



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 296 301**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **97120571 .1**

86 Fecha de presentación : **24.11.1997**

87 Número de publicación de la solicitud: **0845691**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **03.06.1998**

54 Título: **Cable óptico con núcleo metálico tubular.**

30 Prioridad: **29.11.1996 IT MI96A2494**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

73 Titular/es: **Prysmian Cavi e Sistemi Energia S.R.L.**
Viale Sarca 222
20126 Milano, IT

72 Inventor/es: **Consonni, Enrico**

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 296 301 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 2 296 301 T3

DESCRIPCIÓN

Cable óptico con núcleo metálico tubular.

5 La presente invención se refiere a un proceso para fabricar un cable óptico formado por al menos una fibra óptica en el interior de unos medios de refuerzo en forma de un tubo metálico.

10 En general, los cables ópticos comprenden un núcleo óptico, en el cual una o más fibras ópticas, separadas o agrupadas, por ejemplo, en cintas o elementos similares, están dispuestas en un receptáculo para dichas fibras ópticas, y una cubierta que proporciona protección al núcleo óptico, adecuada para la aplicación específica deseada.

15 Se conocen versiones en las cuales el núcleo óptico incluye una vaina metálica con las fibras ópticas en su interior y los órganos de sustentación externos a la misma. La patente británica 2 176 905 describe, entre otros aspectos, un cable que comprende una pluralidad de fibras ópticas encerradas holgadamente dentro de un tubo metálico con una sección en C. A su vez, el tubo está rodeado por unos órganos de acero con una alta resistencia a la tracción.

20 La patente US 4.371.234 describe un cable que comprende un órgano de sustentación central, formado por hebras de acero recubiertas de nailon o hebras de una naturaleza fibrosa, alrededor del cual se dispone una serie de fibras ópticas recubiertas de polipropileno, rodeadas a su vez por una envoltura de poliéster y una vaina de otro poliéster. Sobre la vaina se hace encajar un tubo de aluminio, el cual presenta una sección en C, y a continuación el mismo se cierra, posiblemente mediante soldadura.

25 La patente US 4.239.336 se refiere a cables que comprenden fibras ópticas encerradas dentro de un conductor eléctrico tubular, formado particularmente por un tubo de aluminio con bordes soldados a tope o por dos semitubos unidos entre sí.

30 La patente británica 2253717 cita la solicitud de patente británica 2029047, mencionando que la misma reconoce la dificultad práctica de formar un tubo metálico continuo sin provocar desperfectos en las fibras ópticas subyacentes y propone la formación del tubo a partir de una tira plana, plegada alrededor de las fibras con los bordes separados entre sí y cerrando el intersticio resultante mediante una capa subyacente resistente a la presión, evitando de este modo la necesidad de soldar los bordes y la posibilidad de desperfectos sobre las fibras debidos a un sobrecalentamiento. No obstante, en algunos casos la presencia de un intersticio puede dar como resultado una zona de debilidad.

35 La patente británica 2253717 describe un proceso de fabricación para un cable de fibra óptica en el cual las fibras ópticas se encierran, cuando las mismas se alimentan en una dirección longitudinal, mediante una tira metálica plegada alrededor de las fibras y los bordes soldados entre sí para formar una barrera tubular antihumedad, cuyo diámetro, en la fase de soldadura, proporciona la suficiente holgura entre las fibras y la zona calentada del tubo soldado para evitar desperfectos sobre las fibras debidos al sobrecalentamiento. Subsiguientemente, el diámetro del tubo formado se reduce haciéndolo pasar a través de uno o más conjuntos de rodillos reductores.

40 Se proporcionan unos medios de bloqueo de agua, en forma de un gel, el cual se describe de manera que se introduce adecuadamente a presión a través de un tubo cuya salida está antes que la posición de soldadura según la dirección de avance.

45 También se alimentaría gas refrigerado alrededor de las fibras y entre las mismas y los bordes de la tira plegada en la zona de soldadura.

50 La patente US 5.263.239 describe un procedimiento para fabricar un cable óptico en el cual una pluralidad de fibras ópticas se incrusta en una espuma flexible, blanda, que forma un núcleo, y alrededor del núcleo se conforma una tira metálica de configuración tubular, dejando una distancia entre el núcleo y el tubo, y soldando el tubo con un dispositivo láser.

55 El diámetro interno del tubo es mayor que el núcleo del cable de manera que el núcleo no sufre desperfectos por el calor de la soldadura.

A continuación, el tubo soldado se reduce mediante estirado a un diámetro próximo al correspondiente al núcleo por medio de un dispositivo de estirado.

60 La patente europea 0023154 describe un cable que comprende una o más fibras ópticas encerradas con un tubo de ajuste holgado el cual comprende un elemento de refuerzo formado a partir de una tira metálica, recubierta con un material termoplástico por al menos una cara, plegada en forma tubular con bordes superpuestos, y una funda plástica extruída.

65 El calor de extrusión de la funda plástica provoca la fusión de las zonas de contacto del recubrimiento termoplástico, sellando el tubo. Alrededor de las fibras se dispone una tira de papel plegada en forma tubular, con los bordes cerrados de la tira de papel puestas diametralmente a los bordes superpuestos del tubo metálico.

ES 2 296 301 T3

La tira de papel plegada en forma tubular evita cualquier posible desperfecto sobre las fibras provocado por el borde, encarado hacia dentro, de la tira de acero.

5 El documento EP-A-0 727 274 da a conocer un aparato y un procedimiento para fabricar un cable de fibra óptica cubierto con un conducto metálico, que comprende medios de formación para formar un conducto metálico a partir de una tira metálica mediante la colocación a tope de dos lados de la tira metálica; medios de soldadura para formar un conducto metálico sellado mediante la soldadura de una parte del conducto metálico colocada a tope; medios de protección de la fibra óptica, dispuestos en el conducto metálico y que se extienden hasta por lo menos una posición que experimenta la afectación térmica proveniente de los medios de soldadura, para proteger una fibra óptica o un haz de fibras ópticas con respecto al calor de soldadura de los medios de soldadura, presentando dichos medios de protección de la fibra óptica una estructura de múltiples tubos que consta de por lo menos un tubo interior y un tubo exterior; medios de introducción de la fibra óptica para introducir la fibra óptica o el haz de fibras ópticas en el conducto metálico a sellar a través de dicho tubo interior; y medios de suministro de material de relleno para suministrar un material de relleno desde un intersticio entre dichos tubos interior y exterior hacia el conducto metálico a través de la posición. Este procedimiento padece los inconvenientes mencionados en el presente documento en relación con la introducción de fibras ópticas y materiales de relleno en un tubo formado.

20 La publicación *International Wire & Cable Symposium Proceedings* 1980, páginas 202 a 210, describe una vaina de cable creada a partir de una tira de acero estañado, recubierta con un polímero por ambas caras, con una anchura de 25 mm, a la que se le da una forma de tubo de 7 mm de diámetro, con una superposición longitudinal que se puede fijar de forma segura durante la extrusión de una vaina externa de polietileno.

25 En el interior de la vaina se dispone del suficiente espacio para colocar una tira longitudinal de papel y para cuatro fibras revestidas de 0,5 mm de diámetro. La publicación informa de que se averiguó que un diámetro de 7 mm era casi el límite inferior para la formación de tubos a partir de una tira de 150 μm de grosor por medio de un dispositivo conformador, debido a que se reduciría la fuerza de tensión permisible máxima.

30 El solicitante observa que la reducción del diámetro del tubo entra en conflicto con la necesidad de utilizar medios de soporte en el interior del tubo para soldar los bordes. Sin ningún soporte interno rígido para el tubo, no se consideraba posible el termosellado de los bordes superpuestos del tubo, debido a la necesidad de aplicar una presión mecánica con unos medios de empuje suficientes.

35 Por otro lado, sin la soldadura efectiva del tubo, se considera improbable que el cable supere los ensayos mecánicos de flexión-torsión o doblado repetidos, señalados para la homologación de cables que van a ser instalados en un conducto. Por esta razón, teniendo en mente esta situación, sobre la base de la técnica conocida antes citada, resulta imposible reducir el valor del diámetro por debajo de 7 mm, por ejemplo, diámetros de entre 3 y 5 mm.

40 El solicitante ha observado también que la necesidad de superar el ensayo de infiltración de agua requiere la presencia de una cantidad predeterminada de fluido o gel para el bloqueo del agua en el interior del tubo que encierra las fibras ópticas.

45 En particular, el solicitante ha observado que para cumplir el requisito según el cual se garantiza el bloqueo del agua a lo largo del eje longitudinal del cable, es deseable introducir una cantidad elevada de sustancia de bloqueo de agua junto con las fibras ópticas.

A efectos de la presente invención, el material de bloqueo de agua es un material que se puede colocar dentro del tubo que encierra las fibras ópticas y que puede evitar el paso longitudinal de agua o un elemento similar a lo largo de dicho tubo y, de forma más general, a lo largo del cable.

50 A efectos de la presente invención, el fluido de bloqueo de agua es un material que se puede bombear o alimentar de otra manera hacia el tubo que encierra las fibras ópticas y hacia otros espacios vacíos en el interior del cable.

55 Un tubo destinado a encerrar fibras ópticas se puede realizar a partir de una tira metálica con bordes soldados, por ejemplo, a través de la acción de un haz láser.

60 Durante la formación del tubo, por medio de un pequeño conducto auxiliar se pueden introducir las fibras ópticas o cintas de fibras ópticas y medios para bloquear la penetración de agua en la dirección longitudinal, en forma de gel (fluido de bloqueo de agua). En el caso de la soldadura por láser, el tubo pequeño sirve para proteger las cintas ópticas con respecto al calor emitido por el haz láser.

65 No obstante, si la intención es producir un núcleo óptico de diámetro reducido, significativamente menor que 7 mm, el solicitante ha observado que si se intenta lograr este relleno por medio de un conducto de diámetro reducido, adecuado para alimentar el material de bloqueo de agua hacia el núcleo tubular junto con las fibras ópticas, la pérdida de carga provocada por el diámetro reducido del tubo pequeño y la viscosidad del fluido de bloqueo de agua hace que resulte necesario usar una elevada presión de alimentación para el fluido, necesaria para permitir la alimentación del volumen deseado de fluido en el interior del conducto.

ES 2 296 301 T3

De hecho, la velocidad del flujo del fluido de bloqueo de agua en el conducto pequeño (cuyo diámetro es significativamente menor que el correspondiente al núcleo tubular) debe ser suficientemente alta (es decir, bastante mayor que la velocidad de avance del núcleo tubular que se esté formando) como para garantizar que se alimenta una cantidad suficiente de fluido de bloqueo de agua para llenar dicho núcleo tubular.

Dicha presión elevada es tal que provoca un alto riesgo de crear desperfectos en los elementos ópticos y de modificar su disposición.

Para alimentar hacia un conducto de 2,75 mm de diámetro, por ejemplo, una cantidad de fluido de bloqueo de agua suficiente para llenarlo en un 80%, con una velocidad de producción de 15 m/min, usando un conducto de 1,6 mm de diámetro interior y 100 mm de largo, considerando un fluido de bloqueo de agua con una viscosidad de 70 Pas en las condiciones de aplicación, se requiere una presión de alimentación de 270 bars.

En dichas condiciones, resultaría difícil crear una zona de alimentación de fluido de alta presión que evite el flujo en la dirección opuesta del avance del cable y las interacciones fluido-dinámicas con las fibras, lo cual es una fuente de esfuerzos mecánicos significativos sobre las fibras.

En particular, los ensayos experimentales efectuados con un dispositivo para alimentar fluido de bloqueo de agua que comprende un conducto de 2 mm de diámetro interior y 130 mm de longitud, a través del cual se hace pasar una fibra óptica, sometida a un frenado de aproximadamente 100 g y sin sobrepresión de alimentación, han demostrado que una sobrepresión de aproximadamente 12 bars da como resultado un aumento de aproximadamente 40 g en la tracción aplicada sobre la fibra (a una velocidad de la fibra de 1,5 m/min); una sobrepresión de aproximadamente 28 bars da como resultado un aumento de aproximadamente 550 g en la tracción aplicada sobre la fibra (a una velocidad de la fibra de 3,5 m/min).

Obsérvese también que una tracción total de aproximadamente 650 g aplicada sobre una cinta de cuatro fibras ópticas se corresponde con una elongación de dicha cinta mayor que el 1 por mil.

Como alternativa, para preservar las fibras con respecto a los desperfectos resultantes de la elevada presión de bombeo del fluido o gel de bloqueo de agua, se puede usar un caudal menor, aunque esto da como resultado un llenado únicamente parcial del volumen no ocupado del núcleo tubular y una resistencia inadecuada del tubo al paso del agua en la dirección longitudinal.

Según la presente invención, el solicitante observó que introduciendo el fluido de bloqueo de agua en una tira metálica curvada abierta por la parte superior, al mismo tiempo que las fibras ópticas, es posible alimentar una cantidad de fluido de bloqueo de agua que iguala valores próximos al llenado total del área final del tubo con bordes superpuestos y soldados y, en particular, a un valor igual a por lo menos el 75% del área interna del tubo, preferentemente a valores entre el 75% y el 95% del área final del tubo.

Según la invención, se averiguó que la introducción de fluido de bloqueo de agua mediante su aplicación sobre una tira en una fase específica de deformación con una configuración de sección transversal en forma de bañera abierta y la sucesiva deformación gradual hasta la forma tubular final con constricción de los bordes posibilita la introducción de una gran cantidad de fluido de bloqueo de agua, hasta los valores máximos antes indicados.

Según otro de los aspectos de la presente invención, el solicitante observó que mediante la introducción del fluido de bloqueo de agua sobre una tira metálica curvada abierta por la parte superior, resulta también posible alimentar el material de bloqueo de agua para evitar el contacto con las partes de la tira destinadas a formar los bordes soldados.

De este modo, dichos bordes, que quedan exentos de rastros de fluido de bloqueo de agua, entran en contacto de forma adecuada y a continuación se pueden soldar eficazmente.

De esta manera, los bordes del tubo se cierran de modo que pueden resistir cualquier fuerza que tienda a abrirlos durante el servicio y/o instalación del cable.

Adicionalmente, a través de este procedimiento, el fluido de bloqueo de agua depositado sobre la tira recién formada en una configuración abierta curvada puede llegar a situarse de forma ventajosa entre las fibras ópticas a presión atmosférica, preservándolas contra presiones que dañen su integridad y manteniendo sin modificaciones su disposición.

Se averiguó también que la cantidad de fluido de bloqueo de agua según los valores citados es suficiente para bloquear la penetración de agua en la dirección longitudinal al cable.

La presente invención tiene en cuenta tanto el caso en el que el material de bloqueo de agua consta de un fluido, tal como se ha indicado previamente, como el caso en el que el material de bloqueo de agua consta principalmente de un material higroexpansible, sostenido preferentemente sobre una cinta, que se hinchará en presencia de agua hasta que llene el espacio no ocupado o disponible, formando el denominado cable "seco", es decir, sin fluidos en su interior, así como casos en los que diferentes materiales de bloqueo de agua se combinan entre sí.

ES 2 296 301 T3

La presente invención se refiere a un proceso para la fabricación de un cable óptico según la reivindicación 1.

Preferentemente, los bordes de dicha tira se superponen.

5 Preferentemente, los bordes de dicha tira se fijan de forma segura y se sellan.

En una de las realizaciones preferidas, dicho material de bloqueo de agua consta de un fluido.

10 Como alternativa, dicho material de bloqueo de agua consta de una tira higroexpansible; preferentemente, dicha tira higroexpansible se fija de forma segura a dicha tira metálica por una parte de su área.

Preferentemente, dicha cantidad predeterminada de dicho material de bloqueo de agua se corresponde con un relleno de por lo menos el 75% y, más preferentemente, por lo menos el 90%.

15 Preferentemente, dicha distancia predeterminada entre las paredes de la tira metálica está entre el 40% y el 80% de dicha anchura predeterminada de dicha tira metálica.

20 En una de las realizaciones preferidas del proceso según la invención, por lo menos una fibra óptica se alimenta hacia dicho tubo tras la alimentación de por lo menos una parte de dicha cantidad predeterminada de material de bloqueo de agua. En particular, por lo menos dos fibras ópticas se alimentan hacia dicho tubo en fases sucesivas, y entre dichas fases por lo menos una parte de dicha cantidad predeterminada de material de bloqueo de agua se alimenta entre dichas fibras ópticas.

25 En una de las realizaciones específicas, por lo menos una de las superficies de dicha tira metálica se recubre con un polímero termoplástico.

En particular, dicha fase de fijación segura y sellado de dichos bordes de dicha tira incluye las siguientes etapas, de forma secuencial:

30 - se superponen los bordes;

- se calientan los bordes superpuestos para provocar por lo menos una fusión parcial de dicho polímero termoplástico;

35 - se refrigeran dichos bordes y al mismo tiempo se aplica presión sobre dichos bordes.

En particular, dicha etapa en la que se refrigeran dichos bordes y al mismo tiempo se aplica presión sobre dichos bordes se realiza sin dispositivos de soporte en el interior del tubo.

40 Preferentemente, se aplica una vaina plástica tras la etapa en la que se deforma plásticamente dicha tira hasta que se obtiene finalmente una configuración esencialmente tubular.

En una de las realizaciones específicas, en dicha vaina plástica se incorporan órganos de sustentación.

45 Según uno de los aspectos específicos, el proceso está caracterizado por el hecho de que los bordes de la tira metálica se mantienen separados a una distancia predeterminada antes de la etapa en la que se superponen los bordes del tubo.

50 En una de las realizaciones preferidas, dicha fase en la que se introduce un material de bloqueo de agua incluye por lo menos dos fases en las que se alimenta material de bloqueo de agua, con por lo menos una etapa entre ellas en la que se alimenta una fibra óptica.

55 Otra de las realizaciones preferidas del proceso de la presente invención comprende la introducción de una cantidad predeterminada de material de bloqueo de agua en dicho tubo de diámetro predeterminado, de tal manera que una sección de cable de 1 metro de largo expuesta durante 1 hora a una caída de agua de 1 metro no manifiesta ningún paso significativo de agua.

60 En particular, dicha cantidad predeterminada de material de bloqueo de agua es mayor que el 75% y preferentemente mayor que el 90%.

En particular, dicho tubo de diámetro predeterminado tiene preferentemente un diámetro exterior menor que 7 mm.

A partir de la siguiente descripción se pueden obtener detalles más exhaustivos, haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

65 - la figura 1 muestra la sección transversal de un cable fabricado según la invención;

ES 2 296 301 T3

- las figuras 2a a 2h muestran, secuencialmente, las fases correspondientes a la fabricación del núcleo óptico del cable de la figura 1;

5 - la figura 3 muestra, en una vista lateral, una forma preferente del equipo destinado a producir el cable mostrado en la figura 1;

- la figura 4 muestra uno de los grupos destinados a la formación del tubo de refuerzo del núcleo a partir de una tira metálica, en correspondencia con la sección IV-IV de la figura 3;

10 - la figura 5 muestra una vista ampliada del elemento de la figura 4 de los rodillos para formar el tubo de refuerzo del núcleo;

15 - la figura 6 muestra una vista lateral del dispositivo para alimentar los elementos de transmisión óptica y el material de bloqueo de agua sobre la tira metálica que está siendo formada por el dispositivo mostrado en la figura 3;

- la figura 7 muestra la sección según el plano VII-VII de la figura 6;

20 - la figura 8 muestra una representación esquemática del equipo de prueba para verificar la resistencia del cable al paso del agua.

La figura 1 representa un ejemplo de realización de un cable óptico 1 fabricado según la presente invención que se puede utilizar, por ejemplo, en las redes de distribución telefónica de fibra óptica hacia las viviendas de los abonados.

25 El cable óptico 1 incluye un núcleo óptico 2 que comprende un tubo de acero 3, obtenido a partir de una tira metálica recubierta con material termoplástico, que consta de un copolímero de etileno.

La tira metálica se recubre sobre por lo menos una de las caras y preferentemente sobre ambas caras.

30 Preferentemente, el material termoplástico es un copolímero de etileno o un material termoplástico equivalente a efectos de lograr un termosellado con una temperatura de fusión de entre 45 y 150°C.

35 El tubo se cierra y sella mediante superposición de los bordes y a continuación soldándolos mediante una aplicación simultánea de calor y presión mecánica y refrigerando subsiguientemente la zona de soldadura 4.

El diámetro exterior Φ_e del tubo en el ejemplo descrito es 3,5 mm, y el diámetro interior es 2,75 mm.

En general, el diámetro exterior es menor que 7 mm y preferentemente está entre 2 y 5 mm.

40 En el interior del núcleo óptico 2 se disponen dos cintas de fibras ópticas 5, incluyendo cada una de ellas cuatro fibras ópticas.

45 El cable fabricado según la invención puede utilizar otros elementos de transmisión que no sean cintas de fibras ópticas, tales como fibras ópticas individuales con únicamente un recubrimiento principal de un acrílico o similar, o grupos de fibras ópticas, atados entre sí, o fibras ópticas reunidas en uno o más módulos multifibra en el que las propias fibras se reúnen o encierran en materiales de recubrimiento adecuados, tales como acrilatos, polietileno, PVC, un material de baja emisión de humos, conocido en el sector mediante el acrónimo LSOH, y similares.

50 Las cintas de fibras ópticas 5 se alojan en el tubo junto con el material de bloqueo de agua 6 y, preferentemente, se separan entre sí mediante el material de bloqueo de agua.

55 En lo sucesivo, la expresión “material de bloqueo de agua” o, de forma más abreviada “bloqueo de agua” se usará para indicar un elemento que puede bloquear la penetración de agua en una dirección longitudinal al cable, en caso de que, por ejemplo, el cable se rompiera.

En particular, un material preferido de bloqueo de agua es una mezcla fluida, semifluida o tixotrópica y puede incluir, por ejemplo, una grasa, un aceite, un gel y elementos similares, tal vez con modificadores de la viscosidad tales como sílice o similares.

60 Opcionalmente dicho material de bloqueo de agua también puede contener un elemento higroexpansible.

Por ejemplo, en las patentes US 5140664, US 5150444 y US 5455881 se describen materiales de bloqueo de agua del tipo indicado.

65 En el ejemplo descrito, la cantidad de material de bloqueo de agua presente es igual a aproximadamente el 90% de la sección final del tubo 3.

ES 2 296 301 T3

En general, según la presente invención, la cantidad de material de bloqueo de agua presente tiene un valor mínimo del 75% del área de sección transversal del tubo acabado y, preferentemente, un valor entre el 75% y el 95% del área de sección transversal interna final del tubo.

5 Alternativamente, dicho material de bloqueo de agua puede estar compuesto por un material de bloqueo de agua no fluido, compuesto en particular por un material higroexpansible o similar, sostenido preferentemente sobre una tira, que se hinchará en la presencia de agua hasta que llene el volumen no ocupado disponible. Las tiras higroexpansibles del tipo indicado son conocidas en la técnica y están disponibles en el mercado.

10 El cable 1 comprende una vaina extruída de polietileno 7 alrededor del núcleo óptico 2.

Alternativamente, la funda 7 puede ser de cloruro de polivinilo (PVC) o de un material exento de halógenos con una baja emisión de humos (LSOH) o de otro material adecuado para formar una vaina plástica sobre cables ópticos.

15 En el ejemplo descrito, la vaina 7 encierra una pluralidad de 8 órganos resistentes a la tracción, preferentemente fibras aramídicas o fibras de vidrio. El número de órganos 8 (8 en el ejemplo ilustrado) puede variar, según los requisitos, desde un mínimo de dos diametralmente opuestos hasta una pluralidad de órganos separados equitativamente alrededor de la circunferencia. Preferentemente, en el ejemplo descrito, dichos órganos de sustentación están dispuestos alrededor de una circunferencia con un diámetro Φ_c entre 5,5 y 6 mm, según se ilustra en la figura.

20 En una de las realizaciones alternativas, los órganos de sustentación pueden constar de estructuras también resistentes a la compresión, tales como aros de plástico o metal reforzado con fibra de vidrio.

25 Su número, disposición, diámetro y su formación depende de los valores de resistencia mecánica requeridos en la fabricación, funcionamiento e instalación del cable, de manera que los mismos se pueden seleccionar de acuerdo con una serie infinita de soluciones que resultan del tipo de cable deseado.

El diámetro exterior Φ_t del cable está comprendido, preferentemente, entre 7 y 7,5 mm.

30 A continuación se describe el procedimiento para producir el núcleo del cable haciendo referencia a las figuras 2a a 2h.

Se hace que una tira metálica esencialmente plana 9, con una anchura "I", avance en una dirección longitudinal.

35 Para producir el cable del ejemplo antes descrito, la anchura I es 12,7 mm y el grosor total 0,255 mm, del cual 0,155 mm es acero y 0,100 mm copolímero (una capa de 0,050 mm sobre cada una de las dos capas de la tira).

Una tira del tipo indicado la comercializa, por ejemplo, Dow Plastics con la marca comercial Zetabon® S262 (marca comercial de la Dow Chemical Company).

40 En una primera fase, tal como se ilustra en la figura 2a, la tira 9 se deforma en las proximidades de los bordes laterales y adopta una configuración caracterizada por una parte central esencialmente plana 10a y dos partes laterales 11a, 12a curvadas hacia arriba. En esta fase, la distancia t entre los bordes externos de la tira 11c, 12c es aproximadamente 9,5 mm en el ejemplo descrito.

45 En una fase subsiguiente, representada en la figura 2b, la tira metálica 9 se deforma adicionalmente según una configuración caracterizada por una parte central 10b y dos partes laterales 11b, 12b con un perfil curvado, con la cual se corresponde una anchura máxima w, medida por dentro de las partes laterales 11b, 12b, de entre el 30% y el 80% de la anchura I de la tira y una altura h de entre el 80 y el 110% del diámetro exterior Φ_e del tubo acabado. En el ejemplo, la anchura máxima w es igual a aproximadamente 7 mm y la altura h es igual a aproximadamente 3,8 mm.

50 En una fase en la cual la tira metálica se conforma adaptando la configuración de un contenedor abierto, preferentemente con la parte central cóncava, se introduce una cantidad inicial de material de bloqueo de agua 6a.

55 Subsiguientemente, tal como se ilustra en la figura 2c, por encima de la cantidad inicial de material de bloqueo de agua 6a se deposita una primera cinta de fibra óptica 5a.

60 A continuación, tal como se ilustra en la figura 2d, se alimenta una segunda cantidad de material de bloqueo de agua 6b, cubriendo la cinta 5a y uniéndose a la cantidad inicial de material de bloqueo de agua 6a.

A continuación, por encima de la segunda cantidad de material de bloqueo de agua 6b se deposita una segunda cinta de fibra óptica 5b (figura 2e).

65 De forma adecuada, la deposición independiente antes mencionada de cintas ópticas y material de bloqueo de agua posibilita no solamente el encierre efectivo de las cintas de fibra óptica en el material de bloqueo de agua sino también la introducción efectiva de material de bloqueo de agua en el espacio entre las superficies opuestas de dichas cintas de fibra óptica, lo cual evita la manifestación de un esfuerzo de contacto recíproco entre las cintas, en todas las zonas

ES 2 296 301 T3

que no se hayan llenado suficientemente, y bloquea el paso del agua en la dirección longitudinal del núcleo óptico del cable acabado.

5 De hecho, en el caso de ausencia de material de bloqueo de agua entre las cintas, debido a las imperfecciones del encaje estructural de las superficies opuestas de las cintas de fibra óptica, el agua podría pasar entre las irregularidades superficiales de dichas cintas.

10 En el ejemplo ilustrado en la figura 2e, la distancia w' entre las paredes opuestas es aproximadamente 7 mm, igual al 55% de la anchura de la tira, y la distancia t' entre los bordes externos de la tira 11c, 12c, es aproximadamente 4,9 mm (es decir, aproximadamente el 38% de la anchura de la tira).

15 En general, según la presente invención, las fases de alimentación de las cintas de fibra óptica y del material de bloqueo de agua se realizan cuando la distancia entre los bordes externos de la tira está entre el valor t (figura 2a), en el cual a la tira se le ha proporcionado una curvatura inicial, que permite que la cantidad deseada de material de bloqueo de agua permanezca retenida aunque sin entrar en contacto con los bordes de la tira a superponer, y un valor en el cual se dispone del espacio suficiente para permitir el paso de las cintas de fibra óptica y los medios para alimentar dichas cintas y el material de bloqueo de agua. Preferentemente, con una tira metálica del tipo antes indicado, este valor mínimo de la distancia entre los bordes externos de la tira es aproximadamente el 30% de la anchura de la tira.

20 Subsiguientemente, tal como se muestra en las figuras 2f, 2g, y 2h, la tira metálica 9 se deforma adicionalmente, de manera que pasa gradualmente desde una configuración de contenedor abierto, útil para introducir a la presión atmosférica la cantidad deseada de material de bloqueo de agua y las cintas, a una configuración gradualmente más cerrada, hasta que alcanza la configuración tubular final mostrada en la figura 2h, en la cual los bordes externos de la tira 11d, 12d se superponen entre sí.

25 Tal como se muestra en las figuras 2f y 2g, la curvatura gradual de la tira provoca que el nivel del material de bloqueo de agua se eleve en su interior, hasta que el mismo encierra completamente a las cintas de fibra óptica.

30 En las configuraciones de la tira que se aproximan a la configuración final, los bordes externos de la tira 11c, 12c se mantienen separados de una manera controlada hasta la superposición final de los bordes 11d, 12d, para garantizar siempre que las superficies de la tira metálica recubiertas con copolímero destinadas a entrar en contacto mediante superposición y subsiguiente soldadura mutua, en correspondencia con los bordes 11d, 12d de las figuras, no entran en contacto con el material de bloqueo de agua y permanecen cubiertas parcialmente por este último, comprometiendo de este modo la eficacia del termosellado.

35 En una de las realizaciones preferidas, la distancia t'' entre los bordes externos de la tira en la fase de la figura 2f es aproximadamente 1,2 mm.

40 La tira metálica 9, continuando con su avance, se deforma gradualmente de manera que se cierra gradualmente sobre sí misma, tal como se ilustra en las figuras 2g a 2h.

45 Según las características de la invención, gracias a la alimentación controlada del material de bloqueo de agua sobre la tira metálica en la configuración del contenedor completamente abierto, la tira se puede cerrar adoptando una forma tubular, con la superposición de los bordes 11d, 12d, sin que el material de bloqueo de agua toque dichos bordes superpuestos, aunque, tal como se muestra en la figura 2h, la cantidad de material de bloqueo de agua introducida es tal que ocupa la mayor parte del área útil, llegando hasta las proximidades del área de sellado 4. Obsérvese que el resultado indicado se puede obtener en ausencia de medios adicionales a las partes fundamentales del núcleo óptico, que consta del tubo 3, las cintas de fibra óptica 5 y el material de bloqueo de agua.

50 En particular, en la presente solución, el sellado de los bordes superpuestos se efectúa mediante la aplicación de calor al recubrimiento de copolímero, provocando que el mismo se funda y forme el consecuente termosellado.

55 Las temperaturas de fusión son del orden de 90°C y por lo tanto significativamente menores que las correspondientes a aproximadamente 1.200°C requeridas por el uso de haces de láser para soldar a tope los bordes externos de la tira.

60 Estos valores de temperatura, mucho menores que los correspondientes a la técnica láser, junto con el hecho de que las cintas ópticas, gracias a la manera según la cual se insertan según las fases ilustradas en las figuras 2a a 2h, quedan encerradas en el material de bloqueo de agua en el centro del tubo 3, evitan adecuadamente cualquier desperfecto sobre dichas cintas debido a la transmisión del calor desarrollado en la zona de sellado de los bordes.

A continuación, se completa el termosellado del núcleo refrigerando la zona sellada de los bordes, mientras que al mismo tiempo se aplica a dichos bordes una presión mecánica, en oposición a la rigidez flexional de la tira curvada.

65 A continuación se completa en fases sucesivas el cable con la aplicación de la vaina 7, por ejemplo, por medio de extrusión, y de los órganos de sustentación 8, en el caso de que estén presentes. Si la aplicación específica lo requiere, también se pueden añadir capas adicionales de cobertura, refuerzo, protección u otras funciones.

ES 2 296 301 T3

Una línea de equipos para fabricar el cable de la figura 1, según el procedimiento antes descrito, queda compuesta, por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 3.

De forma más precisa, la línea 13 comprende:

- 5 - un desbobinador 14 para la tira metálica de doble recubrimiento 9, con medios correspondientes 15 para controlar la tensión;
- medios para alimentar cintas de fibra óptica 5a, 5b
- 10 - una guía 16 para la tira metálica 9;
- un primer grupo 17 para conformar la tira metálica, correspondiente a la fase ilustrada en la figura 2a;
- 15 - un segundo grupo 18 para conformar la tira metálica, correspondiente a la fase ilustrada en la figura 2b;
- un par de poleas 19, 20 para guiar las cintas de fibra óptica 5a, 5b, separadas entre sí, hacia la tira metálica 9 que se está formando;
- 20 - un dispositivo 21 para depositar las cintas de fibra óptica y el material de bloqueo de agua sobre la tira metálica 9 que se está formando, según las fases ilustradas en las figuras 2b a 2e;
- un tercer grupo 22 para conformar la tira metálica, correspondiente a la fase ilustrada en la figura 2f;
- 25 - un cuarto grupo 23 para conformar la tira metálica, correspondiente a la fase ilustrada en la figura 2g;
- un quinto grupo 24 para conformar la tira metálica, correspondiente a la fase ilustrada en la figura 2h;
- 30 - un dispositivo 25 para fundir térmicamente el copolímero sobre la tira metálica, en el cual el tubo 3 que contiene las cintas de fibra óptica y el material de bloqueo de agua se calienta, por ejemplo, con aire caliente o con un horno de inducción a una temperatura entre 45 y 150°C, para fundir el copolímero;
- 35 - un grupo de rodillos de refrigeración 26 en el cual los rodillos, refrigerados por ejemplo mediante el paso de aire entre ellos, aplican presión sobre lados opuestos del tubo 3 para conseguir el termosellado de los dos bordes de acero de doble recubrimiento superpuestos entre sí.

La instalación para la fabricación del cable incluye además, después de la línea 13 según la dirección de avance, una extrusora 27 para aplicar la vaina 7, un depósito de agua 28 para refrigerar dicha vaina, un dispositivo de estirado 29 y un carrete 1' para recoger el cable, representado esquemáticamente en la figura.

El tubo termosellado 3, que contiene en su interior las cintas de fibra óptica y el material de bloqueo de agua, llega a la extrusora 27 y la vaina 7 se extruye sobre el mismo por medio de dicha extrusora 27.

Si se usan órganos de sustentación, la instalación incluye medios para desbobinar y alimentar dichos órganos hacia la extrusora 27 (no mostrada) o dispositivos similares.

En particular, la línea de equipos 13 utiliza dos partes esenciales ilustradas de forma más detallada en las figuras sucesivas 4 a 7, en relación, respectivamente, con uno de los grupos de rodillos 17, 18, 22, 23, 24 para la conformación gradual de la tira metálica hasta conseguir un tubo con bordes superpuestos, y con el dispositivo 21 para alimentar las cintas de fibra óptica y el material de bloqueo de agua sobre la tira metálica parcialmente formada.

De forma más detallada, tal como se muestra en la figura 4, cada grupo de conformación de la tira comprende 4 rodillos 30, 31, 32, 33, montados libres sobre unos soportes correspondientes 30', 31', 32', 33'.

En el caso de cintas gruesas, si fuera necesario se puede motorizar la totalidad o parte de los rodillos 30, 31, 32, 33.

Cada uno de los rodillos tiene su propio perfil para conformar la tira metálica, y en general los cuatro rodillos se presan entre sí de tal manera que sus perfiles de mecanizado generan mediante deformación plástica la sección deseada de la tira en una transformación gradual hacia una configuración tubular, tal como se muestra en la figura 5.

En el grupo 18, ilustrado en la figura 5, el perfil global definido por los rodillos se corresponde con la configuración de la tira metálica correspondiente a las fases mostradas en las figuras 2b a 2e.

En dicha configuración, el rodillo 30 tiene la función específica de mantener la distancia entre los bordes externos que serán sellados, garantizando un valor adecuado "t" de la abertura a través de la cual se introducen las cintas de fibra óptica y el material de bloqueo de agua.

ES 2 296 301 T3

Los otros grupos de conformación comprenden unos rodillos respectivos montados libres tales como los correspondientes ilustrados anteriormente con unos perfiles tales que, al prensarlos entre sí, dan origen a las diversas secciones diferentes ilustradas en las figuras 2a a 2h.

5 Tal como se muestra en la figura 4, cada uno de los soportes 30', 31', 32', 33' de cada grupo de conformación se fija de forma segura a un armazón de soporte 13', fijado a su vez de forma segura a la estructura fija 13" de la línea de equipos 13. Tal como se representa, en aras de una mayor simplicidad, solamente para uno de los soportes, un árbol 32" gira sobre su eje por medio de unos cojinetes 32"', y el rodillo de conformación correspondiente está fijado de forma segura al extremo de dicho árbol.

10 El uso de rodillos de conformación constituye uno de los aspectos ventajosos de la línea de equipos de la figura 3, ya que permite el uso de velocidades de producción en línea del orden de entre 15 y 20 metros/minuto significativamente mayores que las alcanzables con conformadores de tiras metálicas con superficies deslizantes fijas, las cuales a título indicativo serían del orden de entre 3 y 4 metros/minuto.

15 Para requisitos especiales, tales como con tiras particularmente gruesas, uno o más de los rodillos de conformación 30 a 33 se puede motorizar, reduciendo de este modo la fuerza de estirado.

20 El dispositivo 21 para alimentar las cintas de fibra óptica y el material de bloqueo del agua, ilustrado en las figuras 6, 7, comprende un elemento para alimentar el material de bloqueo del agua, que tiene un distribuidor central 34 hacia el cual fluye el material de bloqueo del agua a través de un conducto de alimentación 35, y fuera del cual sale el flujo del material de bloqueo de agua a través de dos conductos 36 y 37 separados entre sí en la dirección axial del flujo del cable; el material de bloqueo del agua fluye a través de los dos conductos 36 y 37 a una presión esencialmente atmosférica, dirigida sobre la tira metálica con su configuración de contenedor abierto por la parte superior.

25 El material de bloqueo del agua se alimenta hacia el conducto de alimentación 35 mediante una bomba de caudal constante.

30 Preferentemente, el material de bloqueo de agua se introduce a temperatura ambiente, o se calienta previamente a una temperatura moderada, no mayor que 80°C, preferentemente entre 50 y 70°C, de manera que no se dilate sobre la tira metálica y se pueda extender uniformemente por las paredes de la tira que se está formando sin entrar en contacto con los bordes de la tira, recubiertos con copolímero, destinados para una superposición posterior.

35 Preferentemente, el material de bloqueo de agua está formado por una mezcla que comprende un gel con una base de aceite de tipo silicona o hidrocarburo.

En particular, el material de bloqueo de agua en forma de gel tiene una viscosidad de entre 90 y 120 Pascales x segundo a temperatura ambiente.

40 El grupo de alimentación para las cintas de fibra óptica 5a, 5b comprende guías 38, 39, en forma de guías deslizantes, según se ilustra en la figura 6, o poleas giratorias, en los casos en los que las dimensiones lo permitan.

El conjunto está sostenido por un armazón 40.

45 Preferentemente, las cintas ópticas 5a, 5b antes que el grupo de alimentación según la dirección de avance se frenan adecuadamente para presentar un exceso de aproximadamente el 0,5 por mil cuando el cable está acabado.

50 Tal como se muestra en la figura 6, la guía 38 está posicionada después del conducto 36 según la dirección de avance, y la guía 39 está posicionada después del conducto 37 según la dirección de avance.

De esta manera, cada una de las fibras ópticas 5a, 5b se deposita dentro de la tira metálica 9 en formación después de que se haya alimentado a su interior una capa correspondiente de material de bloqueo de agua.

55 Además, la periferia inferior de cada guía 38, 39 es esencialmente tangencial a la dirección axial F de avance del cable en formación y alineada con las salidas de los conductos 36, 37.

60 La disposición correspondiente antes mencionada entre las guías y los conductos produce la primera introducción de una cantidad inicial de material de bloqueo de agua a través del conducto 36, sobre el cual está situada la cinta 5a, tal como se ilustra en la figura 2c, y subsiguientemente la introducción de una segunda cantidad de material de bloqueo de agua a través del conducto 37 el cual encierra a la cinta óptica 5a y la separa con respecto a la cinta óptica 5b, que se sitúa subsiguientemente sobre dicho material de bloqueo de agua, tal como se ilustra en la figura 2e.

65 Si se usan más elementos de transmisión independientes, por ejemplo, más cintas de fibra óptica, o fibras ópticas separadas o reunidas en grupos, el material de bloqueo de agua se aplica preferentemente en varias fases subsiguientes, interpuestas entre los puntos de alimentación de las fibras ópticas, obteniendo de este modo una distribución más uniforme de dicho material de bloqueo de agua entre los elementos de transmisión.

ES 2 296 301 T3

La presente invención contempla también el caso en el cual se usa un material de bloqueo de agua no fluido, en particular uno que consta de un material higroexpansible o similar, preferentemente sostenido sobre una tira, que se hincha en presencia de agua hasta que llena el volumen disponible no ocupado. Las tiras higroexpansibles del tipo indicado son conocidas en la técnica y están disponibles en el mercado.

En este caso, es necesario garantizar que una parte de la tira higroexpansible no se posiciona durante la fase de fabricación del cable entre los bordes de la tira metálica que se van a fijar de forma segura y a sellar, comprometiendo la eficacia de dicho sellado.

Según la invención, aplicando la tira higroexpansible sobre la tira metálica en una fase intermedia de su formación, es posible controlar su posicionamiento y evitar la misma entre en contacto con los bordes a sellar.

Preferentemente, dicha tira higroexpansible se aplica sobre la tira metálica cuando esta se encuentra todavía en una configuración básicamente plana o con una curvatura limitada.

Además, preferentemente, una parte de la superficie de la tira higroexpansible se fija de forma segura a la tira metálica con un adhesivo o similar que pueda evitar movimientos no deseados durante operaciones subsiguientes.

Para evaluar los resultados obtenidos con la deposición específica del material de bloqueo de agua a presión atmosférica sobre la tira en la configuración de contenedor abierto, en la cantidad elevada indicada anteriormente, se realizaron varias pruebas comparativas para determinar la resistencia ofrecida por el cable al paso del agua en la dirección longitudinal del cable en caso de rotura de este último.

La siguiente tabla indica las pruebas realizadas usando en todas ellas la misma geometría del cable, y variando únicamente el coeficiente de llenado del tubo de refuerzo 3, el cual encierra a las dos cintas ópticas.

Prueba	Número de cintas ópticas	C llenado (%)	Resultado de la prueba para el paso del agua
1	2	47 (%)	Negativo
2	2	49 (%)	Negativo
3	2	68 (%)	Negativo
4	2	70 (%)	Negativo
5	2	94 (%)	Positivo
6	2	94 (%)	Positivo
7	2	94 (%)	Positivo

El coeficiente de llenado del tubo 3 se definió de la manera siguiente:

$$At = Qn/Vl$$

en la que:

At = área de sección transversal teóricamente llenada (mm^2)

Q = caudal de la bomba (cm^3/rev)

n = velocidad de la bomba (rpm)

Vl = velocidad lineal (m/min)

Considerando el área interna del conducto con la fórmula:

$$Ar = \pi(\Phi_e - 2s)^2/4$$

en la que:

Φ_e = diámetro externo del tubo (igual a 3,5 mm en el ejemplo)

s = grosor de la tira de acero (igual a 0,255 mm en el ejemplo)

ES 2 296 301 T3

se genera la siguiente expresión para el coeficiente de llenado C, cuyos valores se muestran en la tabla según las pruebas respectivas:

$$C (\%) = (At/Ar) \cdot 100$$

Las pruebas se realizaron con el procedimiento ilustrado en la figura 8, colocando una sección de cable 41 con una longitud $L = 1.000$ mm bajo una caída de agua de 1.000 mm, con la sección de cable conectada por un extremo a través de una abrazadera 42 a un depósito 43 y controlando cualquier fuga de agua por el extremo libre 44 del cable.

La prueba se consideró positiva cuando no se había filtrado agua desde el extremo 44 de la sección de cable después de 1 hora.

Las pruebas indicaron los elevados valores del coeficiente de llenado del material de bloqueo de agua obtenido y el hecho de que dichos valores resultaban útiles para proporcionar una resistencia elevada a la propagación del agua en el cable.

Estos valores óptimos del coeficiente de llenado son posibles gracias a las características de la presente solución en relación con la introducción de una cantidad elevada de material de bloqueo de agua sobre la tira de acero de doble recubrimiento en forma de un contenedor completamente abierto, preservando a las fibras ópticas contra las interacciones fluido-dinámicas.

La cantidad de material de bloqueo de agua, aunque bastante elevada, no presentó ninguna interacción fluido-dinámica a un nivel crítico con las fibras ópticas, ya que el material de bloqueo de agua se introduce a presión atmosférica.

Se observó que los valores de aproximadamente el 70% no proporcionaban la garantía suficiente de que el número total de muestras sometidas a la prueba del paso del agua proporcionarían un resultado positivo.

En el caso específico del ejemplo en relación con un coeficiente de llenado del 70%, aunque se determinó que la mayor parte de la muestra proporcionaba un resultado positivo, el resultado fue negativo para aproximadamente un tercio de la muestra sometida a prueba.

Cuando el coeficiente de llenado cae hasta valores por debajo del 70%, el resultado es una resistencia inadecuada al paso del agua en la dirección longitudinal, tal como ponen de manifiesto los datos de la tabla, en unas condiciones similares a las correspondientes en las cuales se introdujo una cantidad menor de material de bloqueo de agua por medio de un conducto pequeño, junto con las fibras ópticas, si así fuera necesario.

Un coeficiente de llenado del 94% representa un valor satisfactorio, que proporciona una resistencia adecuada al paso del agua.

Se observó también que la disposición uniforme del material de bloqueo de agua posibilitada por su introducción sobre el cable metálico abierto dio como resultado una buena distribución por toda la sección transversal, incluso con un valor del coeficiente de llenado rebajado hasta el valor mínimo del 75%.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es sólo para conveniencia del lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se haya tenido un gran cuidado en recoger las referencias, no puede excluirse la presencia de errores u omisiones y por ello la EPO declina cualquier responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- GB 2176905 A [0003]
- US 4371234 A [0004]
- US 4239336 A [0005]
- GB 2253717 A [0006] [0007]
- GB 2029047 A [0006]
- US 5263239 A [0010]
- EP 0023154 A [0013]
- EP 0727274 A [0016]

ES 2 296 301 T3

- US 5140664 A [0075]

- US 5150444 A [0075]

5 • US 5455881 A [0075]

Bibliografía no correspondiente a patentes citada en la descripción

10 • *International Wire & Cable Symposium Proceedings, 1980*, 202-210 [0017]

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Proceso para la fabricación de un cable óptico que incluye por lo menos una fibra óptica en el interior de un tubo metálico, que incluye las siguientes fases:

- se hace avanzar una tira de material metálico en una dirección predeterminada;
- se deforma plásticamente dicha tira hasta que la misma adopta una configuración final que es esencialmente tubular;
- se fijan de forma segura los bordes de dicha tira en una dirección esencialmente paralela al eje del tubo;
- se alimenta por lo menos una fibra óptica en el interior del tubo,
- en el que dicha fase de deformación plástica de dicha tira comprende por lo menos una primera etapa en la cual la tira se curva con los bordes a una distancia predeterminada entre ellos y una segunda etapa en la cual la tira se conforma adoptando una configuración esencialmente tubular, y
- en una fase intermedia entre dicha primera y dicha segunda etapa de dicha fase de deformación plástica de dicha tira se alimenta hacia dentro una cantidad predeterminada de un material de bloqueo de agua,

caracterizado por el hecho de que

25 dicha cantidad predeterminada de un material de bloqueo de agua y dicha por lo menos una fibra óptica se alimentan sobre dicha tira de material metálico cuando dicha tira metálica curvada está abierta por la parte superior y la distancia entre los bordes curvados está comprendida entre el 80 y el 30% de la anchura de la tira metálica.

2. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que los bordes de dicha tira se superponen.

30 3. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que los bordes de dicha tira se fijan de forma segura y se sellan.

4. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que dicho material de bloqueo de agua consta de un fluido.

35 5. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que dicho material de bloqueo de agua consta de una tira higroexpansible.

40 6. Proceso según la reivindicación 5 **caracterizado** por el hecho de que dicha tira higroexpansible se fija de forma segura a dicha tira metálica por una parte de su superficie.

7. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que dicha cantidad predeterminada de dicho material de bloqueo de agua se corresponde con un llenado de por lo menos el 75%.

45 8. Proceso según la reivindicación 7 **caracterizado** por el hecho de que dicha cantidad predeterminada de dicho material de bloqueo de agua se corresponde con un llenado de por lo menos el 90%.

9. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que dicha distancia predeterminada entre los bordes de la tira metálica está comprendida entre el 40% y el 80% de dicha anchura predeterminada de la tira metálica.

50 10. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que se alimenta por lo menos una fibra óptica hacia dicho tubo después de la alimentación de por lo menos una parte de dicha cantidad predeterminada de material de bloqueo de agua.

55 11. Proceso según la reivindicación 10 **caracterizado** por el hecho de que se alimentan por lo menos dos fibras ópticas hacia dicho tubo en fases subsiguientes y porque entre dichas fases subsiguientes se alimenta por lo menos una parte de dicha cantidad predeterminada de material de bloqueo de agua entre dichas fibras ópticas.

60 12. Proceso según la reivindicación 2 **caracterizado** por el hecho de que dicha tira metálica incluye un recubrimiento de por lo menos una superficie con un polímero termoplástico.

13. Proceso según la reivindicación 12 **caracterizado** por el hecho de que dicha fase de sellado de dichos bordes de dicha tira comprende, secuencialmente, las fases en las que:

- se superponen los bordes uno sobre otro;
- se calientan los bordes superpuestos para conseguir la fusión de por lo menos parte de dicho polímero termoplástico;

ES 2 296 301 T3

- se refrigeran dichos bordes y al mismo tiempo se aplica presión sobre dichos bordes.

5 14. Proceso según la reivindicación 13 **caracterizado** por el hecho de que dicha fase de refrigeración de dichos bordes y al mismo tiempo de aplicación de presión sobre dichos bordes se realiza sin dispositivos de soporte en el interior del tubo.

15. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que después de dicha fase de deformación plástica de dicha tira hasta que se obtiene una configuración final esencialmente tubular se aplica una vaina plástica.

10 16. Proceso según la reivindicación 15 **caracterizado** por la fase en la que en dicha vaina plástica se encierran unos órganos de sustentación.

15 17. Proceso según la reivindicación 13 **caracterizado** por el hecho de que los bordes de la tira metálica se mantienen separados a una distancia predeterminada antes de la fase de superposición de los bordes del tubo.

18. Proceso según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que dicha fase de introducción de un material de bloqueo de agua incluye por lo menos dos fases de alimentación del material de bloqueo de agua, con por lo menos una fase de alimentación de una fibra óptica entre ellas.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

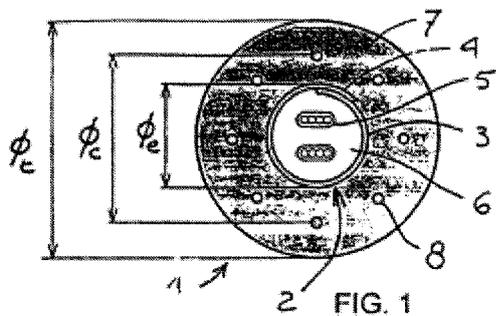


FIG. 1

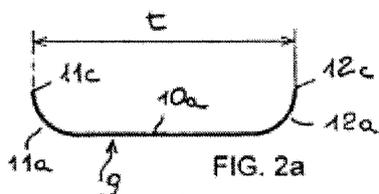


FIG. 2a

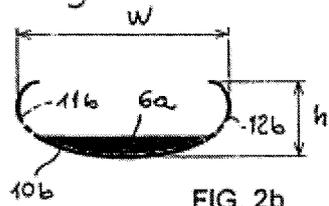


FIG. 2b

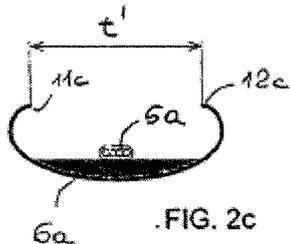


FIG. 2c

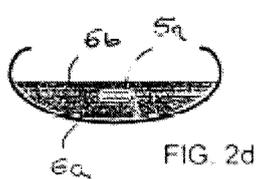


FIG. 2d

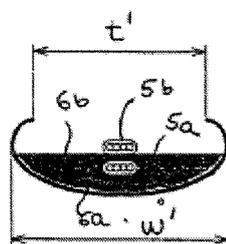


FIG. 2e

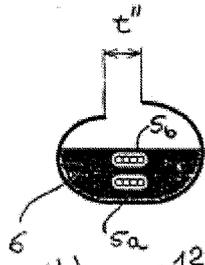


FIG. 2f

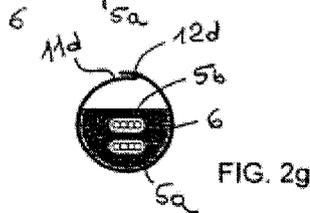


FIG. 2g

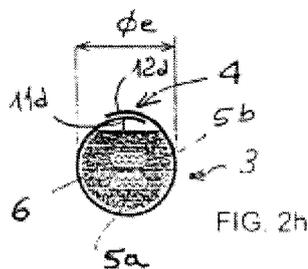


FIG. 2h

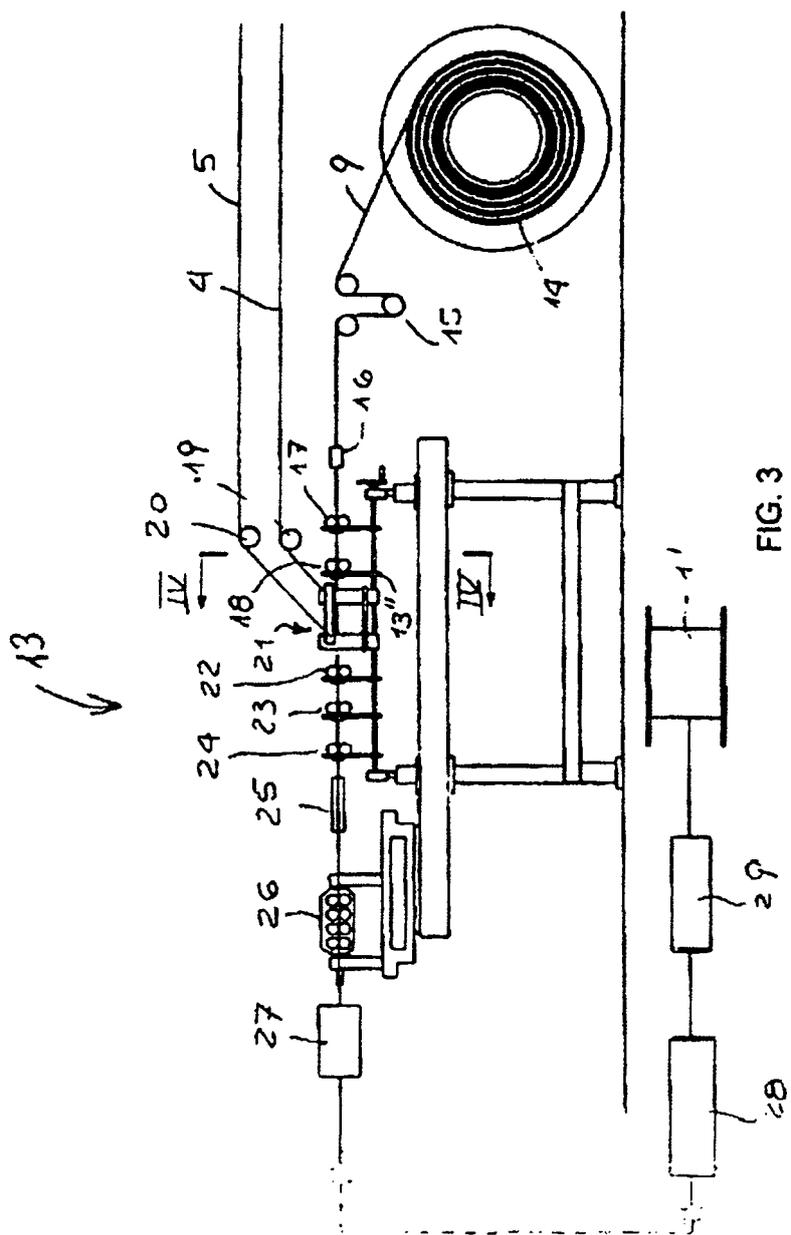


FIG. 3

