1702	8,6	8,2	9,6	8,3
IRGANOX 1010	0,4	0,4	0,4	0,4
VISCOSIDAD γ 1,5 s ⁻¹ (Pa·s)	84,4	83,5	88,4	81,7
ENERGÍA DE EXTRACCIÓN (mJ)	12,7	15,9	14	18,2
PORCENTAJE DE VARIACIÓN con respecto a la muestra comparativa	-30,22	-12,64	-23,08	-

Este ensayo final por lo tanto ha confirmado la mayor libertad de movimiento de las fibras ópticas dentro del relleno, un parámetro importante respecto a la reducción del fenómeno de doblado de las fibras ópticas, que es perjudicial para la transmisión de las señales.

Ejemplo 4

Mediciones de resistencia al fluido

El ensayo de fluido del material de relleno de acuerdo con la presente invención se realiza para evaluar la tendencia de dicho material al goteo en el cable.

La Tabla V muestra los detalles de las composiciones evaluadas por el presente solicitante mediante los medios del ensayo de fluidez. La primera composición (A) es un material de relleno de acuerdo con la presente invención, en base a poliolefina interna (MX2106) y la segunda (B) es un material de relleno comparativo, en base a polialfaolefina (NEXBASE™ 2006).

Tabla V. Composición para rellenos de acuerdo con la invención

COMPONENTE (%)	(A)	(B)
Mx 2106	91	
NEXBASE™ 2006		91,3
IRGANOX 1010	0,4	0,4
KRATON G1702	8,6	8,3
Viscosidad (mPa·s)	84,4	86,1

El ensayo de goteo del material de relleno consiste en colocar una muestra con forma anular de cada composición en el extremo superior de una placa de aluminio con dimensiones de 400x80x2 mm.

Cada muestra anular tiene las siguientes dimensiones:

grosor	3±0,1 mm;
diámetro interno	36±0,1 mm
diámetro externo	80±0,1 mm

Después cada placa se coloca a continuación en el interior de un horno cuya temperatura se regula a aproximadamente 200±3°C con su plano principal inclinado con respecto al nivel horizontal del horno para que forme

un ángulo de 60°.

El lado más largo de la placa de aluminio se proporciona con una escala para permitir las mediciones de la distancia que se cubre la cabeza de cada muestra durante el ensayo de goteo.

- 5 Una vez que las muestras alcanzan la temperatura impuesta en interior del horno (a $t=0$, comienza la medición de las distancias cubiertas por las cabezas de las muestras y se registran a tiempos posteriores diferentes como se indica en la Tabla VI).

Tabla VI. Distancias cubiertas por dos piezas de ensayo evaluadas

Tiempo (minutos)	Distancia (A) (mm)	Distancia (B) (mm)
11	1	1
16	10	10
19		20
23		30
25	20	
26		40
30		50
60	27	100

- 10 Los resultados del ensayo de fluidez demuestran claramente que el material de relleno de acuerdo con la presente invención muestra una reducción apreciable de la fluidez con respecto al material de relleno comparativo que comprende una base oleosa similar de polialfaolefina.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cable óptico que comprende al menos una fibra óptica y un material de relleno, **caracterizado porque** el dicho material de relleno comprende al menos el 30% en peso de una poliolefina interna siendo el producto de polimerización de dos o más unidades monoméricas de hidrocarburo que tienen al menos una instauración distribuida de forma aleatoria a lo largo de toda la cadena de hidrocarburo, en la que una mezcla de estas unidades monoméricas a ser polimerizadas comprende un máximo del 10% de unidades monoméricas que tiene el enlace doble en la posición α , y dicho material de relleno tiene una viscosidad en el intervalo de 70 a 120 Pa·s, medidos con un velocidad de corte de $1,5 \text{ s}^{-1}$ a 25°C .
- 10 2. Cable de acuerdo con la Reivindicación 1, **caracterizado porque** el material de relleno comprende del 30% al 98% en peso de poliolefina interna.
3. Cable de acuerdo con la Reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el material de relleno comprende de aproximadamente el 45% a aproximadamente el 95% en peso de poliolefina interna.
4. Cable de acuerdo con la Reivindicación 1, **caracterizado porque** el material de relleno está en contacto con la dicha al menos una fibra óptica.
- 15 5. Cable de acuerdo con la Reivindicación 1, **caracterizado porque** la dicha poliolefina interna se produce mediante la polimerización de unidades monoméricas de hidrocarburo insaturado, conteniendo cada una de 10 a 20 átomos de carbono.
6. Cable de acuerdo con la Reivindicación 5, **caracterizado porque** cada una de dichas unidades monoméricas contiene de 12 a 18 átomos de carbono.
- 20 7. Cable de acuerdo con la Reivindicación 6, **caracterizado porque** cada una de dichas unidades monoméricas contiene de 15 a 16 átomos de carbono.
8. Cable de acuerdo con la Reivindicación 5, 6 ó 7, **caracterizado porque** la dicha poliolefina interna es un oligómero que comprende de 2 a 4 unidades monoméricas de hidrocarburo insaturado.
- 25 9. Cable óptico de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la dicha poliolefina interna es una mezcla de poliolefinas que tienen diferentes pesos moleculares.
10. Cable de acuerdo con la Reivindicación 9, **caracterizado porque** la dicha mezcla de poliolefinas internas es una mezcla de oligómeros, comprendiendo cada uno de 2 a 4 unidades monoméricas de hidrocarburo insaturado.
11. Cable de acuerdo con la Reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el dicho material de relleno comprende un espesante polimérico.
- 30 12. Cable de acuerdo con la Reivindicación 11, **caracterizado porque** el dicho espesante es un copolímero de bloque del tipo que comprende unidades de estireno, propileno y etileno.
13. Cable de acuerdo con la Reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el dicho material de relleno también comprende un aceite mineral.
- 35 14. Cable de acuerdo con la Reivindicación 13, **caracterizado porque** el dicho aceite mineral es un aceite nafténico refinado.
15. Cable de acuerdo con la Reivindicación 14, **caracterizado porque** el dicho aceite nafténico tiene una viscosidad en el intervalo de 4 a 60 mPa·s, una viscosidad en el intervalo de $1,5$ a $7 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ a 100°C y un punto de vertido en el intervalo de -60°C a -25°C .
- 40 16. Cable óptico de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 13 a 15, **caracterizado porque** el dicho aceite mineral en el material de relleno sustituye a una cantidad de poliolefina interna en un porcentaje en peso que varía del 0% al 70%.
- 45 17. Composición de material de relleno para cables ópticos, **caracterizado porque** comprende al menos el 30% en peso de una poliolefina interna siendo el producto de polimerización de dos o más unidades monoméricas de hidrocarburo que tienen al menos una instauración distribuida de forma aleatoria a lo largo de toda la cadena de hidrocarburo, en la que una mezcla de estas unidades monoméricas a ser polimerizadas comprende un máximo del 10% de unidades monoméricas que tienen el doble enlace en la posición α , y dicho material de relleno tiene una viscosidad en el intervalo de 70 a 120 Pa·s, medidos con un velocidad de corte de $1,5 \text{ s}^{-1}$ a 25°C .
- 50 18. Uso de una composición que tiene una viscosidad en el intervalo de 70 a 120 Pa·s, medida con una velocidad de corte de $1,5 \text{ s}^{-1}$ a 25°C y que comprende al menos el 30% en peso de una poliolefina interna siendo el producto de polimerización de dos o más unidades monoméricas de hidrocarburo que tienen al menos una instauración distribuida de forma aleatoria a lo largo de toda la cadena de hidrocarburo, en la que una mezcla de estas unidades

monoméricas a ser polimerizadas comprende un máximo del 10% de unidades monoméricas que tienen el doble enlace en la posición α como material de relleno para cables ópticos.

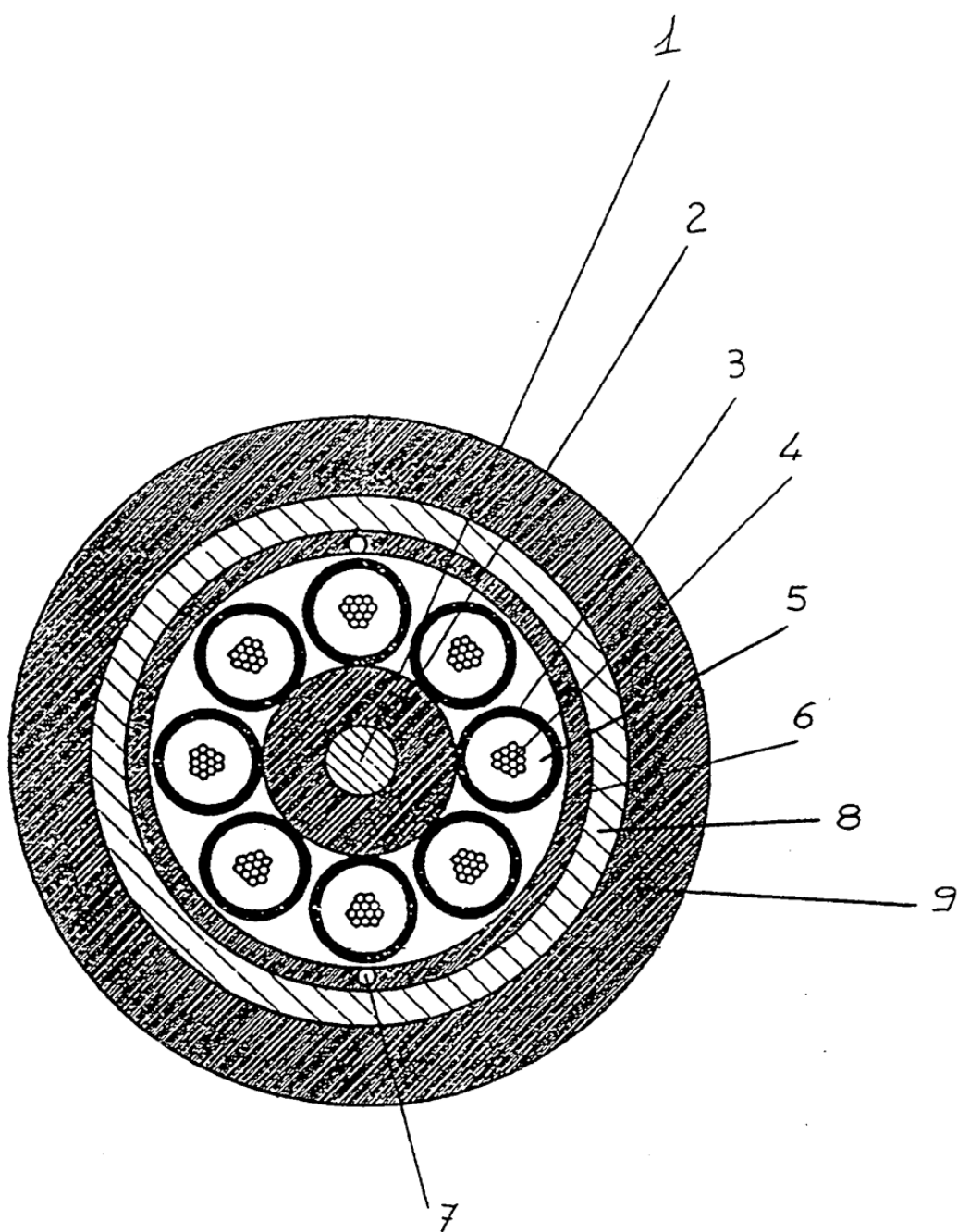


FIG.1

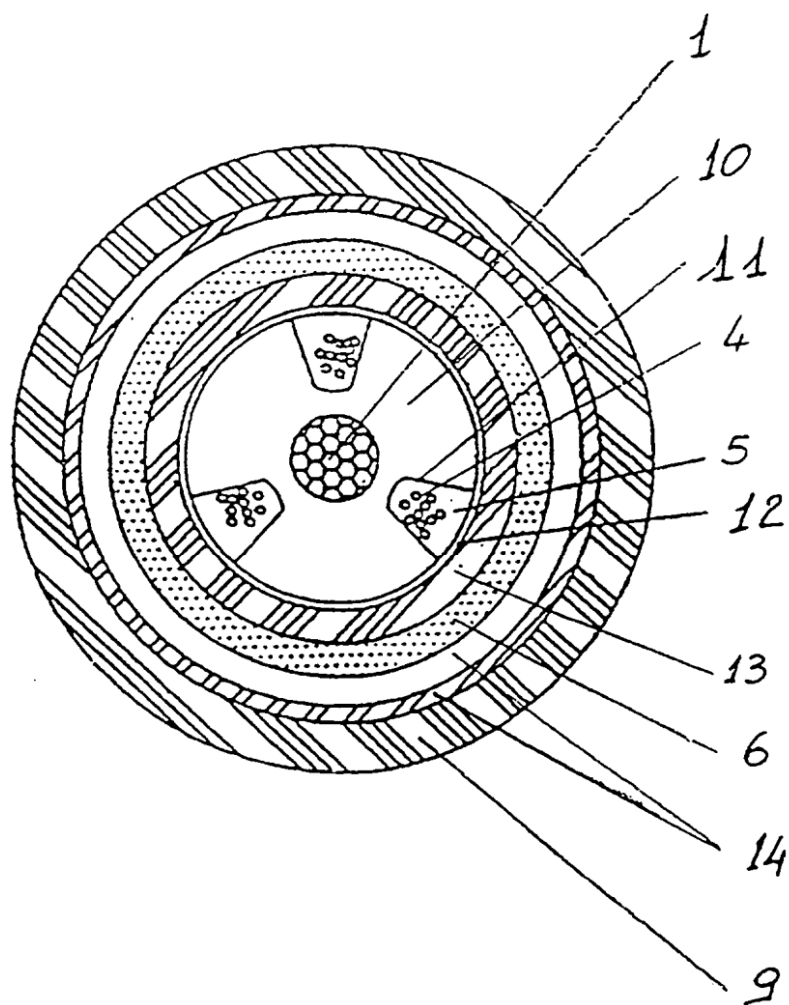


FIG.2

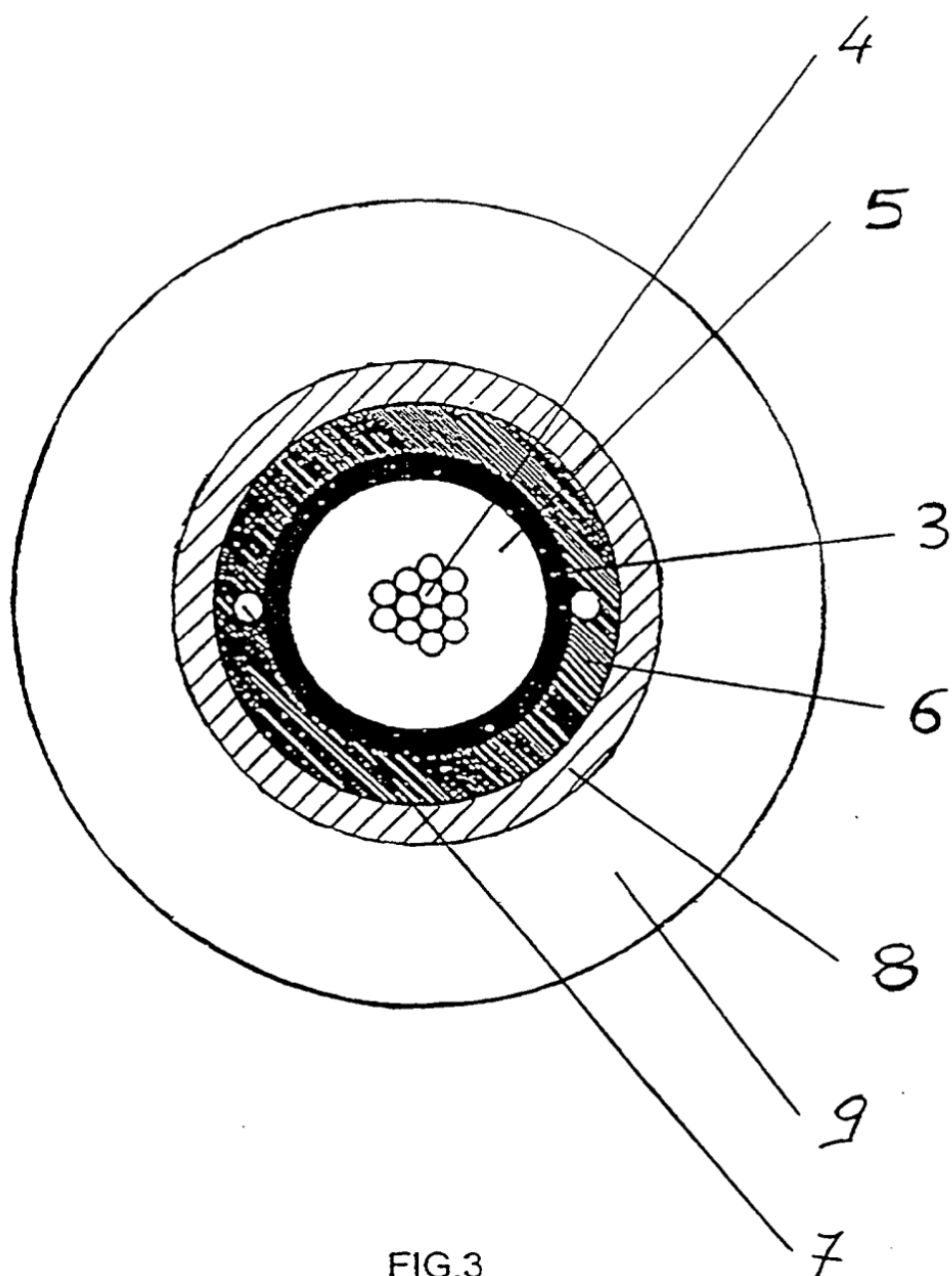


FIG.3

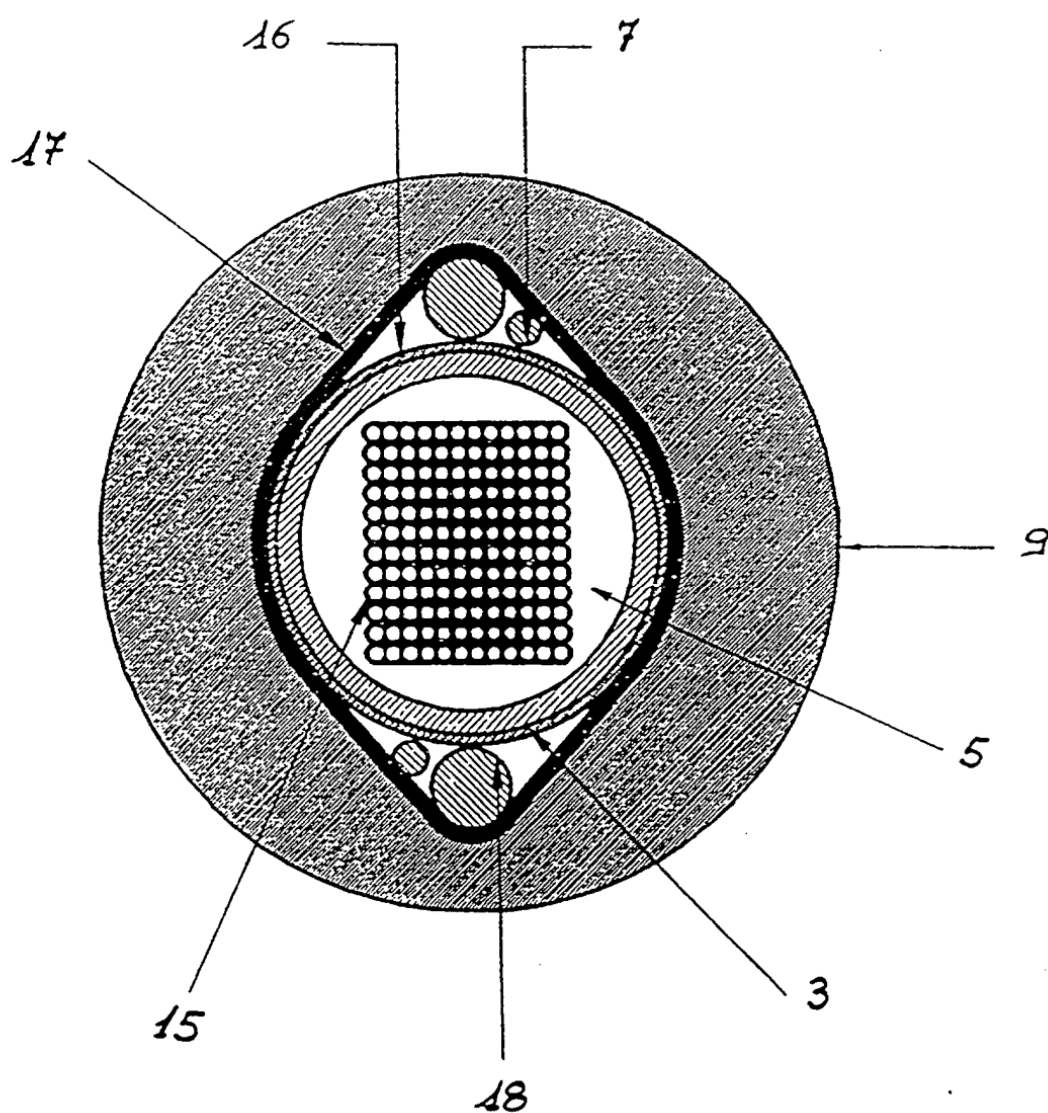


FIG. 4