

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 278**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

B29C 47/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2006 E 10183316 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 2322964**

54 Título: **Disposición de tubo de protección con una pluralidad de fibras ópticas y un elemento hinchable en agua**

30 Prioridad:

20.07.2005 US 700739 P
24.08.2005 US 710654 P
03.02.2006 US 764776 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2019

73 Titular/es:

DRAKA COMTEQ B.V. (100.0%)
De Boelelaan 7
1083 HJ Amsterdam, NL

72 Inventor/es:

OVERTON, BOB;
CHEATLE, WAYNE y
DECHRISTOPHER, GREG

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 715 278 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

Disposición de tubo de protección con una pluralidad de fibras ópticas y un elemento hinchable en agua

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] Un cable que incluye una cinta o hilo hinchable en agua, utilizado en el diseño de cable para bloqueo de agua dentro de un tubo protector y que incluye un material adhesivo para unir la cinta o hilo a las fibras ópticas y/o al tubo protector.

10

ANTECEDENTES

[0002] El gel de relleno a base de petróleo de bloqueo de agua para tubos y cables de fibra óptica tiene dos propósitos:

15

1) rellenar por completo la totalidad del espacio libre dentro de un tubo protector que contiene una fibra óptica o un haz de fibras, bloqueando la entrada de agua en el cable; y 2) al ser un material tixotrópico, acoplar mecánicamente la fibra o el haz de fibras al tubo de protección e impidiendo que la fibra óptica o el haz de fibras se retraigan dentro del tubo de protección a medida que el tubo de protección se procesa, mientras se instala, se manipula, o cuando el cable está sujeto a cambios dimensionales inducidos térmicamente debido a la exposición ambiental. Un cable totalmente seco elimina el gel de relleno del interior de un tubo de protección, ya sea fibra de tubo suelto o un cable plano. En un cable totalmente seco, el gel de relleno se puede reemplazar por un elemento hinchable en agua, que puede ser una cinta o un hilo que lleva un material hinchable en agua. El elemento hinchable en agua puede no proporcionar un acoplamiento suficiente de la fibra óptica o la cinta al tubo de protección, permitiendo así que la fibra o la cinta se retraigan dentro del tubo/cable cuando el cable se instala o está expuesto a temperaturas extremas.

20

25

[0003] La patente de Estados Unidos N° 6.970.629 y la publicación de patente de Estados Unidos N° 2005/0213902 describen la unión adhesiva de un elemento hinchable en agua (o inserto seco) a un tubo de protección. Aunque esto puede ayudar a evitar que las fibras o las cintas se retraigan con respecto al tubo de protección, introduce su propio problema en la fabricación del cable. Más específicamente, es preferible que el elemento hinchable en agua tenga capacidad de moverse con respecto al tubo de protección antes y durante el enfriamiento del tubo de protección, de modo que las fibras o cintas no experimenten una curvatura a modo de columna cuando el tubo de protección se contrae durante el enfriamiento. Dicha curvatura de las fibras o cintas puede provocar pérdidas de señal óptica, ya que las fibras o cintas pueden hacer contacto con la pared interior del tubo de protección.

30

35

[0004] De hecho, es común tensar las fibras o cintas para inducir una tensión positiva durante el proceso de extrusión del tubo de protección. De esta manera, cuando el material del tubo de protección se contrae al enfriarse, la tensión positiva en las fibras ópticas o cintas compensa la contracción de un tubo de protección antes de que las fibras o cintas comiencen a absorber la contracción por alabeo a modo de pilar.

RESUMEN DE LA INVENCION

40

[0005] La presente invención se refiere a una disposición de tubo de protección según la reivindicación 1.

[0006] Las fibras ópticas pueden conformarse, por ejemplo, en cintas de 2 a 24 o más fibras mantenidas juntas en una configuración plana mediante la aplicación de una sobre cubierta delgada, o matriz, de material susceptible de endurecerse por UV. Por lo tanto, en el tubo de protección, las fibras se pueden agrupar como una pila de cintas, o pueden enrollarse helicoidalmente entre sí. Alternativamente, las fibras pueden estar dispuestas de manera suelta.

45

[0007] La disposición del tubo de protección incluye un material adhesivo que une las fibras ópticas al material hinchable en agua.

50

[0008] Por consiguiente, la presente invención se refiere a una disposición de tubo de protección, que comprende: una pluralidad de fibras ópticas; un tubo de protección que encierra dichas fibras ópticas; un elemento hinchable en agua dispuesto entre las fibras ópticas y el tubo de protección y que envuelve las fibras ópticas; y un material adhesivo para unir dicho elemento hinchable en agua a las fibras ópticas.

55

[0009] La presente invención se refiere además a una disposición de tubo de protección, que comprende: una pluralidad de fibras ópticas; un tubo de protección que envuelve dichas fibras ópticas; y un elemento hinchable en agua dispuesto entre las fibras ópticas y el tubo de protección y que envuelve las fibras ópticas; en el que dicho elemento hinchable en agua comprende una capa exterior y al menos una capa interior, y una costura de una capa interior de dicho elemento hinchable en agua está en contacto con dicho tubo de protección para unir el elemento hinchable en agua al tubo de protección.

[0010] De acuerdo con la invención, la disposición de tubo de protección comprende un material adhesivo para unir las fibras ópticas al elemento hinchable en agua.

60

[0011] Según una realización, dicho material adhesivo comprende un material adhesivo susceptible de endurecerse.

[0012] Según otra realización, dicho material adhesivo comprende un material susceptible de endurecerse térmicamente.

[0013] Según otra realización más, dicho material adhesivo consiste en una silicona.

65

[0014] Según otra realización más, dicho material adhesivo consiste en un material susceptible de endurecerse por radiación.

- 5 [0015] De acuerdo con otra realización más, dicho material adhesivo consiste en un adhesivo fusible térmicamente.
 [0016] Según otra realización más, dicho material adhesivo comprende un material adhesivo termoplástico.
 [0017] De acuerdo con la presente invención, dicho material adhesivo comprende un material adhesivo espumado.
 [0018] Según otra realización más, el grado de formación de espuma de dicho material adhesivo espumado es del 1% al 95%.
- 10 [0019] De acuerdo con otra realización más, dicho material adhesivo espumado llena del 1% hasta virtualmente el 100% del espacio libre dentro del elemento hinchable en agua.
 [0020] De acuerdo con otra realización más, dicho material adhesivo se proporciona como al menos un cordón.
 [0021] De acuerdo con otra realización más, dicho al menos un cordón comprende un cordón continuo.
 [0022] Según otra realización más, dicho al menos un cordón comprende un cordón discontinuo.
 [0023] Según otra realización más, dicho material adhesivo susceptible de endurecerse se proporciona en dicho elemento hinchable en agua.
 [0024] Según otra realización más, dicho material adhesivo está incrustado en dicho elemento hinchable en agua.
 [0025] Según otra realización más, dicho material adhesivo se proporciona en dichas fibras ópticas.
- 15 [0026] Según otra realización más, dicho material adhesivo susceptible de endurecerse se proporciona en dicho material fibroso.
 [0027] Según otra realización más, dicho material adhesivo susceptible de endurecerse se encuentra incrustado en dicho material fibroso.
 [0028] Según otra realización más, dichas fibras ópticas se agrupan como una pila de cintas.
- 20 [0029] De acuerdo con otra realización más, dichas fibras ópticas están enrolladas entre sí helicoidalmente.
 [0030] Según otra realización más, dicho elemento hinchable en agua es uno de entre una cinta o uno o más hilos que tienen partículas absorbentes de agua, o una combinación de cinta y uno o más hilos.
 [0031] Según otra realización más, dicho elemento hinchable en agua comprende dos capas y un polvo hinchable en agua intercalado entre las dos capas.
- 25 [0032] Según otra realización más, dicho elemento hinchable en agua comprende una capa exterior, dos capas interiores y un polvo hinchable en agua intercalado entre las dos capas interiores.
 [0033] Según otra realización más, dicha disposición de tubo de protección no consta de un material adhesivo para unir el elemento hinchable en agua al tubo de protección.
 [0034] Según otra realización más, dicho material adhesivo susceptible de endurecerse ha sido endurecido, y dicho material adhesivo endurecido une dicho elemento hinchable en agua a las fibras ópticas.
- 30 [0035] De acuerdo aún con otra realización, cada capa interior y el tubo de protección consisten independientemente en un polipropileno, y la capa exterior se compone de una resina sintética fibrosa.
 [0036] Según otra realización más, la resina sintética fibrosa se compone de un poliéster.
 [0037] La presente invención se refiere además a un procedimiento para formar una disposición de tubo de protección de acuerdo con el procedimiento de la reivindicación 11.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 40 [0038] Los cables y las disposiciones de tubos de protección se entenderán y apreciarán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos no limitativos, en los que:
 - La figura 1 es una vista en sección de un ejemplo de cable;
 - La figura 2 es una vista en sección de un ejemplo de cable;
 - La figura 3 es una vista en sección de una realización de cable según la invención;
 - La figura 4 es una vista en sección de un ejemplo de cable;
 45 - La figura 5 es una vista en sección de un ejemplo de cable; y
 - La figura 6 es una vista en sección de un ejemplo de cable.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 50 [0039] La figura 1 ilustra un ejemplo de cable, no conforme a la invención, en el que una disposición de tubo de protección 10 incluye una pluralidad de fibras ópticas 12 dispuestas formando un haz, un elemento 14 hinchable en agua dispuesto alrededor del haz de fibras ópticas 12, un tubo protector 16 en el que están envueltas las fibras ópticas 12 y el elemento hinchable en agua 14, un material adhesivo susceptible de endurecerse 18 para unir el elemento hinchable en agua al tubo protector, y un material adhesivo 20 para unir el haz de fibras ópticas 12 al elemento hinchable en agua 14.
- 55 [0040] Como se señaló anteriormente, aunque la figura 1 ilustra las fibras ópticas agrupadas como una pila de cintas, las fibras ópticas pueden alternativamente, por ejemplo, estar dispuestas de forma suelta o enrolladas helicoidalmente entre sí.
 [0041] El elemento 14 hinchable en agua puede incluir una cinta o hilo hinchable en agua que porta o contiene un polvo hinchable en agua. El polvo hinchable en agua se puede aplicar a ambos lados del elemento hinchable en agua, o se puede aplicar en un solo lado. En ciertas realizaciones, el elemento 14 hinchable en agua puede incluir dos capas, y el polvo hinchable en agua puede aplicarse intercalado entre las dos capas.
- 60

[0042] La composición de la cinta o hilo hinchables en agua no está particularmente limitada. Un ejemplo de cinta o hilo puede estar hecho de un material que incluye un poliéster, tal como, por ejemplo, un material de soporte de poliéster firme, ligero y económico dentro del cual se fijan partículas o recubrimientos de poliácido de sodio. Ejemplos de cinta también pueden ser filamentos de poliéster de tejido no tejido, aunque a veces se usan otros materiales, como, por ejemplo, polipropileno. Otros ejemplos de cintas hinchables con agua que se pueden usar en los cables se encuentran en las patentes de EE. UU., números 4.909.592, 6.284.367 y 6.899.776. Se pueden encontrar ejemplos de utilización de hilos hinchables en agua en los cables, que incluyen una pluralidad (por ejemplo, cuatro) de hilados hinchables en agua de 1500 denier, en las patentes de EE. UU., números 4.703.998, 6.633.709 y 6.654.526.

[0043] La composición del tubo de protección 16 tampoco está particularmente limitada y puede incluir, por ejemplo, un polipropileno, un polietileno o un tereftalato de polibutileno.

[0044] Las composiciones del tubo de protección 16 y del elemento hinchable en agua 14, pueden ser tales que ambas se unan de manera suficiente por medio de mecanismos de unión normales, tales como, por ejemplo, unión por fusión (mecanismo de difusión), fuerzas de Van der Waals o enlaces de hidrógeno (mecanismos electrostáticos), interacciones de energía superficial, otros mecanismos electrostáticos, etc. Este puede ser el caso cuando, por ejemplo, un elemento 14 hinchable en agua a base de poliéster se utiliza junto con un tubo de protección 16, hecho a base de polipropileno.

[0045] Dependiendo de los materiales elegidos para las composiciones del tubo de protección 16 y del elemento hinchable en agua 14, puede producirse un acoplamiento mecánico entre el tubo de protección 16 y el elemento hinchable en agua 14 de pequeña magnitud, debido a fibrillas del elemento hinchable en agua que se incrustan en la pared interna del tubo de protección, por ejemplo, durante el enfriamiento del tubo de protección. Este tipo de acoplamiento mecánico puede minimizarse o maximizarse mediante diseño, en caso de minimizarse, puede ser poco fiable para asegurar fuerzas de acoplamiento suficientes entre las fibras ópticas y el tubo de protección 16. Por ejemplo, si durante la instalación se empuja o fuerza demasiado el cable, un elemento hinchable en agua a base de poliéster, que simplemente tiene fibras del mismo embebidas en la pared interna de un tubo de protección, puede separarse de un tubo de protección hecho de un material que incluye polipropileno.

[0046] Por lo tanto, utilizando una cinta o hilo para bloqueo de agua dentro de un tubo de protección 16 pueden reducirse drásticamente las fuerzas de acoplamiento entre el haz de fibra óptica 12 (por ejemplo, cintas de fibra óptica) y el tubo de protección 16, al depender principalmente de la fricción entre los haces de fibras, la cinta o hilo y el tubo de protección.

[0047] Por lo tanto, se puede proporcionar un material adhesivo susceptible de endurecerse 18 en la superficie de o incrustado en la cinta o hilo para unir el elemento hinchable en agua 14 al tubo de protección 16 después del endurecido. El material adhesivo susceptible de endurecerse 18 puede ser, por ejemplo, un material susceptible de endurecerse térmicamente o un material susceptible de endurecerse por radiación y puede aplicarse en un estado sin espumar como se muestra en la figura 1 o un estado espumado como se muestra en la figura 2. Aunque en la figura 2 no se ilustra un material adhesivo 20 para unir el haz de fibras ópticas 12 al elemento hinchable en agua 14, realizaciones de los cables en los que el material adhesivo susceptible de endurecerse 18 se encuentra en un estado espumado también pueden incluir dicho material adhesivo 20.

[0048] La formación de espuma puede reducir la tensión en los componentes del cable, incluidas las fibras ópticas, al permitir que el proceso de extrusión del tubo de protección empuje el adhesivo susceptible de endurecerse espumado por completo alrededor del elemento hinchable en agua sin deformación del tubo de protección. Además, las tensiones lineales que pueden acumularse en las fibras ópticas (por ejemplo, la cinta) debido a los cambios de temperatura y la contracción térmica diferencial entre el material adhesivo susceptible de endurecerse y las cintas se reducen debido a la estructura de espuma. Un material adhesivo susceptible de endurecerse espumado puede ser algo parecido a celda cerrada.

[0049] La aplicación del material adhesivo susceptible de endurecerse 18 en estado espumado puede bloquear efectivamente el agua entre el elemento hinchable en agua 14 y la pared del tubo de protección, mientras que el elemento hinchable en agua puede bloquear efectivamente el intersticio entre él y las cintas.

[0050] Un ejemplo de un material térmicamente endurecible que se puede usar como material adhesivo susceptible de endurecerse 18, es una silicona de dos componentes, de vulcanización a temperatura ambiente (RTV), tal como GE RTV615, que puede espumarse antes de la aplicación en el tubo protector. Otro ejemplo es una silicona RTV que se espuma por sí misma unos segundos después de la aplicación, como, por ejemplo, la espuma de silicona 3-8159 RF de Dow Corning. Otro ejemplo es un uretano de dos componentes, que también puede espumarse durante el mezclado o que puede formularse para auto espumarse durante el proceso de endurecido. Ejemplos de estos últimos son cauchos de uretano Reoflex vendidos por Smooth-On Corp. Estos tipos de materiales también pueden formularse con un módulo muy bajo que no cambia sustancialmente con las variaciones de temperatura que normalmente se encuentran en los entornos en los que se pueden desplegar cables de fibra óptica.

[0051] Ejemplos de materiales susceptibles de endurecerse por radiación incluyen el acrilato de silicona susceptible de endurecerse por radiación OF212 u OF207 de Shin-Etsu, y el acrilato de uretano susceptible de endurecerse por radiación 3471-1-135 de DSM Desotech. Los materiales como estos ejemplos son numerosos y se endurecen rápidamente con radiación actínica aplicada y, por lo general, un módulo de Young bajo para minimizar la sollicitación en las fibras ópticas o haces de fibras.

[0052] El procedimiento para aplicar el material adhesivo susceptible de endurecerse 18 no está particularmente limitado. Por ejemplo, el material adhesivo susceptible de endurecerse 18 se puede aplicar como un cordón continuo o un cordón discontinuo. Además, se puede aplicar una pluralidad de cordones (por ejemplo, dos cordones (continuos o discontinuos) separados por un cierto número de grados, como la separación de 180°).

[0053] El material adhesivo susceptible de endurecerse 18 se puede aplicar al exterior del elemento hinchable en agua 14 envuelto (que contiene en su interior las fibras ópticas o la pila de cintas), por ejemplo, justo antes de introducirse a la máquina extrusora del tubo de protección. El material adhesivo susceptible de endurecerse 18, aún puede estar en estado líquido durante el resto del proceso de aplicación del tubo de protección, lo que permite que el elemento hinchable en agua 14 y las fibras ópticas permanezcan juntas en sincronía, moviéndose a la misma velocidad, hasta el carrete de recogida.

[0054] Después del proceso de aplicación del tubo de protección, el material adhesivo susceptible de endurecerse 18 puede endurecerse completamente, formando una unión entre el tubo de protección y el elemento hinchable en agua envuelto alrededor de las fibras ópticas. Por ejemplo, el endurecido del material adhesivo 18 se puede diseñar para que tenga lugar después de que el tubo de protección se haya enfriado en un grado predeterminado o en un momento predeterminado después de extrudir el tubo de protección.

[0055] La disposición de aplicación del adhesivo susceptible de endurecerse 18 puede ajustarse para proporcionar el grado de unión requerido. A este respecto, la unión adhesiva proporcionada por el adhesivo susceptible de endurecerse 18 debe ser preferiblemente tal que sea posible cortar el tubo de protección 16 cerca de un extremo y tirar del elemento hinchable en agua 14 con relativa facilidad. Por otro lado, la unión provista por el adhesivo susceptible de endurecerse 18 debería prever el acoplamiento del elemento hinchable en agua 14 al tubo de protección 16 para una manipulación/instalación exitosa del cable sin que las fibras o cintas en el tubo de protección se retraigan dentro del cable.

[0056] Una ventaja de usar un material adhesivo susceptible de endurecerse es que se puede aplicar una tensión tanto al material hinchable en agua 14 como a las fibras ópticas durante el proceso de protección, proporcionando al material hinchable en agua la capacidad de moverse con respecto al tubo de protección previo al endurecimiento del material adhesivo.

[0057] Como se señaló anteriormente, la capacidad de someter a tensión las fibras ópticas y el material hinchable en agua es beneficiosa en ciertos procedimientos de fabricación. Más específicamente, puede ser necesario limitar el exceso de longitud de las fibras dentro del tubo de protección para minimizar cualquier pérdida de señal óptica causada por tensiones de contacto entre las fibras y la pared interior del tubo de protección. El exceso de longitud se genera cuando el tubo de protección termoplástico se contrae linealmente al enfriarse después de la extrusión, mientras que las fibras no se contraen. Para limitar el exceso de longitud, es común tensar las fibras para compensar y el tubo de protección con fibras en él después del punto de acoplamiento para inducir una tensión positiva durante el proceso de extrusión del tubo de protección. Luego, cuando el material del tubo de protección se contrae al enfriarse, la tensión positiva en las fibras ópticas compensa parte de la contracción del tubo de protección antes de que las fibras comiencen a absorber la contracción mediante pandeo controlado. El elemento 14 hinchable en agua también puede someterse a una tensión para evitar que el elemento hinchable en agua se arrugue o se arracime cuando el tubo de protección se contrae al enfriarse.

[0058] Las disposiciones de tubo de protección descritas en este documento pueden permitir la eliminación del gel de relleno, mientras que aún proporcionan un deseable perfil de acoplamiento entre el elemento hinchable en agua y el tubo de protección. También utiliza una adherencia por endurecido, en lugar de por fricción, para garantizar el acoplamiento incluso en tramos cortos de cable. La eficacia del enfoque de fricción es cuestionable. El logro de una fuerza de fricción suficiente entre el contenido del tubo de protección y la pared del tubo de protección puede ser perjudicial para el rendimiento óptico de las fibras.

[0059] Se utiliza un material adhesivo 20 para unir el haz de fibras ópticas 12 al elemento 14 hinchable en agua. Por ejemplo, el material adhesivo 20 se puede aplicar durante el proceso de aplicación del tubo de protección como un solo cordón o una pluralidad de cordones con una cabeza fija colocado directamente sobre las fibras ópticas entre la matriz que controla el posicionamiento de las fibras y el aplicador de elementos hinchables. En otras realizaciones, el material adhesivo 20 se puede incrustar en el elemento 14 hinchable en agua de manera que permitirá unir el elemento 14 hinchable en agua a las fibras ópticas.

[0060] La matriz aquí puede ser un aparato que coloca las fibras ópticas (por ejemplo, dispone todas las cintas juntas formando una pila). Los resultados de matriz y cinta pueden ser en un "árbol" que gira mientras todo lo demás está fijo. Por lo tanto, la pila de cintas se puede retorcer helicoidalmente a medida que se introduce en el cabezal del extrusor del tubo de protección. De acuerdo con ello, un cordón de material adhesivo 20 puede, en efecto, conformarse en espiral alrededor de la pila de cintas, pasando sobre las esquinas y sobre cada lado de la pila antes de aplicarse la cinta hinchable en agua. Alternativamente, el aplicador de cordones se puede montar en un accesorio giratorio de manera tal que el cordón o cordones se puedan aplicar solo en las esquinas de la pila de cintas, o en la parte superior e inferior de la pila de cintas, o solo en los lados de la pila de cintas.

[0061] La disposición de aplicación particular de material adhesivo 20 no está destinada a limitarse a un único cordón. Por ejemplo, dos cordones colocados a una separación de un determinado número de grados, como, por ejemplo, con una separación de 180°, pueden aplicarse para ayudar a mantener la pila mejor centrada y bien protegida contra contacto con el elemento hinchable en agua y la pared del tubo de protección y para mantener la integridad de la pila. El material adhesivo 20 también se puede aplicar como una película directamente sobre la cinta hinchable en agua antes de envolverla alrededor de la pila de cintas. También se pueden utilizar otras formas y números de cordones adhesivos. En todos los casos, la intención es acoplar la pila de cintas a la cinta hinchable en agua utilizando el adhesivo.

[0062] De manera ventajosa, el adhesivo puede espumarse para reducir adicionalmente el módulo del material. El grado de formación de espuma, medido por el porcentaje de reducción en la densidad del adhesivo desde el estado completamente sin espumar, puede ser, por ejemplo, del 1% al 95%. Más preferiblemente, el grado de formación

de espuma puede ser del 20% al 80%. Más preferiblemente, el grado de formación de espuma puede ser del 40% al 60%. El material adhesivo espumado puede llenar del 1% a virtualmente el 100% del espacio libre dentro del elemento hinchable en agua, más preferiblemente del 1% al 50% del espacio libre, más preferiblemente del 1% al 20% del espacio libre.

5 **[0063]** La composición del material adhesivo 20 no está particularmente limitada. Puede incluir un adhesivo termofusible, como, por ejemplo, un acetato de etileno-vinilo, un acetato de etileno-butilo o un acetato de etileno-etilo, o puede incluir mezclas de copolímeros de bloques de estireno-butadieno con aceites, uretano termoplástico o un polivinilo butiral. El material adhesivo 20 puede incluir incluso un polipropileno u otra poliolefina.

10 **[0064]** Por ejemplo, el material adhesivo 20 puede incluir un copolímero de bloques de bloques terminales de estireno con un butileno o un bloque intermedio de etileno-butileno. Los bloques terminales de estireno en las moléculas pueden asociarse a medida que el caucho de la mezcla se enfría, formando pseudo-reticulaciones y dando a la mezcla las características de un sólido reticulado mientras permanece blando a través de un amplio rango de temperatura. Un ejemplo de tal adhesivo es MA-145 vendido por Master Adhesive.

15 **[0065]** El material adhesivo 20 también puede ser un material de endurecido, tal como, por ejemplo, cualquiera de los materiales susceptible de endurecerse por radiación o los materiales de endurecido térmico descritos anteriormente con respecto al material adhesivo susceptible de endurecerse 18.

[0066] Según la presente invención, una realización de la cual se muestra en la figura 3, se proporcionan cables en los que el elemento hinchable en agua 14 se adhiere al tubo de protección 16, ya sea por fricción o por acoplamiento mecánico del tubo de protección 16 directamente al elemento hinchable en agua 14.

20 **[0067]** En este aspecto, las composiciones del tubo de protección 16 y el elemento hinchable en agua 14 pueden elegirse para promover el acoplamiento del elemento hinchable en agua 14 a una pared del tubo de protección 16 a través del interbloqueo mecánico de fibras incrustadas en la pared del tubo. Las fibrillas del elemento hinchable en agua 14 pueden incrustarse en la pared interna del tubo de protección 16, por ejemplo, durante el enfriamiento del tubo de protección. En una realización de este aspecto de los cables, el elemento hinchable en agua 14 puede estar
25 hecho de un material que incluye, por ejemplo, fibras de poliéster y el tubo de protección 16 puede estar hecho de un material que incluye polietileno.

[0068] Según este aspecto de los cables, los cables incluyen un material adhesivo 20 para unir las fibras ópticas al material hinchable en agua. El material adhesivo 20 puede ser cualquiera de los materiales adhesivos 20 identificados previamente en relación con la figura 1.

30 **[0069]** Como se ilustra en la figura 4, se proporciona una disposición de tubo de protección 10, no de acuerdo con la invención, en la que se proporciona un material adhesivo susceptible de endurecerse 18 para unir un elemento 14 hinchable en agua a un tubo de protección 16, pero que no incluye material adhesivo 20 para unir las fibras ópticas 12 al material hinchable en agua 14.

35 **[0070]** Este aspecto de los cables se basa en el acoplamiento por fricción de las fibras ópticas (por ejemplo, el haz de fibras) al elemento hinchable en agua con el fin de acoplar las fibras a través de la pared del tubo de protección.

[0071] La figura 5 ilustra otro aspecto de los cables no de acuerdo con la invención. La disposición del tubo de protección 10 incluye una pluralidad de fibras ópticas 12 dispuestas en un haz (por ejemplo, una pila de cintas), un elemento 14 hinchable en agua dispuesto alrededor del haz de fibras ópticas 12, y un tubo de protección 16 en el que las fibras ópticas 12 y el elemento 14 hinchable en agua están envueltos.

40 **[0072]** Como se ilustra en la figura 1, se puede usar un material adhesivo 20 para unir el haz de fibras al elemento hinchable en agua 14. Además, aunque la figura 5 ilustra las fibras ópticas agrupadas como una pila de cintas, las fibras ópticas pueden estar alternativamente, por ejemplo, dispuestas o enrolladas helicoidalmente entre sí.

45 **[0073]** Este aspecto difiere de los aspectos previos en que entre el elemento hinchable en agua 14 y el tubo de protección 16 se proporciona un material fibroso 22. Por ejemplo, una banda de material fibroso 22 puede envolverse helicoidalmente alrededor del elemento hinchable en agua que contiene las fibras ópticas. Una ventaja de este aspecto es que el elemento hinchable en agua puede comprender un material de composición similar al material del tubo de protección, por ejemplo, telas no tejidas hiladas de polipropileno que capturan polvo hinchable en agua entre dos capas, y una tela no tejida hilada de poliéster interpuesta entre este elemento hinchable en agua y un tubo de protección de polipropileno evita que el elemento hinchable en agua desarrolle un nivel de unión con el
50 tubo de protección indeseablemente alto. De nuevo, esta disposición puede permitir que el haz de fibras y el elemento hinchable en agua se coloquen bajo tensión durante el proceso de extrusión del tubo de protección, mientras que la tela de material fibroso permite el deslizamiento entre el elemento hinchable en agua y el tubo de protección durante este proceso dinámico. Puede haber al menos dos ventajas al utilizar un elemento hinchable en agua que comprenda dos capas de tela entre las cuales se captura el polvo hinchable en agua. En primer lugar, las partículas hinchables en agua pueden mantenerse alejadas de las fibras ópticas, reduciendo micro-curvaturas inducidas por las partículas que inciden en las fibras ópticas. En segundo lugar, se puede encontrar poco o ningún polvo suelto cuando se accede a un cable que contiene una cinta hinchable en agua de dos capas.

55 **[0074]** Una disposición de tubo de protección incluye un material adhesivo susceptible de endurecerse 24 para unir el material fibroso al elemento hinchable en agua. El material adhesivo susceptible de endurecerse 24 puede ser cualquiera de los materiales adhesivos identificados anteriormente en relación con el material adhesivo susceptible de endurecerse 18 de las figuras 1, 2 y 4. El adhesivo susceptible de endurecerse 24 se puede aplicar, por ejemplo, sobre la superficie del material fibroso 22 entre el elemento hinchable en agua 14 y el material fibroso 22 antes de introducirse en la máquina extrusora del tubo de protección, sobre la superficie del elemento hinchable en agua 14 entre el elemento 14 hinchable en agua y el material fibroso 22 antes de introducirse en la máquina extrusora del
60 tubo de protección, o el material adhesivo susceptible de endurecerse 24 puede incrustarse en el elemento 14 hinchable en agua y/o el material fibroso 22 antes de introducirse en la máquina extrusora del tubo de protección. El
65

material adhesivo susceptible de endurecerse 24 puede aplicarse como un cordón o en cualquiera de las formas identificadas anteriormente en relación con el material adhesivo susceptible de endurecerse 18 de las figuras 1, 2 y 4.

[0075] El material fibroso 22 puede ser, por ejemplo, una resina sintética fibrosa, tal como una tela no tejida hilada. El material fibroso 22 puede incluir fibras de hilado y calandrado orientadas aleatoriamente, aplastadas y unidas por calor, permaneciendo por lo tanto porosas y de naturaleza fibrosa.

[0076] La composición del material fibroso 22 no está particularmente limitada y puede incluir, por ejemplo, un poliéster. Además, las composiciones del tubo de protección 16 y el material fibroso 22 se pueden elegir para promover la adherencia entre ellos a través del acoplamiento del material fibroso 22 a una pared del tubo de protección 16 mediante el enclavamiento mecánico de las fibras del material fibroso 22 que se incrustan en la pared del tubo de protección 16 durante el proceso de extrusión del tubo 16.

[0077] En particular, durante el proceso de extrusión del tubo de protección, las fibras del material fibroso 22 pueden incrustarse en el tubo de protección para acoplar mecánicamente ambos. Durante el proceso de extrusión del tubo de protección, el material fibroso 22 no está unido al elemento hinchable en agua 14 porque el material adhesivo 24 aún no se ha endurecido. Esto produce las siguientes ventajas.

[0078] Utilizando un material adhesivo susceptible de endurecerse 24, que aún no está endurecido, y por lo tanto no une el material fibroso 22 al elemento hinchable en agua 14 durante el proceso de extrusión del tubo de protección, se permite el movimiento relativo entre el tubo de protección y las fibras ópticas, de modo que las fibras no se sometan a una tensión de compresión indeseable durante el enfriamiento del tubo de protección. Es decir, (i) las fibras ópticas y el elemento hinchable en agua permanecerán suficientemente juntas (permanecerán juntas en sincronía, moviéndose a la misma velocidad) durante el proceso de extrusión, y (ii) las fibras ópticas y el elemento hinchable en agua se moverán relativamente respecto del material fibroso y del tubo de protección debido al acoplamiento mecánico (incrustación) entre el material fibroso y la pared del tubo de protección.

[0079] Además, si un material adhesivo termoplástico 20 se utiliza para unir fibras ópticas al elemento hinchable en agua 14, el uso de un material adhesivo susceptible de endurecerse 24, que aún no está endurecido, y por lo tanto no une el material fibroso 22 al elemento 14 hinchable en agua durante el proceso de extrusión del tubo de protección minimizará o evitará el corte no deseado del material adhesivo termoplástico 20. A este respecto, el uso de un material adhesivo susceptible de endurecerse 24, aún sin endurecer, y que por lo tanto no une el material fibroso 22 al elemento 14 hinchable en agua durante el proceso de extrusión del tubo de protección, mantiene las fibras ópticas y el elemento hinchable con el agua suficientemente juntos (juntos sincronizados, moviéndose a la misma velocidad) durante el proceso de extrusión. Si no fuera así, y se permitiera que las fibras ópticas y el elemento hinchable con el agua se movieran relativamente entre sí, cualquier adhesivo entre ellos, tal como el material adhesivo 20, podría cortarse y/o aglomerarse en grumos que son indeseables en la proximidad de las fibras ópticas.

[0080] El endurecimiento del material adhesivo 24 puede diseñarse para tener lugar posteriormente, por ejemplo, después de que el tubo de protección se haya enfriado a un grado predeterminado. Una vez endurecido al grado predeterminado, el material fibroso 22 se unirá al elemento hinchable en agua 14, y el elemento hinchable en agua 14 se adherirá/acoplará de este modo al tubo de protección 16.

[0081] Como se ilustra en la figura 6, una disposición de tubo de protección 10 incluye una pluralidad de fibras ópticas 12, un elemento hinchable en agua 14 dispuesto alrededor de las fibras ópticas 12, y un tubo de protección 16 en el que las fibras ópticas 12 y el elemento hinchable en agua 14 están envueltos.

[0082] Opcionalmente se puede incluir un material adhesivo para unir las fibras ópticas 12 al elemento hinchable en agua 14. El material adhesivo puede ser cualquiera de los materiales adhesivos identificados previamente en relación con el material adhesivo 20 de las figuras 1, 3 y 5.

[0083] Este aspecto difiere de los aspectos previos en que el elemento 14 hinchable en agua incluye necesariamente más de una capa, en donde la composición de una capa interior 26 del elemento 14 hinchable en agua incluye un material compatible con un material que forma el tubo de protección. 16. A este respecto, una costura 28 de la capa interior 26 permanece enfrentada al tubo de protección 16 después de envolver el elemento hinchable en agua 14. Por consiguiente, la adhesión entre el tubo de protección 16 y el elemento hinchable en agua 14 puede mejorarse mediante la compatibilidad de capa interior 26 y tubo de protección 16. Preferiblemente, el material de la capa interior 26 del elemento hinchable en agua (y, por lo tanto, el material de la costura 28) tiene un perfil de fusión, por ejemplo, un punto de fusión, que es sustancialmente similar al del material que forma el tubo de protección 16.

[0084] En cuanto a la capa exterior 30 del elemento hinchable en agua 14, puede comprender cualquiera de los materiales previamente identificados en relación con el material fibroso 22 de la figura 5. El término "externo" se utiliza en relación con las capas del elemento hinchable en agua 14 se relaciona con la capa del elemento hinchable en agua 14 más próxima al tubo de protección 16.

[0085] Como ejemplo, en una realización (no ilustrada), un cable puede incluir un elemento hinchable en agua que contiene dos capas interiores de polipropileno, con un polvo hinchable en agua intercalado entre las dos capas interiores, y una resina de poliéster fibrosa como tercera (exterior) capa. El tubo de protección también puede estar hecho de un material que contiene polipropileno.

[0086] Una costura de la(s) capa(s) interior(es) de polipropileno permanece expuesta después de envolver el elemento hinchable en agua. Por lo tanto, al entrar en el proceso de extrusión del tubo de protección, la costura se enfrentará al tubo de protección extrudido sobre el elemento hinchable en agua.

[0087] De acuerdo con ello, además de la pequeña cuantía de adherencia alcanzada a través del acoplamiento mecánico entre el tubo de protección y el elemento hinchable en agua que se produce debido a las fibrillas de la capa que contiene poliéster del elemento hinchable en agua (la capa exterior) que se incrusta en la pared interna del

tubo de protección durante el enfriamiento del tubo de protección, la costura proporciona una mejor adherencia entre el elemento hinchable en agua y el tubo de protección a través de la unión. En el ejemplo que utiliza un elemento hinchable en agua que tiene capas interiores de polipropileno y un tubo de protección que contiene polipropileno, la costura de polipropileno de la(s) capa(s) interna(s) puede fundirse en la pared interior del tubo de protección durante el proceso de extrusión del tubo de protección para proporcionar una unión firme al enfriar. El poliéster tiene un punto de fusión más alto que el polipropileno, de modo que la capa exterior que contiene poliéster del elemento hinchable en agua no puede participar en este tipo de unión.

[0088] En efecto, la costura de la(s) capa(s) interior(es) del elemento hinchable en agua puede funcionar como una alternativa a los materiales adhesivos susceptibles de endurecerse 18 y 24 empleados en los aspectos previamente descritos de los cables. Sin embargo, en ciertas realizaciones, los cables también pueden emplear un material adhesivo susceptible de endurecerse para unir adicionalmente el elemento hinchable en agua al tubo de protección. El adhesivo susceptible de endurecerse puede ser cualquiera de los materiales adhesivos susceptibles de endurecerse previamente identificados en relación con el material adhesivo susceptible de endurecerse 18 de las figuras 1, 2 y 4 y el adhesivo susceptible de endurecerse 24 de la figura 5.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de tubo de protección (10), que comprende:
 una pluralidad de fibras ópticas (12);
 5 un tubo de protección extrudido (16) envolviendo dichas fibras ópticas (12);
 un elemento hinchable en agua (14) dispuesto entre las fibras ópticas (12) y el tubo de protección extrudido (16) y
 que envuelve las fibras ópticas (12); y
 en el que el elemento hinchable en agua (14) está acoplado por fricción o mecánicamente a dicho tubo de protección
 10 extrudido (16), caracterizado porque se proporciona un material adhesivo espumado (20) para unir dicho elemento
 hinchable en agua (14) a dicha pluralidad de fibras ópticas (12).
2. Disposición de tubo de protección según la reivindicación 1, en la que dicho elemento hinchable en agua (14)
 comprende una capa exterior (30) y al menos una capa interior (26), y una costura (28) de una capa interior (26) de
 15 dicho elemento hinchable en agua (14) está en contacto con dicho tubo de protección extrudido (16) para
 proporcionar una adherencia mejorada entre el elemento hinchable en agua (14) y el tubo de protección extrudido
 (16) a través de unión.
3. Disposición de tubo de protección de la reivindicación 1, en la que dicho material adhesivo es un material
 20 adhesivo susceptible de endurecerse.
4. Disposición de tubo de protección de la reivindicación 1, en la que el grado de formación de espuma de dicho
 material adhesivo espumado es del 1% al 95% y/o dicho material adhesivo espumado rellena del 1% a virtualmente
 el 100% del espacio libre dentro del elemento hinchable en agua.
5. Disposición de tubo de protección de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho material
 25 adhesivo se proporciona como al menos un cordón, seleccionado opcionalmente entre un cordón continuo o un
 cordón discontinuo.
6. Disposición de tubo de protección de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho material
 30 adhesivo está previsto y/o incrustado en dichas fibras ópticas y/o dicho elemento hinchable en agua.
7. Disposición de tubo de protección de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dichas fibras
 ópticas están agrupadas en forma de pila de cintas o enrolladas helicoidalmente entre sí.
- 35 8. Disposición de tubo de protección de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho elemento
 hinchable en agua se selecciona del grupo consistente en una cinta, uno o más hilos que tienen partículas
 absorbentes de agua, una combinación de cinta y uno o más hilos.
9. Disposición de tubo de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en la que dicho
 40 elemento hinchable en agua comprende dos capas con un polvo hinchable en agua intercalado entre dichas dos
 capas, o comprendiendo dicho elemento hinchable en agua una capa exterior, dos capas interiores, y un polvo
 hinchable en agua, que se encuentra entre las dos capas interiores.
10. Disposición de tubo de protección según una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 9, en la que cada una de las
 45 capas interiores y el tubo de protección extrudido constan independientemente de un polipropileno, y la capa exterior
 consta de un material fibroso, preferiblemente una resina sintética fibrosa tal como un poliéster.
11. Procedimiento para formar la disposición de tubo de protección de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10,
 que comprende:
 50 conducir una pluralidad de fibras ópticas (12);
 i) aplicar un material adhesivo espumado (20) al elemento hinchable en agua (14); o
 ii) aplicar un material adhesivo espumado (20) sobre la pluralidad de fibras ópticas (12); o
 iii) incrustar un material adhesivo espumado (20) en el elemento hinchable en agua (14); y
 proporcionar el elemento hinchable en agua (14) al menos parcialmente alrededor de las fibras ópticas (12); extrudir
 55 el tubo de protección (16) alrededor de las fibras ópticas (12) y el elemento hinchable en agua (14), endureciendo
 opcionalmente dicho material adhesivo (20) por medio de
 i) endurecimiento térmico o
 ii) endurecimiento por radiación después de la extrusión;
 para unir el elemento hinchable en agua (14) a las fibras ópticas (12).
 60

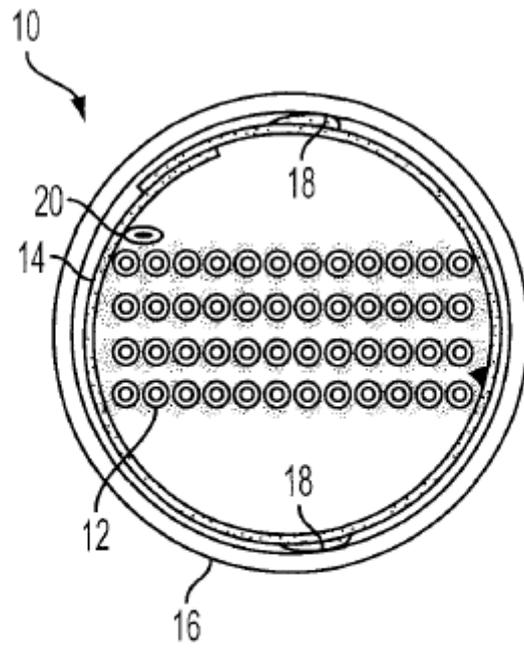


FIG. 1

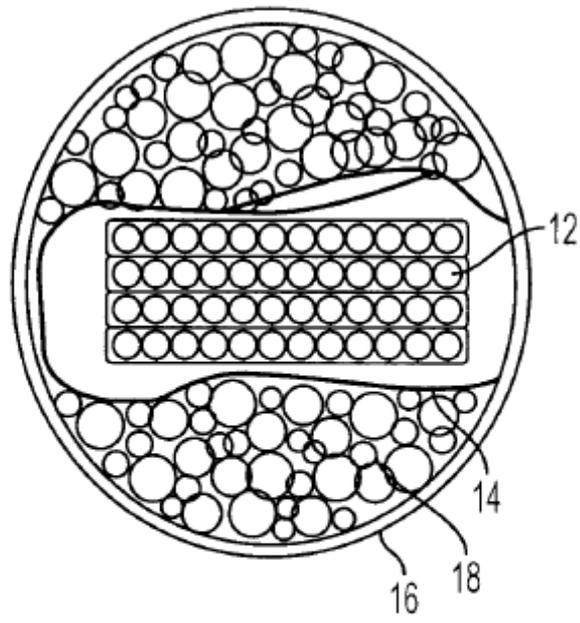


FIG. 2

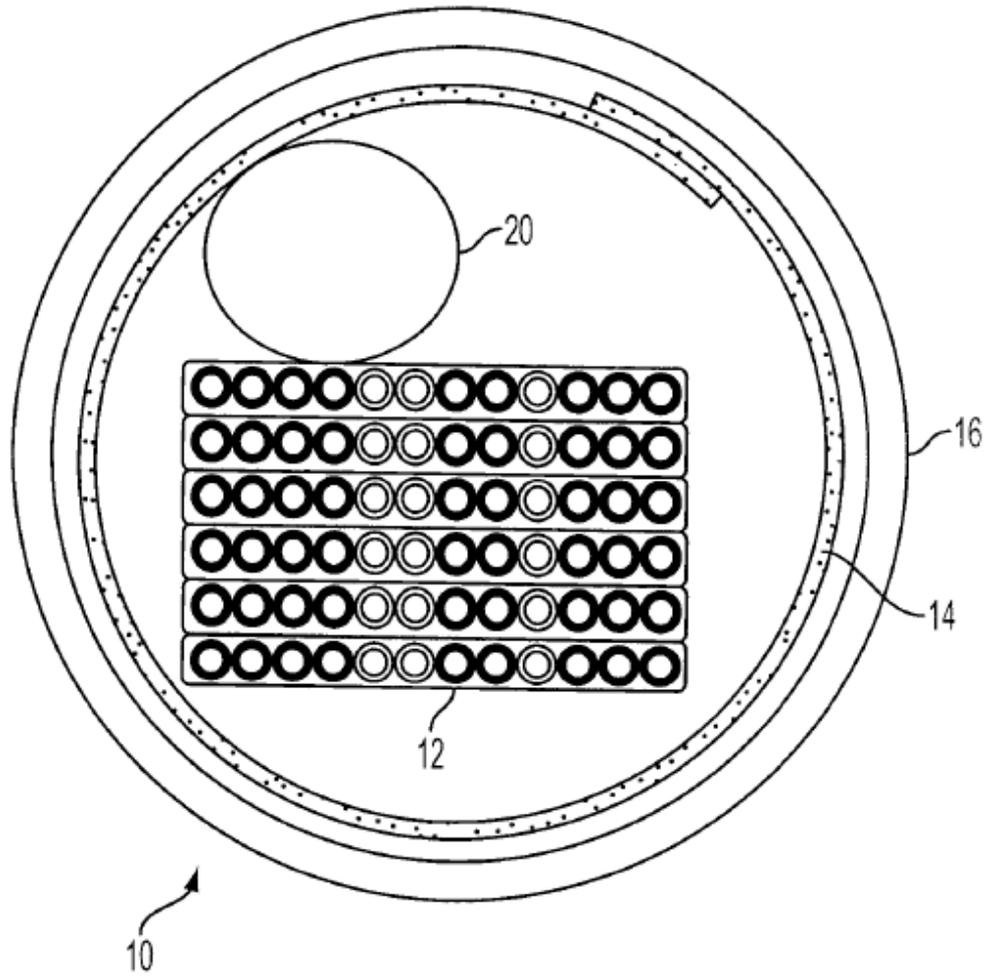


FIG. 3

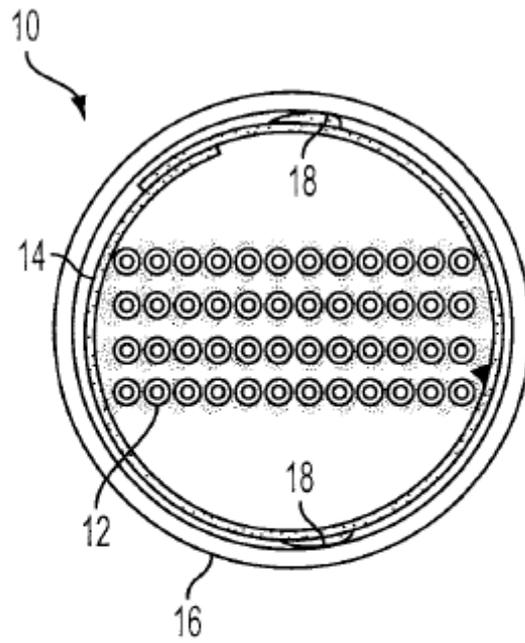


FIG. 4

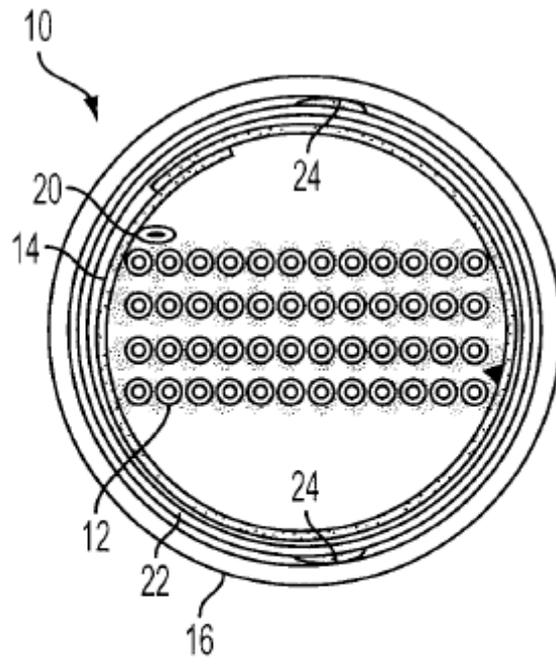


FIG. 5

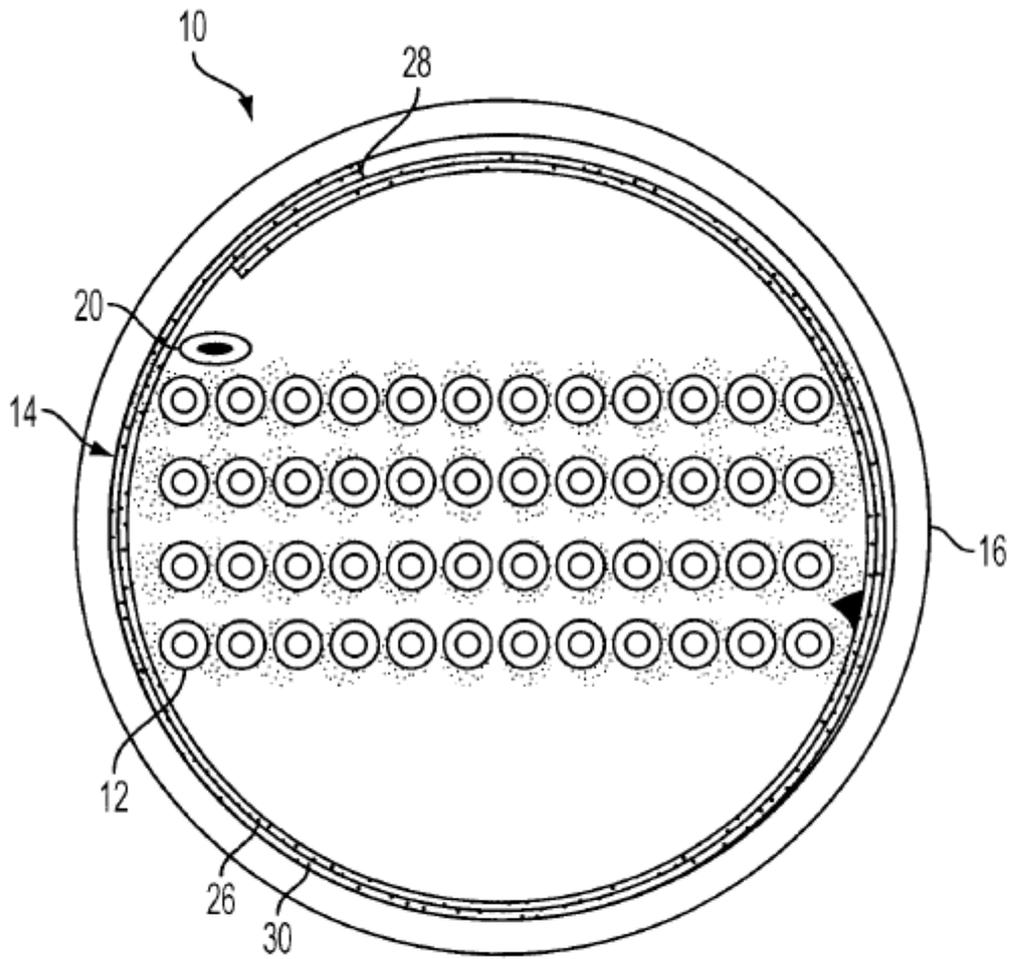


FIG. 6

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

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

Documentos de patente citados en la descripción

- US 6970629 B [0003]
- US 20050213902 A [0003]
- US 4909592 A [0042]
- US 6284367 B [0042]
- US 6899776 B [0042]
- US 4703998 A [0042]
- US 6633709 B [0042]
- US 6654526 B [0042]

10