

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 878**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

C03C 25/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2009** **E 09153840 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016** **EP 2105776**

54 Título: **Cable óptico y método para producir un cable óptico**

30 Prioridad:

26.03.2008 DE 102008015605

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

03.05.2017

73 Titular/es:

**CCS TECHNOLOGY INC. (100.0%)
103 FOULK ROAD
WILMINGTON, DE 19803, US**

72 Inventor/es:

**KAMPS, RAINER;
KUNDIS, DIETER;
MERBACH, GERHARD y
STÖCKLEIN, WALDEMAR**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 610 878 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cable óptico y método para producir un cable óptico

La presente invención se refiere a un cable óptico que es particularmente adecuado para diversas aplicaciones interiores y exteriores. La invención se refiere también a un método para producir un tal cable óptico.

5 La creciente red y los requisitos cada vez más estrictos para la transmisión de datos incluso en el ámbito doméstico privado están llevando al uso de cables ópticos. Además de la distribución regional, la llamada última milla es también cada vez más importante, donde un cable óptico conecta una estación de distribución a edificios o viviendas individuales. En este caso, el factor primario es el uso de cables especiales que se pueden utilizar sin medidas adicionales tanto dentro de un edificio como fuera de un edificio, ya que evita las juntas empalmadas o conexiones de enchufe que son susceptibles de fallas. Los llamados "cables de descenso", tales como estos, pueden colocarse dentro y fuera de los edificios, y fuera del suelo o bien como cables subterráneos.

10 Los cables con rangos de aplicación diferentes como estos están destinados a satisfacer una multiplicidad de requisitos. Por una parte, el cable debe ser tan ligero y pequeño como sea posible para permitir que sea colocado y procesado más adelante sin ninguna dificultad. Además, debe tener un radio de curvatura tan estrecho como sea posible para poder ser colocado también con un radio de curvatura de hasta 20 mm dentro de los edificios. Debido al uso de estos cables dentro de los edificios, los materiales utilizados deben cumplir con las normas de protección adecuadas contra incendios. Además, debería ser posible que los cables ya estén provistos de conectores enchufables, con el fin de acelerar el proceso de instalación, como cable prefabricado.

15 Un cable como este para los rangos de aplicación indicados está sujeto a influencias ambientales muy diferentes. En particular, las diferencias de temperatura resultantes entre un edificio calentado y el área exterior, que puede ser considerablemente más fría, conducen a una expansión diferente del cable óptico, con lo que la fibra óptica puede estar sometida a cargas de tensión. Una razón para ello son los diferentes materiales a partir de los cuales se forma un cable como éste. Su comportamiento de expansión puede conducir indirectamente a un cambio en la atenuación, afectando así negativamente a la velocidad de transmisión de datos. En el peor de los casos, por ejemplo, la fibra óptica puede extraerse por completo en el área de una conexión enchufable.

20 En consecuencia, existe la necesidad de especificar un cable óptico en el que la respuesta de contracción se reduzca de modo que sea adecuada para una multiplicidad de aplicaciones dentro y fuera de los edificios. Otro objetivo es especificar un método para producir un cable como este.

25 Estos problemas se resuelven por el contenido de las reivindicaciones de patente independientes. Los desarrollos y perfeccionamientos de la invención se especifican en las reivindicaciones dependientes.

30 En un perfeccionamiento, el cable óptico comprende un cable óptico con amortiguación estanca y un manguito protector que rodea el cable óptico con amortiguación estanca. Una capa intermedia rodea el manguito protector y también tiene una pluralidad de elementos resistentes a la tensión. Finalmente, el cable óptico contiene una funda de cable que rodea la capa intermedia y tiene una zona de transición que mira hacia su superficie interior. En el área de transición, el material de la funda de cable se mezcla con los elementos resistentes a la tensión en la capa intermedia.

35 Esto asegura un contacto estrecho entre la funda del cable y la capa intermedia, y los manguitos interiores adicionales del cable óptico, reduciendo así cualquier proceso de contracción indeseable de componentes individuales del cable óptico. En otras palabras, la invención se distingue porque da como resultado un acoplamiento mecánico particularmente pronunciado de la funda del cable al manguito protector, que se asegura en particular mediante el proceso de fabricación descrito más adelante. El acoplamiento mecánico entre la funda del cable y el manguito protector conduce a un cambio de longitud más uniforme de las capas en función de la temperatura.

40 En otra realización, un cable óptico comprende un cable óptico provisto de amortiguación estanca y un manguito protector que rodea el cable óptico con amortiguación estanca que forma una brecha. También se proporciona una capa intermedia, está dispuesta alrededor del manguito protector y tiene elementos resistentes a la tensión. Una funda de cable está dispuesta alrededor de la capa intermedia y está conectada operativamente a través de la capa intermedia al manguito protector de tal manera que cualquier contracción relativa del manguito de protección y la envoltura del cable después de 24 horas con respecto al cable óptico protegido ajustado no sea mayor que 3 mm a 5 mm a lo largo de una longitud de cable de 3 m y a una temperatura de aproximadamente 80°C.

45 Los componentes, en particular el manguito de protección y la funda de cable, están por lo tanto firmemente acoplados entre sí en el refinamiento, de modo que cualquier comportamiento de expansión diferente tiene sólo un efecto menor sobre el cable óptico con amortiguación estanca, debido al fuerte acoplamiento mecánico.

50 En una realización del método para producir un cable óptico, se proporciona, entre otros, un cable óptico con

amortiguación estanca y se extrude un manguito protector alrededor de él. El manguito protector está rodeado por una capa intermedia que tiene elementos resistentes a la tensión. Además, se extrude por presión una funda de cable alrededor de la capa intermedia, dando como resultado un área de transición a lo largo de la superficie interior de la funda de cable, en la que el material de la funda de cable se mezcla con el material de la capa intermedia.

5 Diversos aspectos y realizaciones de la invención se explicarán en detalle en el siguiente texto con la ayuda de los dibujos, en los que:

La figura 1 muestra un gráfico para explicar el comportamiento de contracción del manguito protector en la dirección longitudinal del cable, en función del tiempo de inmersión del cable;

10 La figura 2 muestra un gráfico que ilustra el comportamiento de contracción lateral de un cable óptico en función del tiempo de inmersión del cable;

La figura 3 muestra una ilustración en sección transversal de una realización de un cable óptico basada en el principio propuesto;

La figura 4 muestra una ilustración esquemática de una línea de producción con el fin de explicar el método de producción;

15 La figura 5 muestra una ilustración esquemática de cabezales de extrusión con el fin de explicar diferentes opciones de extrusión.

La invención se puede implementar de diversas maneras independientemente de las realizaciones descritas, y no está restringida a las ilustraciones esquemáticas. De hecho, las figuras y la descripción asociada forman una base para explicar los diversos aspectos de la invención. Por lo tanto, las figuras no han sido dibujadas a escala y, de hecho, los elementos individuales se ilustran más o menos, por razones de claridad. Los componentes que tienen el mismo efecto y/o función tienen los mismos símbolos de referencia.

25 La figura 3 muestra una vista esquemática en sección transversal de un cable óptico basado en el principio propuesto, en el que el comportamiento de contracción lateral de las capas individuales se reduce debido al fuerte acoplamiento mecánico entre las capas. Un cable como este puede por lo tanto ser procesado adicionalmente y, por ejemplo, puede estar provisto de un tapón, particularmente de manera fácil.

30 En la realización ilustrada, el cable óptico comprende un cable 40 óptico protegido que tiene una guía de ondas, por ejemplo una fibra óptica. En la realización de ejemplo, esto se ilustra como la fibra 43, en la que un núcleo de fibra está rodeado por el denominado revestimiento. El revestimiento es un vidrio y tiene un índice de refracción diferente al del núcleo de la fibra. Además, la fibra 43 también contiene un revestimiento protector. La fibra 43 está firmemente rodeada por un material 42 de funda. El material 42 de funda protege la fibra 43 óptica y la rodea completamente, apoyándose estrechamente sobre ella. El diámetro del cable 40 óptico (TB) amortiguado ajustadamente en esta realización es de aproximadamente 900 μm . Sin embargo, también puede tener otros valores, por ejemplo entre 400 μm y 900 μm , dependiendo del tamaño del núcleo de fibra 43 y del material 42 que rodea al núcleo. La funda 42 puede estar compuesta de un material a base de silicona, poli (cloruro de vinilo), poliéster, poliuretano u otros materiales.

35 Un manguito 20 de protección está dispuesto también alrededor del cable 40 óptico estanco amortiguado y en el presente ejemplo de realización tiene un diámetro en su cara 22 interior que es ligeramente mayor que el correspondiente diámetro externo del cable 40 óptico con amortiguación estanca. Un espacio 30 intermedio esencialmente anular, que en el presente caso tiene un espesor en la región de 50 μm . En consecuencia, el diámetro interno del manguito 20 de protección está en la región de 1000 μm .

40 Pueden utilizarse polietileno, poliuretano, polipropileno, cloruro de polivinilo, polibutileno o bien cloruro de polivinilo o una combinación de los mismos, entre otros, como material para el manguito 20 de protección. Además, los policarbonatos y las mezclas de policarbonato son adecuados, puesto que tienen una alta rigidez. Un ejemplo de material de manguito protector es una mezcla de policarbonatos y acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS).

45 El espacio intermedio anular o la brecha 30 se llena con un gel 32 de alta viscosidad que llena completamente el espacio intermedio entre el manguito 20 de protección y el cable 40 óptico con amortiguación estanca. En particular, se puede usar un gel como el material de relleno que presenta sólo poca o ninguna difusión en el material de envoltura del cable 40 óptico protegido y dentro del manguito 20 de protección. Esto reduce los efectos de daño o de envejecimiento sobre el material de envoltura del cable 40 óptico protegido y del manguito 20 de protección. Además, la viscosidad a una temperatura de 23°C no debe ser inferior a 4000 mPas (mPascal segundos), con el fin de lograr un acoplamiento mecánico adecuado entre el manguito 20 de protección y el cable 40 óptico protegido. Los valores de viscosidad superiores a 6000 mPas son adecuados.

El espacio 30 intermedio resultante permite una cierta cantidad de juego cuando se aplica una carga de flexión al cable óptico, con la alta viscosidad del gel que está presente al mismo tiempo, produciendo un buen acoplamiento mecánico entre el manguito protector y el cable óptico con amortiguación estanca. Por lo tanto, el gel también coincide con el comportamiento de contracción del manguito 20 de protección al cable 40 óptico estanco.

5 En este contexto, la figura 1 muestra un gráfico que ilustra el comportamiento de contracción común del cable óptico con amortiguación estanca con el manguito de protección en comparación con el manguito protector sin el cable 40 óptico protegido y, por lo tanto, sin el acoplamiento mecánico entre los dos elementos.

10 El tiempo de inmersión se representa en minutos en abscisas y el comportamiento de contracción en milímetros en ordenadas. Las mediciones se realizaron a una temperatura de 70°C y con una longitud de cable de aproximadamente 30 cm.

15 Como se puede ver, el acoplamiento mecánico de junta del manguito de protección al cable óptico amortiguado (valores: manga protectora con TB) permanece esencialmente cercano a cero independientemente del tiempo de inmersión. La abreviatura "TB" en el texto siguiente es corta para el cable óptico con amortiguación estanca. Por el contrario, el manguito protector sin acoplamiento mecánico al cable óptico protegido (valores: manguito protector sin TB) se contrae aproximadamente 0,5 mm después de un tiempo de inmersión de aproximadamente 200 minutos, a lo largo de una longitud de cable de aproximadamente 30 cm.

Por lo tanto, el compuesto de relleno de alta viscosidad coincide con el comportamiento de contracción del manguito de protección con el comportamiento de contracción del cable óptico con amortiguación estanca, de manera que el cambio relativo entre el manguito 20 de protección y el cable 40 óptico con amortiguación estanca es muy pequeño.

20 El manguito 20 de protección está ahora rodeado por una capa 12 que contiene al menos un hilo compuesto por fibras 14 de aramida. Las poliamidas sintéticas en las que al menos el 85% de los grupos amida están unidos directamente a dos anillos aromáticos se denominan aramidas o bien poliamidas aromáticas.

25 La aramida de fibra sintética se distingue por su alta resistencia con respecto a una deformación o carga de tracción, así como la resistencia a ácidos y álcalis. Además, es altamente resistente al calor y al fuego, no se funde, pero comienza a carbonizarse a unos 400°C. La capa 12 intermedia puede contener fibras de aramida tejidas y además puede tener también elementos de fibra de vidrio. La capa 12 intermedia se utiliza para reforzar el cable óptico, en particular para cargas de tracción, con el fin de evitar que el núcleo 43 de cable, del cable óptico protegido de forma estanca se rompa o rasgue. Además de las fibras compuestas de aramida, se pueden utilizar también para este propósito polivinil cetonas y polietilenos de alto peso molecular, así como fibra de vidrio o combinaciones de los mismos.

35 Finalmente, una funda 10 de cable se extrude alrededor de la capa 12 intermedia con las fibras 14 de aramida. Esto se hace mediante extrusión a presión, de manera que se forma un área 15 de transición en el interior de la superficie de la funda. En el área 15 de transición, el material de funda extruido se mezcla con fibras 14 de aramida de la superficie exterior de la capa 12 intermedia. Esto da lugar a un fuerte acoplamiento mecánico entre la funda 10 de cable, a través de la capa 12 intermedia y la capa 20 protectora. El área 15 de transición en la que el material de funda de cable se mezcla con las fibras de aramida puede tener un espesor de dos décimas del espesor de la funda de cable extruida.

40 Además, se incorpora una rosca 13 en la funda 10 de cable y se utiliza para abrir y retirar la funda de cable antes de un proceso de empalme, con el fin de empalmar el núcleo de fibra del cable óptico con ajuste de torsión ajustado a una guía de ondas óptica.

La envoltura de cable 10 está compuesta de un material no corrosivo, ignífugo, que también se denomina material de FRNC. Se puede usar polietileno o bien una mezcla con polietileno y etilenvinilacetato para la funda del cable. A modo de ejemplo, se utilizan trihidróxido de aluminio o bien hidróxido de magnesio como materiales ignífugos.

45 El proceso de extrusión por presión para producir la funda de cable conduce a la funda del cable que tiene una movilidad lateral considerablemente menor con respecto al manguito 20 de protección que está dispuesto dentro de la funda de cable y al cable 40 óptico con amortiguación estanca.

50 En este contexto, la Figura 2 muestra una ilustración del comportamiento de contracción trazada frente al tiempo de inmersión para dos cables producidos de diferentes maneras. Los valores anotados "estándar" se midieron con un cable producido convencionalmente, en el que la funda del cable no estaba conectada a las capas situadas debajo de la misma por medio del proceso de extrusión por presión como se describe con detalle más adelante. El cable "estándar" se empapa a una temperatura de 70°C. Después de un tiempo de inmersión de aproximadamente 100 minutos, la contracción de la funda de cable sube bruscamente a lo largo de una longitud de cable de 1 m y, por ejemplo, es de 2 mm después de un tiempo de inmersión de aproximadamente 200 minutos. En contraste con esto,

uno producido usando el método propuesto tiene un comportamiento de retracción considerablemente reducido, indicado por los valores "optimizados". Estos valores se determinaron con un cable basado en el principio de producción propuesto, en particular con extrusión por presión de la funda de cable en las condiciones indicadas anteriormente.

5 Debido a la mezcla, el cable óptico presenta una retracción considerablemente menor, debida a la unión mecánica de la funda del cable a las capas situadas debajo de la misma, a través de la capa intermedia. El valor medio de
 10 contracción del cable óptico basado en el principio propuesto, en particular de la funda del cable y de la capa protectora con respecto al cable óptico con amortiguación estanca, es de aproximadamente 5 mm a lo largo de una longitud de cable de 3 m, se sumergió a 80°C durante 24 horas y se midió a continuación a temperatura ambiente. Los cables producidos convencionalmente presentan una contracción que es mayor en un factor de 3 por comparación.

15 En otras palabras, el acoplamiento mecánico de la funda de cable con el manguito de protección y, a su vez entre el manguito de protección y el cable óptico con amortiguación estanca, da como resultado que los cambios de longitud relativos de los elementos individuales estén emparejados entre sí. Por lo tanto, el acoplamiento mecánico provoca un cambio de longitud, por ejemplo debido a un proceso de contracción o debido a un cambio de temperatura, que
 20 afecta a todos los elementos aproximadamente de manera uniforme.

25 Por lo tanto, un aspecto adicional se refiere también a la denominada longitud de exceso de fibra que ahora ya no se requiere, o apenas se requiere todavía, debido al comportamiento de contracción reducido y más uniforme. La longitud de exceso de fibra, es decir, la sección de fibra de la fibra óptica que es más larga que la envoltura de cable circundante o el manguito protector circundante, puede por lo tanto ser inferior al 0,1% de la longitud total. En particular, son
 30 también posibles valores inferiores al 0,05% hasta el 0%. Este último valor significa que la longitud de la fibra corresponde a la longitud del manguito protector y de la funda del cable.

35 Se puede montar un enchufe o una conexión de enchufe en el extremo del cable con el cable óptico con amortiguación estanca expuesto. Se une al cable, por ejemplo al hilo de la capa intermedia para aliviar la tensión. Además, está conectado directamente al cable óptico con amortiguación estanca. Esto se puede hacer ahora sin grandes dificultades ya que la expansión común y al mismo tiempo pequeña de todo el cable evita que la fibra se rompa en la zona del
 40 tapón. En particular, el cable se puede suministrar con un enchufe al mismo tiempo.

45 Un método alternativo para determinar el acoplamiento mecánico entre los elementos individuales del cable es determinar la llamada fuerza de extracción. En este caso, se mide la fuerza que se requiere para separar un elemento del cable óptico de otros elementos a una velocidad de extracción específica. Por ejemplo, la fuerza de extracción que se requiere para tirar del núcleo de fibra 40 fuera del manguito 20 de protección es de al menos 0,7 N a una velocidad de tracción de 40 a 50 mm/min. La fuerza de extracción depende del material 32 de relleno utilizado entre el manguito 20 de protección y el cable 40 óptico con amortiguación estanca. El material 32 de relleno es preferiblemente un gel que da como resultado una fuerza de extracción de 2 N a 3 N para una longitud de cable de 1 m con una velocidad de extracción de 40 a 50 mm/min.

50 La fuerza de extracción se puede determinar de una manera correspondiente entre el manguito 20 de protección y la funda 10 de cable que rodea el manguito protector. Esta fuerza de extracción debe estar en el intervalo de 20 N a 60 N, y en particular en el intervalo de 30 N a 60 N, para una velocidad de extracción de 40 a 50 mm/min y una longitud de cable de 1 m. Pueden conseguirse fuerzas de extracción elevadas tales como éstas, en particular mediante la extrusión por presión que se utiliza para la producción de la funda alrededor de la capa 12 intermedia y el manguito 20 de protección.

55 La figura 4 muestra una ilustración esquemática de una línea de producción para producir un cable 10 óptico. La línea de producción contiene una pluralidad de unidades de producción individuales V1, V2 y V3 que están dispuestas detrás de la otra. Un cable óptico protegido 210 es enrollado sobre un carrete C1 y es alimentado a la primera unidad V1 de fabricación. El cable 210 óptico con amortiguación estanca tiene un núcleo de fibra y un material de envoltura circundante compuesto de un polímero y, por ejemplo, tiene un diámetro de 500 µm.

La unidad V1 de fabricación tiene un depósito T1 que está conectado a través de una extrusora E1 a una cabeza CH1 de extrusión. El depósito T1 se llena con un material de extrusión, que forma la materia prima para el manguito 20 de protección. Como ejemplo, pueden utilizarse materiales a base de policarbonatos para este propósito y, además, pueden tener también componentes ignífugos. Por lo tanto, pueden proporcionarse materiales ignífugos en la propia materia prima, o bien pueden mezclarse en el material extrusor durante el proceso de extrusión.

Una vez que el material ha sido calentado en el extrusor E1, la masa fundida de polímero caliente se extrude alrededor del cable 210 óptico con amortiguación estanca por medio del cabezal CH1 de extrusión. El cabezal CH1 de extrusión está configurado, en este caso, de tal manera que se forma una brecha 30 estrecha entre el cable 40 óptico apantallado y el interior del manguito 20 de protección. La extrusión del manguito que se describe en este caso y se describirá con más detalle más adelante, permite determinar el tamaño de la brecha, que está preferentemente en la

región de unas pocas decenas de micrómetros, en particular en la región de 50 mm.

Además, la unidad V1 de fabricación tiene previsto un material de relleno que se introducirá en la brecha entre el cable 40 óptico protegido y el manguito 20 de protección. En el presente ejemplo de realización, el material de presentación es un gel de alta viscosidad con una viscosidad en el rango de 4000 mPas a 12000 mPas, medida a una temperatura de 23°C. En una realización particular, se utiliza un material cuya viscosidad es de al menos 6000 mPas o mayor, medida a 23°C. Alternativamente, también pueden introducirse hilos u otros materiales en el manguito protector o en la brecha, para soporte.

El manguito de protección extruido se enfría en la unidad de producción V1 dando lugar de esta manera a un manguito de protección rígido que está acoplado mecánicamente bien al cable óptico con amortiguación estanca. El cable parcialmente producido y enfriado es entonces alimentado a la segunda unidad de producción V2. Esto ahora rodea el manguito 20 de protección con un hilo compuesto de material de alta resistencia a la tracción 240, formando de este modo la capa 12 intermedia como se muestra en la realización de ejemplo de la figura 3.

A título de ejemplo, se puede utilizar aramida, polivinilcetona o polietilenos de cadena muy larga para este fin. Además, las fibras de fibra de vidrio pueden ser entretrejidas para una mayor robustez mecánica. Los elementos de robustez están preferentemente dispuestos simétricamente alrededor de los manguitos 20 protectores y están conectados operativamente al manguito protector.

La unidad V3 de producción adicional está conectada a la unidad de producción V2 y comprende un segundo tanque T2 que está conectado a través de una segunda extrusora E2 a otra cabeza CH3 de extrusión. El cabezal CH3 de extrusión está diseñado para la extrusión por presión.

El cable que sale de la unidad V2 de producción se alimenta a la cabeza CH3 de extrusión. Al mismo tiempo, el material de envoltura en el depósito T2 se calienta a través de la extrusora E2 y la masa fundida caliente se fuerza a alta presión en el cabezal CH3 de extrusión alrededor del cable que pasa a través del cabezal de extrusión. Por lo tanto, la masa fundida se pone en contacto con la capa intermedia en la propia cabeza del extrusor. El proceso de extrusión por presión da como resultado que el material de cable caliente se mezcla con las fibras de aramida y/o vidrio de la capa intermedia en un área de transición de la funda de cable y conduce a un buen acoplamiento mecánico y al mejor comportamiento de contracción.

El cable que sale del cabezal CH3 de extrusión se enfría a continuación en un baño W de agua y se enrolla sobre el segundo rodillo C2. En este caso, sin embargo, no se aplica más carga de tracción, en contraste con la extrusión de manguito, y en su lugar, la funda de cable está provista de su forma predeterminada esencialmente por la abertura en el cabezal CH3 de extrusión. Desde el punto de vista de una estructura molecular, la extrusión a presión en el cabezal CH3 de extrusión reduce la alineación de las cadenas de polímero en el material de funda de modo que la morfología del material de funda se aproxima a una distribución de equilibrio no orientada. Si es necesario y deseado, el cable se suministra también con un tapón de terminación.

En la realización de ejemplo ilustrada, la línea de producción es continua, es decir, el cable se fabrica en un proceso continuo. Sin embargo, puede ser interesante interrumpir el proceso ilustrado en la figura 4 para permitir que el cable o el núcleo del cable se detenga y, si es apropiado, esperar procesos de contracción dependientes de la producción. Para este efecto, a modo de ejemplo, el cable puede enrollarse sobre un tambor adicional, que no está ilustrado, y puede almacenarse brevemente después de cada unidad de producción, en particular después de la unidad de producción V1. Esto permite que el núcleo del cable, es decir, el cable óptico con amortiguación estanca rodeado por el manguito protector, asuma su forma final después de la primera etapa de producción. Además, esto permite compensar diferentes velocidades de producción entre las unidades de producción individuales V1, V2 y V3.

En este contexto, la figura 5A muestra una vista en sección transversal del cabezal CH3 de extrusión para extrusión por presión. El cabezal CH3 de extrusión comprende una boquilla, que se estrecha cónicamente, y está provista de una abertura en la zona frontal. El diámetro de la abertura de la boquilla corresponde esencialmente al diámetro del núcleo del cable que pasa a través, que comprende el cable óptico con amortiguación estanca, el manguito protector y la capa intermedia. Una boquilla está montada en la boquilla y su abertura de manera que esto da lugar a una alimentación cónica que se estrecha para el material de la envoltura entre la boquilla y la pieza de boca. La pieza de boca está diseñada de tal manera que el material de envoltura que se introduce a través de las alimentaciones se presiona firmemente sobre el núcleo de cable y se guía conjuntamente a lo largo de una sección L hasta una abertura O. La abertura O de la pieza de boca tiene un diámetro que corresponde esencialmente al diámetro exterior del cable deseado. En otras palabras, el material de envoltura se presiona sobre el núcleo de cable en el área L dentro de la pieza de boca, lo que da como resultado un mezclado en el área de transición de la funda de cable. El cable que sale de la cabeza del extrusor se enfría entonces en el baño de agua.

Por el contrario, la Figura 5B muestra una realización de ejemplo para extrusión por manguito, como se usa a modo de ejemplo en la cabeza CH1 de extrusión. También se proporciona un pezón, a través del cual se pasa el cable. En

5 el caso presente, se trata del cable óptico con amortiguación estanca. En contraste con el cabezal de extrusión por presión CH3, la abertura en la boquilla también forma la abertura en la cabeza CH1 de extrusión. Además, el material del manguito protector se extrude a través de otra boquilla, que se coloca alrededor de la boquilla. En este caso, el diámetro de la abertura anular de la pieza de boca está diseñado de tal manera que el material extruido no entre en contacto directo con el núcleo del cable. El diámetro anular de la abertura de la pieza de boca está diseñado de tal manera que la abertura en la boquilla se sitúa en la abertura de la pieza de boca.

En consecuencia, el material del manguito de protección no hace contacto con el cable óptico con amortiguación estanca hasta después de haber salido del cabezal de extrusión. Esto se realiza mediante el material de la funda protectora y el cable óptico con amortiguación estanca que se está extrayendo a lo largo de la dirección Z ilustrada.

10 En la cabeza de extrusión de manguito CH1, la abertura de salida de la boquilla tiene un diámetro ligeramente mayor que el cable óptico con amortiguación estanca. Esto se utiliza para hacer que el gel que se ha introducido en la cavidad H entre en contacto con el cable óptico protegido de manera que el cable óptico con amortiguación estanca esté recubierto con una fina capa de gel. Cuando el cable óptico amortiguado es atravesado a través de la boquilla en la dirección de la abertura, el gel forma una capa delgada sobre la superficie del cable óptico con amortiguación estanca y sale de esta manera del cabezal CH1 de extrusión.

15 El material del manguito de protección no se aplica entonces directamente al cable óptico con amortiguación estanca, sino a un gel que rodea el cable óptico con amortiguación estanca. Esto da como resultado que el manguito protector extruido tenga un diámetro interno ligeramente más grande, formando así un espacio entre el manguito protector y el cable óptico con amortiguación estanca, por ejemplo en la región de 50 mm. Esto permite una pequeña cantidad de juego para el cable óptico con amortiguación estanca dentro del manguito de protección e impide que el cable óptico con amortiguación estanca se pegue al manguito protector, dando como resultado una atenuación no deseable. Al mismo tiempo, el cable óptico con amortiguación estanca se mantiene en línea recta y no está curvado dentro del manguito protector.

20 Como material para el manguito de protección se puede utilizar una mezcla de policarbonatos con acrilonitrilo-butadieno-estireno y también se pueden proporcionar con componentes ignífugos. Por ejemplo, además, se puede introducir en la matriz del manguito protector trihidróxido de aluminio o hidróxido de magnesio que constituye una proporción en peso de hasta 60%. Esto también se hace en el área de alimentación a la cabeza de la extrusora, en la que el material de la funda del cable se mezcla con los componentes ignífugos.

25 El diseño de cable descrito puede usarse como un "cable de descarga" para aplicaciones en interiores y exteriores. En este caso, cumple con los requisitos de tamaño y flexibilidad. El manguito rígido de protección protege el cable óptico protegido contra la presión externa y permite incluso obtener diámetros de curvatura pequeños. Además, el comportamiento de contracción de las capas individuales se reduce debido al buen acoplamiento mecánico de las capas al cable óptico con amortiguación estanca. Esto permite acoplar el cable directamente a una conexión de enchufe apropiada sin necesidad de dividir elementos de refuerzo o adaptadores adicionales. En este caso, el cable óptico con amortiguación estanca y el manguito protector rígido también mejoran la conexión a un enchufe.

30 El cable óptico es más robusto que los cables de conexión utilizados anteriormente y, al mismo tiempo, es más flexible de manejar que las soluciones anteriores. Puede utilizarse no sólo en el interior sino también en exteriores en diversas condiciones externas sin que el comportamiento de contracción resulte inaceptable y con una atenuación óptica adicional.

40 Símbolos de referencia

1 Cable óptico

2 Funda de cable

12 Capa intermedia

14 fibras de aramida

45 15 Área de transición

20 Manguito protector

22 Superficie interior del manguito protector

30 Espacio intermedio, brecha

- 32 Material de relleno, gel
- 13 Hilo
- 40 Cable óptico con amortiguación estanca
- 42 Funda de fibra
- 5 43 Núcleo de fibra
- Rodillo C1, C2
- Unidad de producción V1, V2, V3
- Tanque T1, T2
- Extrusora E1, E2
- 10 Cabeza de extrusión CH1, CH3
- 210 Núcleo del cable
- 240 Material de la capa intermedia
- W Baño de agua

Reivindicaciones

1. Un cable óptico, que comprende:
 - un cable (40) óptico con amortiguación estanca,
 - un manguito (20) de protección que rodea el cable (40) óptico con amortiguación estanca;
- 5 - una capa (12) intermedia que rodea el manguito (20) de protección y tiene elementos (14) resistentes a la tensión;
 - una funda (10) de cable que rodea la capa (12) intermedia y presenta una zona (15) de transición orientada hacia su superficie interior y en la que se mezcla un material de la funda (10) de cable con los elementos (14) resistentes a la tensión de la capa (12) intermedia.
- 10 2. Cable óptico según la reivindicación 1, en el que la capa (12) intermedia tiene un hilo compuesto por fibras de aramida.
3. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la capa (12) intermedia está compuesta por fibras de vidrio.
4. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la zona (15) de transición comprende del 0,1% al 20% del espesor de la funda (10) de cable, en particular del 10% al 20% del grosor de la funda (10) de cable.
- 15 5. El cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el material de la funda (10) de cable tiene polietileno y trihidróxido de aluminio o polietileno e hidróxido de magnesio.
6. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 5, que además tiene una separación (30) entre el cable (40) óptico con protección estanca y el manguito (20) de protección que rodea el cable (40) óptico con amortiguación estanca, en el que la separación (30) tiene un espesor en el intervalo de 30 a 100 mm, en particular un espesor en el intervalo de 45 a 55 mm.
- 20 7. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el diámetro interno del manguito (20) de protección no es superior a 1000 mm y el diámetro externo del cable óptico (40) de amortiguación estanca está en la región de 900 mm.
8. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que se proporciona un compuesto (32) de relleno entre el manguito (20) de protección y el cable (40) óptico con amortiguación estanca, en especial un gel con una viscosidad mayor que 4000 mPa.s a una temperatura de 23°C.
- 25 9. El cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el manguito (20) de protección está conectado de forma operativa a través de la capa (12) intermedia a la funda de cable de modo que cualquier contracción relativa del manguito (20) de protección y la funda (10) de cable con respecto al cable óptico con amortiguación estanca después de 24 horas no es mayor de 3 mm a 5 mm a lo largo de una longitud de cable de 3 m y a una temperatura de aproximadamente 80°C.
- 30 10. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que cualquier cambio de longitud inducido por la temperatura se reduce mezclando el material de la funda (10) de cable con los elementos resistentes a la tensión de la capa (12) intermedia.
- 35 11. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el cable (40) óptico con amortiguación estanca y el manguito (20) de protección que lo rodea hacen contacto entre sí de manera que la fuerza de extracción que se ejerce sobre el cable (40) óptico con amortiguación estanca o sobre el manguito (20) de protección que lo rodea no sea inferior al valor de 0,7 N a temperatura ambiente y con una velocidad de extracción en el intervalo de 40 mm/min a 50 mm/min, sobre una longitud de cable de 1 m.
- 40 12. Cable óptico según la reivindicación 11, en el que la fuerza de extracción está en el intervalo de 2 N a 3 N.
13. El cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el manguito (20) de protección y la funda (10) de cable que lo rodea están unidos operativamente entre sí a través de la capa (12) intermedia de tal manera que la fuerza de extracción en el manguito (20) de protección de la funda (10) de cable está en el intervalo de 30 N a 60 N a temperatura ambiente y a una velocidad de extracción en el intervalo de 40 mm/min a 50 mm/min, a lo largo de una longitud de cable de 1 m.
- 45

14. Un método para producir un cable óptico, que comprende:
- proporcionar un cable (40) óptico con amortiguación estanca;
 - extrusión de un manguito (20) de protección alrededor del cable (40) óptico con amortiguación estanca;
 - protegido de forma estanca que rodea el manguito (20) de protección con una capa (12) intermedia que tiene elementos resistentes a la tensión;
 - extrudir por presión una funda (10) de cable alrededor de la capa (12) intermedia de tal manera que el material de la funda (10) de cable se mezcla con el material de la capa (12) intermedia en una zona de transición.
15. Método según la reivindicación 14, en el que la etapa de extrusión por presión comprende:
- proporcionar el material que forma la funda (10) de cable;
 - rodear la capa (12) intermedia con el material de modo que se haga contacto;
 - prensar el material de la funda (10) de cable junto con la capa intermedia que rodea el manguito (20) de protección, a través de una abertura común (O) cuyo diámetro corresponde esencialmente al diámetro exterior del cable óptico (1) después de enfriamiento;
 - enfriamiento del cable.
16. El Método según la reivindicación 15, en el que la abertura (O) tiene un diámetro en la región de 5 mm.
17. El procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 16, en el que la etapa de extrusión comprende:
- proporcionar un material que forma el manguito protector;
 - rodear el cable óptico con el material del manguito de protección
 - estirar el material del manguito protector;
 - enfriamiento del manguito protector.
18. El método según una de las reivindicaciones 14 a 17, en el que la etapa de extrusión de un manguito (20) de protección comprende:
- proporcionar un material (32) de relleno;
 - que rodea el cable (40) óptico con amortiguación estanca con una capa compuesta del material (32) de relleno.

FIG 1

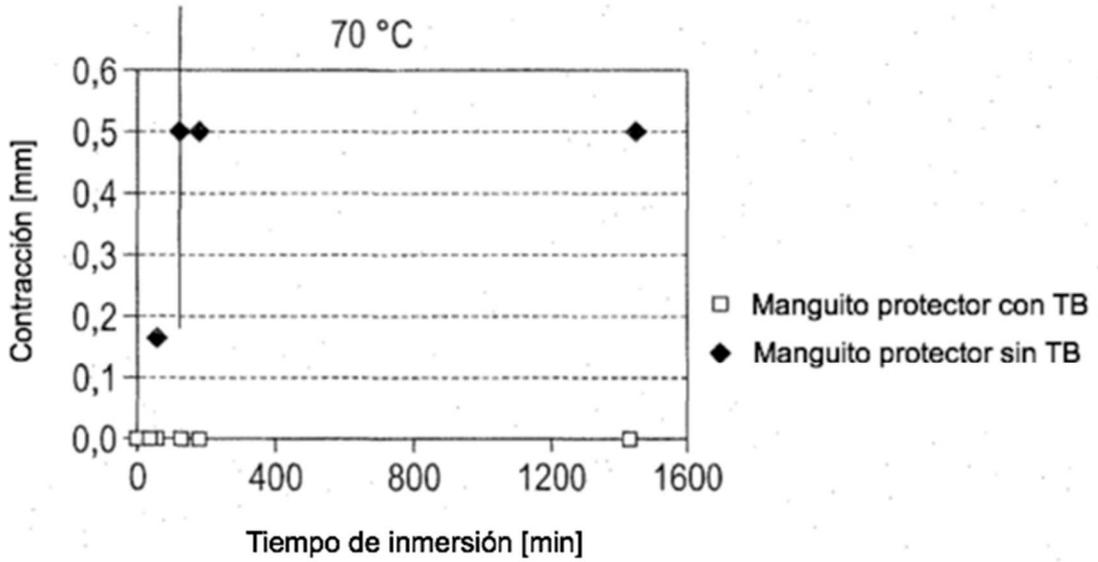


FIG 2

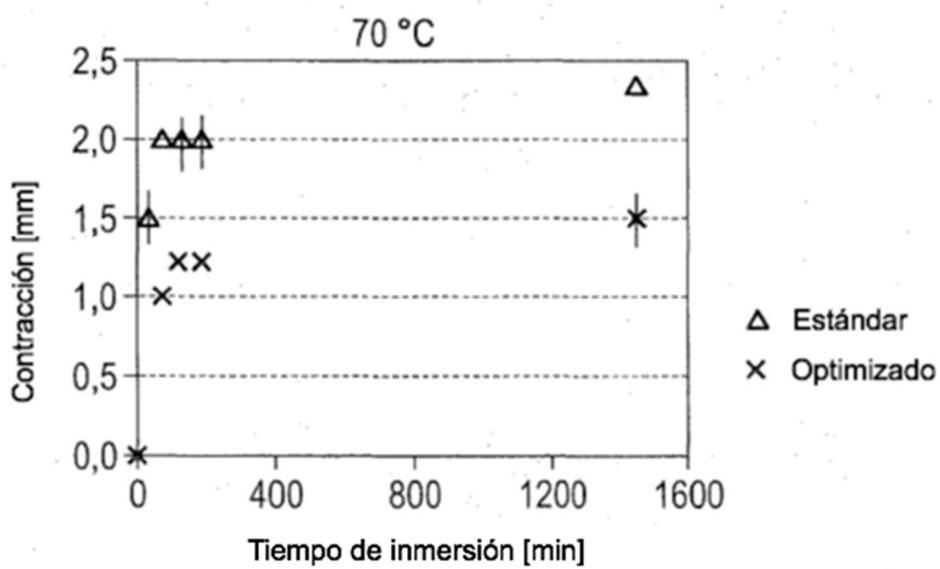
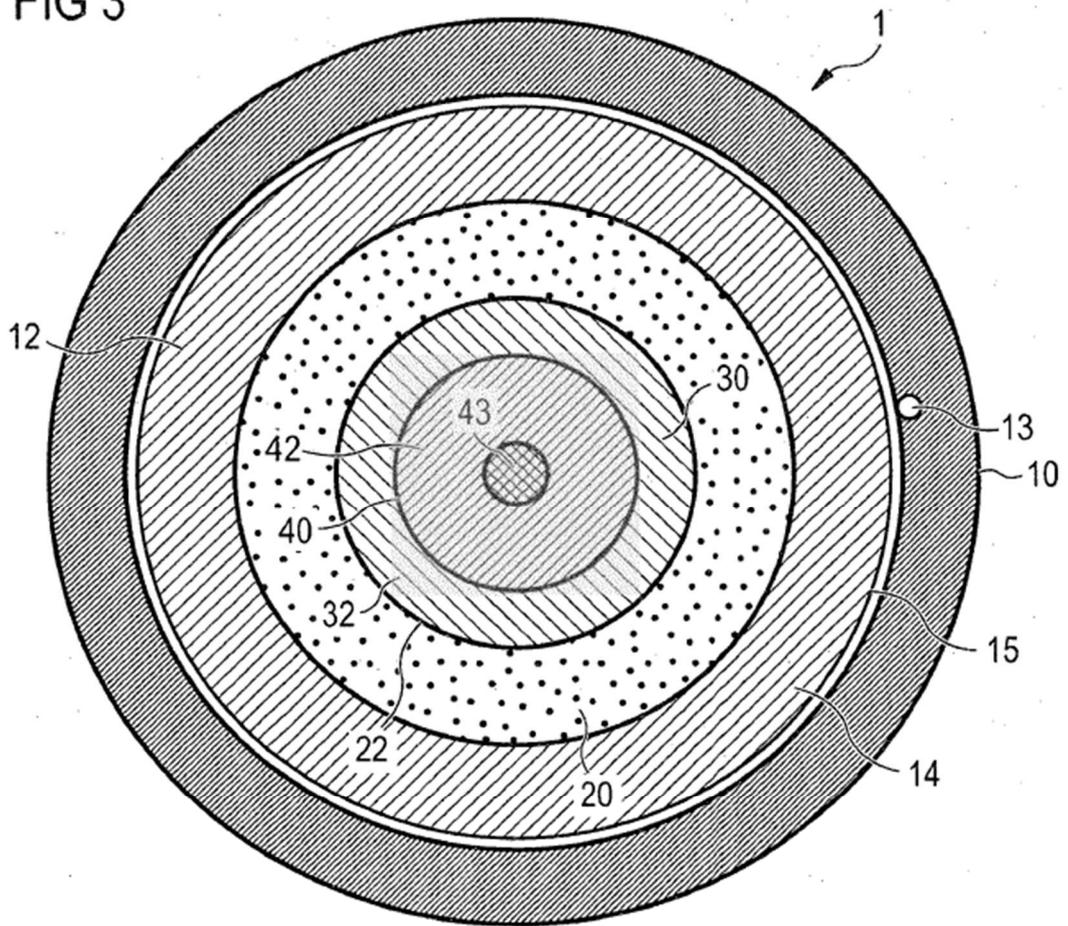


FIG 3



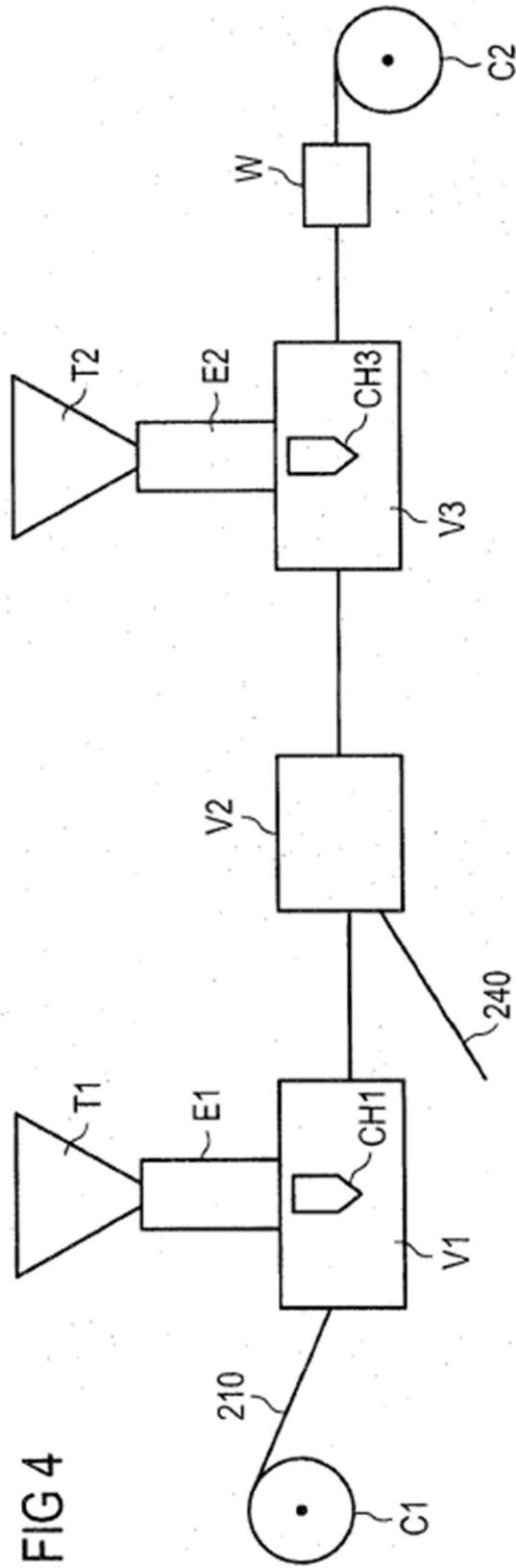


FIG 4

