



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 294 852**

51 Int. Cl.:
H01B 9/00 (2006.01)
G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **99938258 .3**
86 Fecha de presentación : **16.07.1999**
87 Número de publicación de la solicitud: **1099229**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2001**

54 Título: **Cable híbrido eléctrico y óptico para instalaciones aéreas.**

30 Prioridad: **20.07.1998 IT MI98A1658**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

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

72 Inventor/es: **Zaccone, Ernesto;**
Belli, Sergio;
Casanova, Giuseppe y
Marelli, Paolo

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 294 852 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 2 294 852 T3

DESCRIPCIÓN

Cable híbrido eléctrico y óptico para instalaciones aéreas.

5 La presente invención se refiere a un cable híbrido eléctrico y óptico adecuado para su instalación a lo largo de líneas aéreas para telecomunicaciones y para la distribución de energía eléctrica, particularmente de media o baja tensión.

10 Actualmente hay una necesidad reconocida de convertir la transmisión de energía eléctrica y la red de distribución en una red combinada que también comprenda un sistema de fibra óptica para telecomunicaciones.

15 Se han propuesto varias soluciones en este campo para líneas aéreas de transmisión de alta tensión (132 a 400 kV) en donde se utilizan conductores no aislados suspendidos entre torres, en cuya parte superior está instalado un alambre de protección para proteger la línea de tensiones en exceso provocadas por la acción de un rayo. Estas soluciones requieren la utilización, como alambres de protección, de cables de autoaporte que incluyen uno o más elementos de fibra óptica para telecomunicaciones. Estos cables consisten en una pluralidad de conductores metálicos no aislados, enrollados helicoidalmente juntos de tal manera que forman un espacio interno que se extiende longitudinalmente a través de todo el cable. En el interior de este espacio están alojados los elementos ópticos, instalados en una estructura tubular metálica que tiene la función tanto de proteger los elementos ópticos de tensiones mecánicas externas como del drenaje de las corrientes debidas a las descargas atmosféricas. Varias realizaciones de estos cables se describen, por ejemplo, en las patentes EP-81.327, US-4.699.461, US-5.123.075 y US-5.555.338.

20 También hay líneas aéreas para la distribución de energía de media o baja tensión (generalmente de entre 0,4 y 36 kV enlazados) en los que se utilizan cables de triple núcleo, que consisten en tres conductores de fase, estando aislado cada uno de estos conductores con una capa termoplástica o de poliolefina reticulada, la cual, particularmente en los cables de media tensión, está, a su vez, rodeada por una pantalla metálica y mediante una funda de protección hecha a partir de material termoplástico. Los tres conductores aislados están enrollados helicoidalmente alrededor de una cuerda metálica de soporte, que proporciona la resistencia a la tracción mecánica han requerido para la instalación suspendida del cable. La cuerda de soporte se puede recubrir mediante una capa eléctricamente aislante cuando la cuerda realiza la función adicional de conductor neutro, particularmente cuando se refiere a cables de baja tensión. Cables aéreos aislados de estos tipos se describen, por ejemplo, en el Estándar Unificado DC4389, primera edición, febrero de 1994, establecido por ENEL (Ente Nazionale Energia Elettrica), Italia.

25 Las líneas aéreas con cables aislados no utilizan alambres de protección, ya que el riesgo de impacto de un rayo es menor que el que se encuentra en las líneas de alta tensión que tienen conductores no aislados, y también disminuye mediante la presencia de tres pararrayos tanto a lo largo de la línea como en sus extremos. Además, los conductores, que están aislados entre sí y de la conexión a tierra, no están sometidos a tensiones de contacto directo.

30 En consecuencia, para la conversión de las líneas eléctricas para la distribución de energía a media o baja tensión con cables aislados en una red combinada eléctrica y óptica, es imposible en la práctica utilizar alambres de protección que consistan en cables de autoaporte que incluyen elementos ópticos tal como se han descrito anteriormente. De hecho, esto requeriría un rediseño y la sustitución de toda la línea, en lo que respecta a la adición de un elemento (el alambre de protección) que es innecesario, con el consiguiente aumento inaceptable en los costes de instalación.

35 La solicitud de patente francesa FR-2.563.042 describe un cable para la transmisión simultánea de energía eléctrica de media tensión y telecomunicaciones de alto volumen, en el cual tres conductores de fase aislados están dispuestos alrededor de un elemento central. El cable sería adecuado tanto para una instalación subterránea como para redes aéreas. El elemento central comprende un tubo de material termoplástico aislante que contiene un módulo de transmisión óptica, estando rodeados dicho tubo mediante una capa de alambres de metal que protegerían las fibras ópticas del módulo contra las tensiones mecánicas. Externamente a los alambres de metal está dispuesta una funda, que está hecha de plomo cuando el cable se ha de instalar de manera subterránea. Desde la página 3, línea 27, a la página 4, línea 1, de esta solicitud francesa se indica que, cuando el cable está diseñado para instalaciones aéreas, se prevé generalmente una funda alrededor del tubo termoplástico para proteger las fibras ópticas contra infiltraciones locales de agua, mientras que los alambres metálicos están hechos de acero y la funda que rodea dichos alambres está constituida mediante un material plástico rígido, tal como cloruro de polivinilo o polietileno ramificado.

40 Según la experiencia del solicitante, el cable descrito en el documento FR-2.563.042 es totalmente inadecuado para una instalación aérea. De hecho, en la percepción del solicitante, en una instalación aérea, el elemento central que contiene el módulo de transmisión óptica debe soportar tanto las tensiones longitudinales como las fuerzas de compresión transversales. Aunque los alambres de acero incluidos en el cable descrito en el documento FR-2.563.042 podrían resistir una fuerza longitudinal, no están previstos elementos metálicos en ese cable para proteger de una manera efectiva el elemento óptico contra las fuerzas de compresión transversales. Sin embargo, el solicitante cree que la funda externa no es efectiva del todo, ya que, al estar colocada externamente respecto a los alambres metálicos, no puede proteger el elemento óptico de fuerzas de compresión intensas ejercidas por los alambres cuando el cable se fabrica y se instala. De hecho, los alambres metálicos, así como los conductores aislados, cuando se tensan longitudinalmente, tienden a converger hacia la cuerda central, comprimiendo así fuertemente el elemento óptico colocado en su interior.

ES 2 294 852 T3

Además, el cable tal como se ha descrito en el documento FR-2.563.042 prácticamente no se puede instalar en una línea aérea, ya que el elemento central está colocado en una posición que es difícilmente accesible desde el exterior. Por lo tanto, el elemento central no se puede utilizar como cuerda de soporte para instalar el cable aéreo, ya que no puede, de hecho, extraerse del enrollado de los tres conductores aislados para suspenderse en los medios de amarre de la línea aérea.

El solicitante ha encontrado ahora que es posible producir un cable híbrido eléctrico y óptico para instalaciones aéreas, que comprende un cable eléctrico trifásico con conductores aislados enrollados helicoidalmente alrededor de una cuerda de soporte que consiste en una estructura externa que resiste la tensión longitudinal, en cuyo interior está instalado por lo menos un elemento de fibra óptica encerrado en una estructura tubular resistente a la compresión transversal. De esta manera, es posible proporcionar, en una única estructura de autosoporte, una combinación de elementos conductores aislados y elementos de fibra óptica, asegurando una alta fiabilidad en funcionamiento.

Por lo tanto, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable híbrido eléctrico y óptico para instalaciones aéreas, que comprende tres conductores de fase aislados enrollados literalmente alrededor de un acuerdo de soporte, en el que dicha cuerda de soporte comprende:

por lo menos un elemento de fibra óptica;

una estructura tubular que contiene dicho por lo menos un elemento óptico, siendo dicha estructura tubular resistente a la compresión transversal;

una estructura de soporte resistente a la tensión longitudinal colocada externamente en dicha estructura tubular.

Según un aspecto preferido, la relación entre el diámetro de la cuerda de soporte y el diámetro de cada conductor aislado está predeterminada para hacer que la cuerda se pueda extraer de los conductores aislados enrollados helicoidalmente. Según una realización particularmente preferida, dicha relación es mayor que 0,3, más preferiblemente está comprendida entre 0,4 y 1,5.

Según una realización preferida, los conductores aislados están enrollados alrededor de la cuerda de soporte con un paso predeterminado para hacer el cable autosostenible. Según una realización particularmente preferida, dicho paso está comprendido entre 10 y 50 veces, más preferiblemente entre 20 y 40 veces, el diámetro de cada conductor aislado.

La estructura tubular asegura un alto grado de protección del elemento óptico, evitando la acción de las fuerzas transversales de compresión sobre las fibras ópticas durante la producción, la instalación y el funcionamiento del cable, que podrían provocar fenómenos de "micro-curvaturas", con la consiguiente atenuación de la señal óptica o incluso la fractura de las propias fibras. La compresión transversal puede estar provocada tanto por los conductores de fase aislados, los cuales, bajo la acción de una fuerte fuerza de tracción, comprimen la cuerda de soporte y, en consecuencia, el elemento óptico contenido en la misma, y mediante la estructura de soporte la cual, cuando está sometida a tensión, tiende a reducir su diámetro y, en consecuencia, el espacio interno que aloja el elemento óptico. Los efectos de la compresión radial se amplifican posteriormente mediante cualquier irregularidad geométrica de la estructura de soporte, que puede provocar fuerzas de compresión localizadas, que pueden ser muy fuertes, que actúan sobre el elemento óptico.

La estructura de soporte forma el elemento que permite que el cable se suspenda entre las estructuras de sustentación (polos, torres y similares) de la línea aérea, ya que es capaz de soportar fuerzas mecánicas intensas, principalmente fuerzas de tracción longitudinales, a las cuales el cable está sometido durante su fase de instalación y cuando está en funcionamiento. En particular, la estructura de soporte es capaz de soportar las tensiones mecánicas que se producen a partir del peso del propio cable, a partir del viento y a partir de los medios de amarre utilizados para el anclaje del cable a las estructuras de sustentación de la línea aérea.

Según un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un sistema aéreo para la distribución de energía eléctrica y para telecomunicaciones, que comprende tres conductores de fase aislados enrollados alrededor de una cuerda de soporte, estando fijado dicho cable entre estructuras de sustentación mediante unos medios de amarre, caracterizado por el hecho de que dicha cuerda de soporte incluye por lo menos un elemento de fibra óptica.

Según otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para suspender un cable híbrido eléctrico y óptico en una línea aérea, comprendiendo dicho cable tres conductores de fase aislados enrollados helicoidalmente alrededor de una cuerda de soporte, en el que dicho procedimiento comprende:

- empujar por lo menos uno de los tres conductores aislados para hacer la cuerda de soporte accesible desde el exterior;

- colgar la cuerda de soporte mediante unos medios de colgado;

- extraer la cuerda de soporte mediante los medios de colgado de los conductores aislados enrollados para una longitud predeterminada;

ES 2 294 852 T3

- sujetar la longitud extraída de la cuerda de soporte mediante unos medios de amarre;

- liberar la cuerda de soporte de los medios de colgado;

5 - suspender el cable en estructuras de sustentación de la línea aérea mediante los medios de amarre.

La presente invención se describirá ahora más claramente mediante la siguiente descripción detallada, proporcionada para información adicional sin ningún propósito limitativo para el alcance de las reivindicaciones, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

10

- las figuras 1 y 2 son representaciones esquemáticas de secciones transversales de dos posibles realizaciones del cable según la presente invención;

15

- las figuras 3 a 5 muestran esquemáticamente en sección transversal tres posibles realizaciones del elemento de fibra óptica que se utiliza en el cable según la presente invención;

- la figura 6 muestra esquemáticamente una posible manera de extraer la cuerda de soporte de los conductores aislados enrollados helicoidalmente para suspender el cable en una línea aérea.

20

Con referencia a la figura 1, el cable eléctrico de triple núcleo (1), particularmente adecuado para la distribución de energía de media tensión, comprende tres elementos simples de núcleo (10) y enrollados helicoidalmente alrededor de una cuerda de soporte (2) que comprende un elemento de fibra óptica (3) (cuya estructura específica corresponde a la mostrada en la figura 3, descrita posteriormente) instalado en una estructura tubular (4) alrededor de la cual está presente una estructura de soporte (5).

25

Cada elemento simple de núcleo (10) comprende, desde el interior al exterior, un conductor (11), una capa semiconductor interna (12), una capa aislante (13), una capa semiconductor externa (14), una pantalla de metal (15), y una funda externa (16).

30

El conductor (11) consiste generalmente en alambres de metal elementales, preferiblemente hechos a partir de aluminio o cobre, enroscados juntos según procedimientos convencionales, o un único conductor sólido de aluminio.

35

La capa de aislamiento (13) se produce mediante extrusión de un compuesto de polímero, reticulado o no reticulado, que tiene como su componente de base un polímero seleccionado, por ejemplo, entre los siguientes: polietileno, particularmente polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), polietileno de media densidad (MDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno reticulado (XLPE); polipropileno (PP); copolímeros de propileno y etileno termoplásticos; cauchos de etileno-propileno (EPR) o cauchos de etileno-propileno-dieno (EPDM); cauchos naturales; cauchos de butilo; copolímeros de etileno y acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno y acrilato de metilo (EMA); copolímeros de etileno y acrilato de etilo (EEA); copolímeros de etileno y acrilato de butilo (EBA); copolímeros de etileno y alfa-olefina termoplásticos; o mezclas de estos. La reticulación, si la hay, se puede realizar mediante procedimientos conocidos, particularmente mediante iniciadores de peróxido o mediante grupos de silano hidrolizables.

45

Las capas semiconductoras (12, 14) están hechas mediante extrusión de composiciones basadas en los polímeros seleccionados a partir de los indicados anteriormente para la capa de aislamiento (13), con la adición de negro de carbón en cantidades suficientes para impartir propiedades semiconductoras.

50

La pantalla de metal (15) consiste generalmente en alambres o cintas de metal, dispuestas longitudinalmente o enrolladas helicoidalmente alrededor del núcleo del cable.

Una funda de protección externa (16), que consiste en un material termoplástico, generalmente polietileno (PE) o cloruro de polivinilo (PVC), se aplica normalmente alrededor de la pantalla (15).

55

Con referencia a la figura 2, el cable eléctrico de triple núcleo (1), particularmente adecuado para la distribución de energía de baja tensión, es estructuralmente similar al mostrado en la figura 1, excepto que no tiene ni las capas semiconductoras (12, 14) ni la pantalla de metal (15).

60

Para impartir las propiedades de resistencia al impacto, se puede aplicar una capa de material de polímero expandido (no mostrada en las figuras 1 y 2) alrededor de la funda (16), tal como se describe en la solicitud de patente internacional WO 98/52197. En particular, se da preferencia a materiales de polímero que tienen, antes de su expansión, un módulo de flexión a temperatura ambiente de más de 200 MPa y preferiblemente de más de 400 MPa (medido según el estándar ASTM D790), pero en cualquier caso que no supere 2.000 MPa, para no aumentar la rigidez del cable excesivamente. El material de polímero se puede seleccionar, en particular, entre polímeros o copolímeros de olefinas, preferiblemente basados en polietileno (PE) y/o polipropileno (PP) mezclado con cauchos de etileno-propileno. Ventajosamente, se puede utilizar PP modificado con cauchos de etileno-propileno (EPR), con una relación PP/EPR en peso de entre 90/10 y 50/50, preferiblemente entre 85/15 y 60/40. El grado de expansión del polímero es muy variable, según el polímero específico utilizado y el espesor del revestimiento que se va a producir. En general, el grado de expansión puede variar entre el 20% y el 3000%, preferiblemente entre el 30% y el 500%. Otros deta-

65

ES 2 294 852 T3

lles de las características de esta capa de polímero expandido se proporcionan en el documento WO 98/52197 citado anteriormente, cuyo texto constituye una parte que integra la presente descripción.

5 La estructura tubular (4) está generalmente constituida por un material que tiene un alto módulo mecánico, preferiblemente un metal o un material polimérico. Ventajosamente, se pueden utilizar metales o aleaciones de metal que tienen una alta resistencia a la corrosión, por ejemplo aluminio o acero inoxidable, copolímeros de alto módulo (“tecnopolímeros”), tales como polipropileno, polipropileno modificado, tereftalato de polibutileno (PBT), imidas de poliéster, sulfonas de poliéster, y similares.

10 La estructura tubular (4) puede consistir alternativamente en un material de polímero expandido, tal como los descritos en el documento WO 98/52197 descrito anteriormente, de una manera similar al indicado anteriormente para la capa expandida que se puede aplicar alrededor de la funda (16). La utilización de material de polímero expandido hace posible disminuir significativamente el peso total del cable y disipar de una manera efectiva la energía derivada a partir de las fuerzas de compresión transversales, tal como las descritas anteriormente.

15 La estructura de soporte (5) está colocada alrededor de la estructura tubular (4), consistiendo dicha estructura de soporte (5) generalmente en una armadura que comprende una o más capas de alambres de metal (50), preferiblemente hecha de acero, posiblemente revestida con aluminio o zinc blindado, de tal manera que se aumente su resistencia a la corrosión, o, alternativamente, de una aleación de aluminio. Los alambres de metal están trenzados helicoidalmente alrededor de la estructura tubular (4) de tal manera que forman una estructura compacta.

20 Con particular referencia a la figura 2, que se refiere a un cable de baja tensión, la estructura de soporte (5) puede estar recubierta mediante una capa eléctricamente aislante (6). En esta realización, la cuerda de soporte (2) realiza la función adicional de conductor neutro para el cable.

25 El elemento de fibra óptica (3), cuya estructura se puede seleccionar entre las comúnmente utilizadas para los núcleos de los cables ópticos, está alojado en el interior del estructura tubular (4). El diámetro externo del elemento de fibra óptica (3) es ligeramente menor que el diámetro interno del estructura tubular (4), de tal manera que permite su fácil inserción en la estructura tubular (4) mientras que al mismo tiempo se evita un movimiento lateral substancial del elemento óptico (3) en el interior de la estructura (4), que podría dañar las fibras ópticas.

30 Una primera realización del elemento de fibra óptica (3) se muestra en la figura 3. Éste tiene, en la posición radialmente más interna, un elemento de refuerzo (31), típicamente hecho a partir de plástico reforzado con fibra de vidrio. Alrededor del elemento de refuerzo (31) están dispuestos uno o más elementos tubulares (32), usualmente hechos a partir de PE, PBT o PP, entre los cuales están alojadas las fibras ópticas (33), sumergidas en un relleno amortiguador (34), cuya función es bloquear el agua que pueda entrar en el elemento óptico. Los elementos tubulares (32) están también usualmente incrustados en un relleno amortiguador (35). El relleno amortiguador que se utiliza normalmente es una composición basada en un aceite de tipo de silicona, mineral (naftalénico o parafínico) o de tipo sintético, al cual se incorpora un agente que aumenta la viscosidad, por ejemplo un polímero elastomérico con una baja temperatura de transición vítrea (por ejemplo poliisobuteno), y, si es necesario, un agente de espesado/tixotrópico (por ejemplo, sílice pirogénica), además de un antioxidante. El relleno amortiguador, si es necesario, también puede actuar como un absorbente de hidrógeno; en este caso, se dispersa aquí un aditivo que absorbe hidrógeno, tal como paladiato de carbono.

45 Alrededor de los elementos tubulares (33) está usualmente presente una primera capa de contención (36) que consiste, por ejemplo, en un enrollado de cintas de fibra sintética, por ejemplo poliéster, que tienen la función de unir el núcleo óptico, y una segunda capa de contención (37), que consiste, por ejemplo, en cintas enrolladas de material de aramida (por ejemplo, Kevlar®), que tiene funciones mecánicas y de aislamiento térmico.

50 La figura 4 muestra otro ejemplo de un elemento de fibra óptica (3) que se puede utilizar en el cable híbrido según la presente invención. Tiene, en la posición radialmente más interna, un elemento de refuerzo (31) sobre el cual se extrude un núcleo ranurado (38) en el que están formadas ranuras externas (39) que se extienden helicoidalmente o con una trayectoria s-z a lo largo de toda la superficie externa de dicho núcleo. La ranuras (39) están rellenas de un material amortiguador (34), tal como se ha descrito anteriormente, y alojan las fibras ópticas (33). El núcleo ranurado (38) se rodea a continuación mediante una capa de contención (36) del tipo descrito anteriormente para la figura 2.

55 Finalmente, la figura 5 muestra una lista en sección de otra realización del elemento de fibra óptica (3). Este elemento comprende un elemento tubular (32) que contienen las fibras ópticas (33), preferiblemente dispuestas de manera suelta en el material amortiguador (34).

60 Con referencia a la figura 6, el cable híbrido según la presente invención se puede suspender en puntos predeterminados a lo largo de la extensión del cable en una línea aérea según el siguiente procedimiento.

65 En primer lugar, por lo menos uno de los tres conductores aislados se empuja para abrir parcialmente el enrollado del conductor y hacer que la cuerda de soporte sea fácilmente accesible desde el exterior. Esta operación se puede realizar, por ejemplo, mediante una o más cuñas insertadas entre los conductores aislados.

ES 2 294 852 T3

A continuación, tal como se muestra en la figura 6, se inserta un gancho (60) entre los conductores aislados (10) para sujetar la cuerda de soporte (2). Para hacer la extracción más fácil, el gancho (60) se puede vincular mecánicamente a un extremo de un elemento cilíndrico (61), longitudinalmente desplazable en el interior de una carcasa (62). El movimiento longitudinal se puede obtener, por ejemplo, girando un pomo (63) fijado en el otro extremo del elemento cilíndrico (61) opuesto al gancho (60). La superficie externa del elemento cilíndrico (61) está, por lo tanto, provista de una rosca (64) para acoplarla a la carcasa (62), cuya superficie interna tiene una rosca complementaria. Para vincular el gancho (60) al elemento cilíndrico (61) mientras se los deja giratorios de manera independiente, está previsto un pasador (65) en el elemento cilíndrico (61). La carcasa (62) puede estar provista en un extremo de bloques de soporte (66) que se apoyan contra los conductores aislados (10) para ayudar en la inserción del gancho (60) y en la extracción de la cuerda (2).

El cable híbrido según la presente invención se puede producir mediante una máquina de disposición utilizada de manera convencional en la industria del cable. Para evitar cualquier daño al elemento óptico, durante su producción es importante aplicar a la cuerda de soporte una retirada suficiente para mantener de manera constante la cuerda en una posición central respecto a los conductores aislados que están enrollados alrededor del mismo. En consecuencia, la cuerda de soporte se evita que se comprima de una manera excesiva y no uniforme mediante los conductores aislados.

Se construyó un cable híbrido según la presente invención, cuya estructura se muestra en la figura 1. El cable eléctrico consistía en tres elementos de un único núcleo (diámetro nominal: 24 mm), cada uno formado (desde el interior al exterior) mediante: un conductor de aluminio con una sección transversal de 35 mm²; una capa semiconductor interna (espesor 0,5 mm); una capa de aislamiento de EPR reticulado (espesor: 5,5 mm); una capa semiconductor externa (espesor: 0,5 mm); una pantalla de cinta de aluminio, dispuesta longitudinalmente (espesor: 0,15 mm); una funda de polietileno (espesor: 1,8 mm). El peso total del cable eléctrico era de aproximadamente 2,28 kg/m.

Los tres elementos de un único núcleo se enrollaron helicoidalmente (paso = aproximadamente 850 mm) alrededor de una cuerda de soporte que contiene un núcleo óptico tal como se muestra en la figura 2. La cuerda de soporte, que tiene un diámetro total de 12,48 mm, consistía en un núcleo óptico (diámetro externo: 5,5 mm) instalado en un tubo de aluminio que tiene un diámetro externo de 8,0 mm y un espesor nominal de 1,25 mm, alrededor del cual se enrollaron 14 alambres de acero revestidos con aluminio (Alumoweld), cada uno teniendo un diámetro nominal de 2,24 mm. El peso total de la cuerda de soporte era de aproximadamente 0,48 kg/m.

La cuerda de soporte se sometió a pruebas mecánicas, que revelaron un valor de tensión en rotura de 75,4 kN y un valor de módulo de elasticidad equivalente (para una elongación del 0,3%) a 11.000 kN/mm². No se observó ninguna atenuación de la señal óptica (medida mediante un reflectómetro de dominio de tiempo óptico (OTDR)) hasta una carga de 38 kN. Además, se realizaron pruebas de compresión sobre la cuerda de soporte, enrollándola alrededor de un cilindro que tenía un diámetro de 800 mm con una fuerza de tracción de aproximadamente 5320 kg, determinando así una compresión radial de aproximadamente 13.300 kg/m. Después de la prueba, la cuerda y el tubo de aluminio no mostraron ninguna deformación permanente, y no se observó ninguna atenuación del OTDR de la señal óptica.

Las mediciones así obtenidas demuestran que la cuerda de soporte que incluye el elemento óptico es capaz de soportar altas fuerzas de tensión sin provocar fenómenos de atenuación para las fibras ópticas. Por ejemplo, el cable híbrido descrito anteriormente se puede instalar en líneas aéreas con longitudes de hasta 150 m entre torres, correspondiendo a tensiones de tracción no mayores de 10 kN, con un amplio margen de seguridad para la integridad del elemento óptico.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante se muestra únicamente para conveniencia del lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se ha tenido una gran precaución a la hora de recopilar las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina cualquier responsabilidad al respecto.

Documentos de la patente citados en la descripción

- EP 81327 A [0003]
- US 4699461 A [0003]
- US 5123075 A [0003]
- US 5555338 A [0003]
- FR 2563042 [0007] [0008] [0008] [0009]
- WO 9852197 A [0027] [0027] [0029]

ES 2 294 852 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cable híbrido eléctrico y óptico (1) para instalaciones aéreas, que comprende tres conductores de fase aislados (10) enrollados helicoidalmente alrededor de una cuerda de soporte (2), en el que dicha cuerda de soporte comprende:
- por lo menos un elemento de fibra óptica (3);
 - una estructura tubular de metal (4) que contiene dicho por lo menos un elemento de fibra óptica;
 - 10 - una estructura de soporte (5) resistente a una tensión longitudinal situada de manera externa a dicha estructura tubular de metal.
- 15 2. Cable según la reivindicación 1, en el que la estructura tubular está hecha a partir de una aleación de metal.
3. Cable según la reivindicación 1, en el que dicha estructura tubular está hecha a partir de aluminio o acero inoxidable.
- 20 4. Cable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la relación entre el diámetro de dicha cuerda de soporte y el diámetro de cada conductor aislado está predeterminada para hacer que dicha cuerda se pueda extraer de dichos conductores aislados enrollados helicoidalmente.
5. Cable según la reivindicación 4, en el que dicha relación es mayor de 0,3.
- 25 6. Cable según la reivindicación 5, en el que dicha relación está comprendida entre 0,4 y 1,5.
7. Cable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los conductores aislados están enrollados alrededor de dicha cuerda de soporte con un paso predeterminado para hacer el cable autosostenible.
- 30 8. Cable según la reivindicación 7, en el que dicho paso está comprendido entre 10 y 50 veces el diámetro de cada conductor aislado.
9. Cable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura de soporte comprende una armadura que comprende una o más capas de alambres de metal (50) enroscados helicoidalmente alrededor de dicha estructura tubular.
- 35 10. Cable según la reivindicación 9, en el que dichos alambres de metal están hechos a partir de acero.
11. Cable según la reivindicación 9, en el que dichos alambres de metal están hechos a partir de acero recubierto con aluminio o acero con zinc blindado.
- 40 12. Cable según la reivindicación 9, en el que dichos alambres de metal están hechos a partir de una aleación de aluminio.
- 45 13. Cable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha estructura de soporte está recubierta mediante una capa eléctricamente aislante.
14. Cable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento de fibra óptica comprende un elemento de refuerzo central (31) alrededor del cual están dispuestos uno o más elementos tubulares (32), que contienen una o más fibras ópticas (33) sumergidas en un relleno amortiguador (34).
- 50 15. Cable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que dicho elemento de fibra óptica comprende un elemento de refuerzo central (31) alrededor del cual está dispuesto un núcleo ranurado (38) en el que están formadas externamente una o más ranuras (39) que se extienden longitudinalmente a lo largo de la superficie externa de dicho núcleo, estando rellenas dichas ranuras con un relleno amortiguador (34) en el cual están alojadas una o más fibras ópticas (33).
- 55 16. Cable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que dicho elemento de fibra óptica comprende un elemento tubular (32) que contiene una o más fibras ópticas (33) sumergidas en un relleno amortiguador (34).
- 60 17. Sistema aéreo para la distribución de energía eléctrica y para telecomunicaciones, que comprende un cable (1) que comprende tres conductores de fase aislados (10) enrollados alrededor de una cuerda de soporte (2), estando fijado dicho cable entre estructuras de sustentación mediante medios de amarre que funcionan sobre dicha cuerda de soporte, **caracterizado** por el hecho de que dicha cuerda de soporte comprende por lo menos un elemento de fibra óptica (3) instalado en una estructura tubular de metal (4) resistente a la compresión transversal.
- 65

ES 2 294 852 T3

18. Procedimiento para suspender un cable híbrido eléctrico y óptico (1) en una línea aérea, comprendiendo dicho cable:

5 - tres conductores de fase aislados (10) enrollados helicoidalmente alrededor de una cuerda de soporte (2),

- una estructura tubular de metal (4) que contiene por lo menos un elemento óptico (3), y

- una estructura de soporte (5) colocada externamente a dicha estructura tubular,

10 en el que dicho procedimiento comprende:

- empujar por lo menos uno de los tres conductores aislados para hacer la cuerda de soporte accesible desde el exterior;

15 - colgar la cuerda de soporte mediante unos medios de colgado (60);

- extraer la cuerda de soporte mediante los medios de colgado de los conductores aislados enrollados para una longitud determinada;

20 - sujetar la longitud extraída de la cuerda de soporte mediante unos medios de amarre;

- liberar la cuerda de soporte de los medios de colgado;

25 - suspender el cable en estructuras de sustentación de la línea aérea mediante los medios de amarre.

30

35

40

45

50

55

60

65

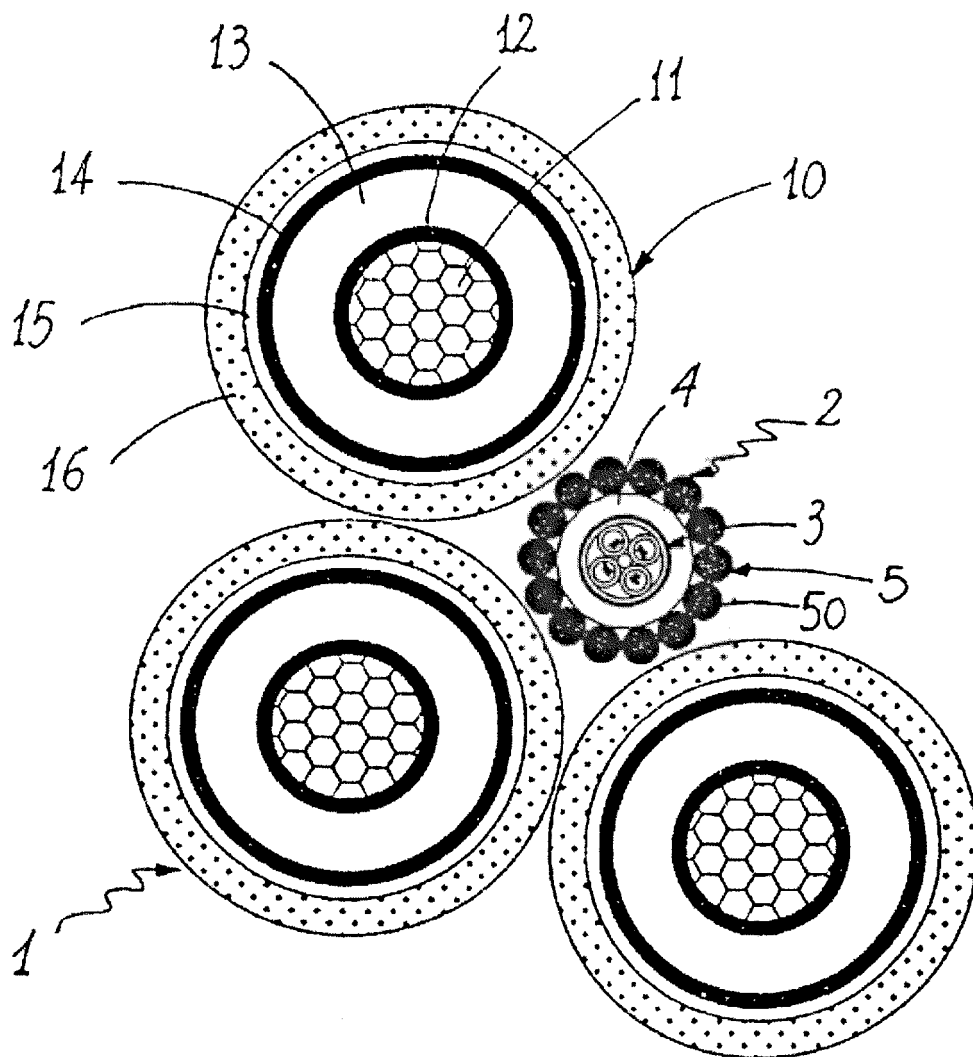


FIG. 1

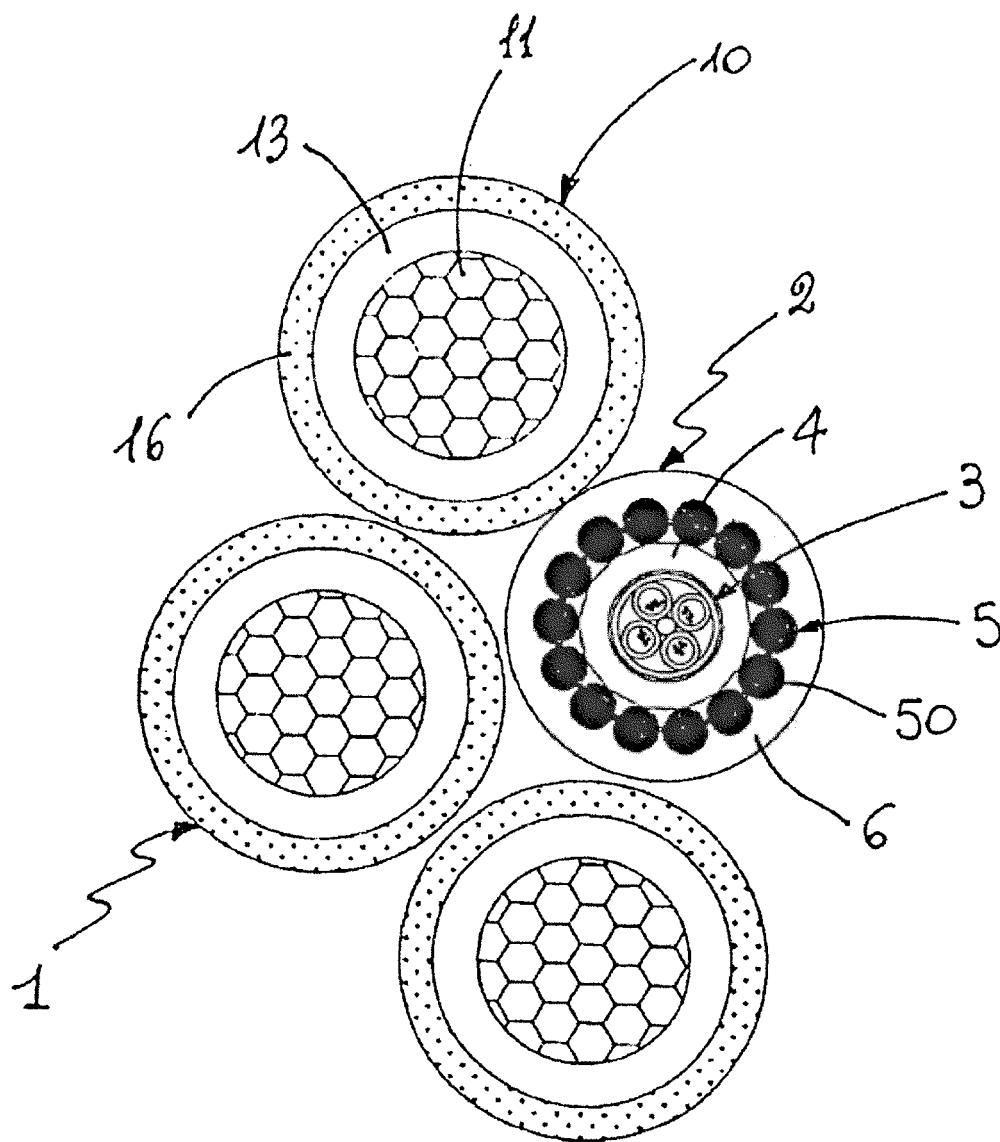


FIG. 2

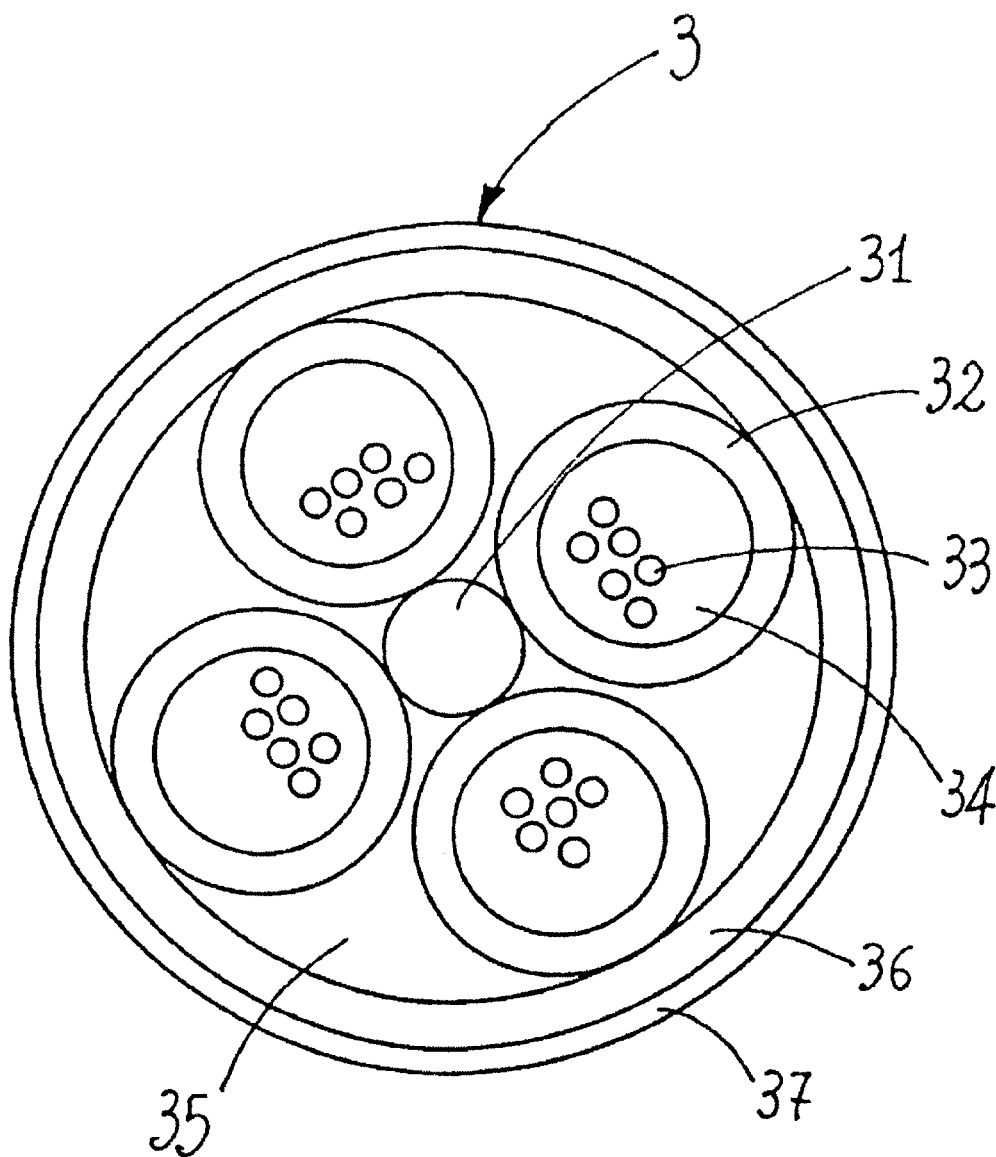


FIG. 3

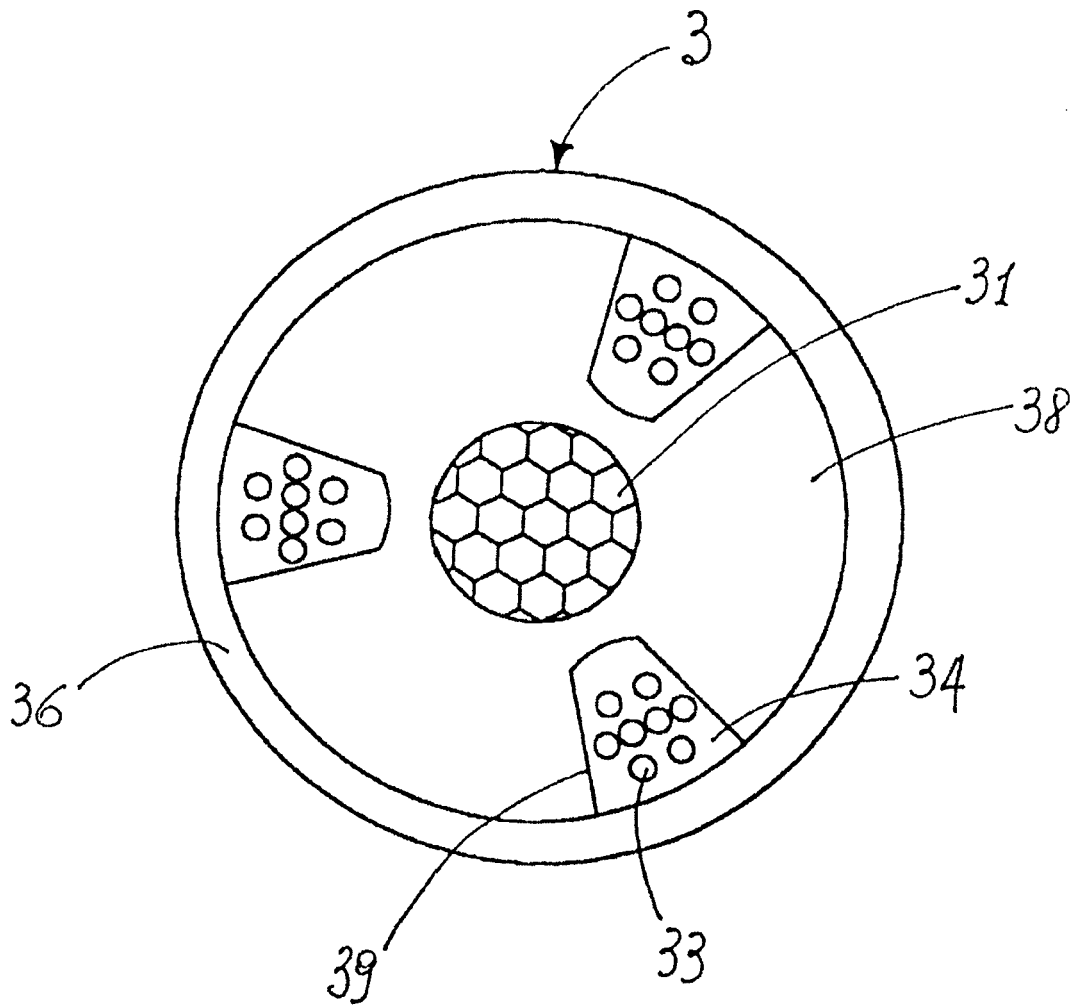


FIG. 4

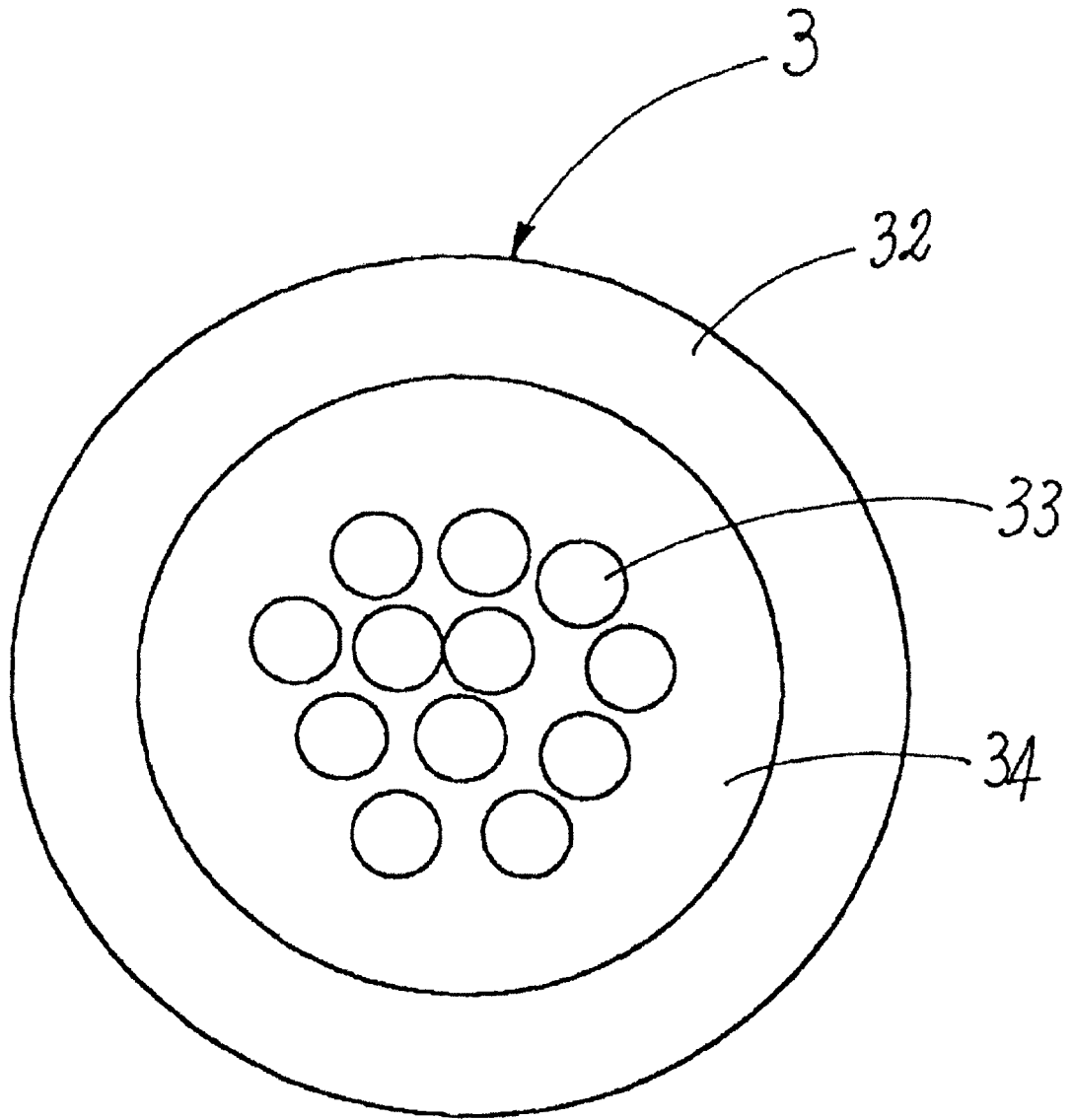


FIG. 5

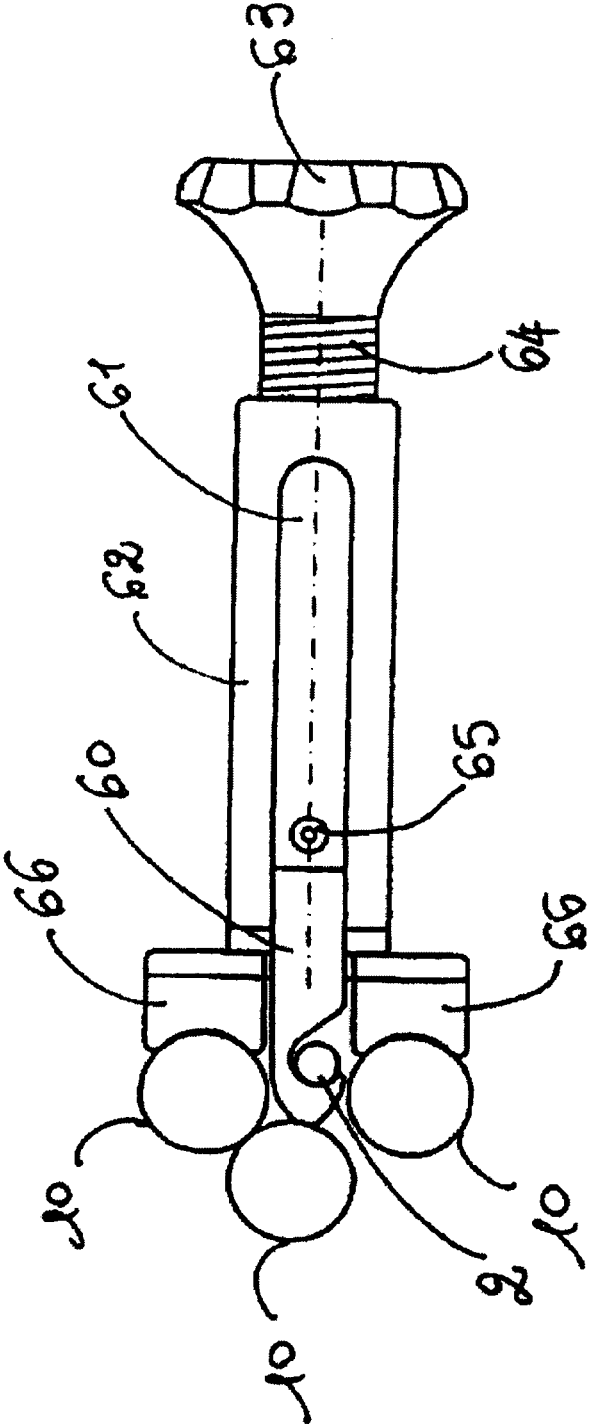


FIG. 6