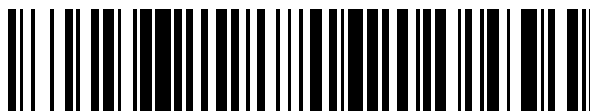


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 172**

51 Int. Cl.:

**H02G 15/103** (2006.01)

**H02G 15/14** (2006.01)

**H01B 7/14** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.05.2016 PCT/EP2016/061898**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16193115**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2016 E 16728861 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3304666**

54 Título: **Un conjunto de articulación rígida**

30 Prioridad:

**02.06.2015 WO PCT/EP2015/062262**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.04.2019**

73 Titular/es:

**NKT HV CABLES GMBH (100.0%)  
Brown Boveri Strasse 6  
5400 Baden, Aargau, CH**

72 Inventor/es:

**SANDELL, HÅKAN;  
TYRBERG, ANDREAS;  
LEÓN-GUARENA, ARMANDO y  
EKHOLM, HENRIK**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 711 172 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

Un conjunto de articulación rígida.

5 **Campo técnico de la invención**

La divulgación se refiere a un conjunto de articulación rígida para cables eléctricos y, principalmente, cables submarinos de media o alta tensión.

10 **Antecedentes**

Los cables de alta tensión (HV por sus siglas en inglés) y media tensión (MV por sus siglas en inglés) se utilizan para la distribución de potencia en tierra y en el mar. Dichos cables a menudo utilizan un sistema de aislamiento extruido y comprenden un conductor eléctrico que está rodeado por un sistema de aislamiento y un número de capas de diferentes materiales que tienen diferentes propósitos y usos, por ejemplo, hasta ocho o nueve capas. El sistema de aislamiento comprende una capa semiconductor interior más cercana al conductor, una capa aislante por fuera de la pantalla conductora y una capa semiconductor exterior.

Es común usar el término núcleo de cable y, generalmente, el núcleo de cable comprende las capas principales de un conductor eléctrico interior, y el sistema de aislamiento como se ha descrito anteriormente y que comprende al menos una capa semiconductor interior, una capa aislante y una capa semiconductor exterior.

Se puede utilizar una articulación prefabricada cuando se unen dos longitudes de cable. La articulación prefabricada comprende un cuerpo premoldeado/prefabricado de una articulación de, por ejemplo, caucho que se emplea para restaurar el sistema de aislamiento cuando se unen las dos longitudes de cable. Los conductores de los núcleos de los cables se unen y los sistemas de aislamiento de los núcleos de los cables unidos se restauran en el cuerpo de la articulación. Este tipo de articulación se usa comúnmente para unir cables de alta tensión con un sistema de aislamiento extruido, que normalmente comprende polietileno reticulado (XLPE). En cables submarinos, el cuerpo de la articulación prefabricada se monta en el aire a presión atmosférica y, posteriormente, se coloca dentro de una carcasa metálica estanca. La vaina de metal del núcleo de cable normalmente está conectada a la carcasa a través de la soldadura, consiguiendo de este modo un diseño estanco general de la articulación.

En cables submarinos de CC que contienen un núcleo de cable, una articulación rígida está constituida por una de estas carcasas metálicas que contiene una articulación de núcleo de cable, la carcasa de la cual normalmente se coloca en un contenedor exterior que también se utiliza para conectar las capas de blindaje del cable. En cables submarinos de CA que contienen tres núcleos de cable, una articulación rígida está constituida por tres de estas carcasas metálicas, cada una de las cuales contiene una articulación de núcleo. Las carcasas normalmente se colocan en un contenedor exterior que también se utiliza para conectar las capas de blindaje del cable. La articulación completa, incluido el contenedor exterior, se denomina comúnmente articulación rígida.

Cuando una articulación rígida de este tipo se emplea para unir cables submarinos, el contenedor exterior que rodea la carcasa/carcasas metálicas estancas tiene la función mecánica de proteger las carcasas y normalmente se llenará de agua cuando el cable y la articulación rígida estén sumergidos en el agua. Por lo tanto, la carcasa interior estanca funciona como un recipiente a presión con una presión atmosférica dentro y una presión hidrostática del agua fuera de la carcasa. Esto produce un gradiente de presión a lo largo del núcleo eléctrico que se está uniendo. El tipo de articulación rígida descrita anteriormente con el cuerpo de la articulación de caucho prefabricado se ha implementado satisfactoriamente en cables submarinos a una profundidad de agua de hasta 600 m aproximadamente, lo que corresponde a una presión hidrostática de aproximadamente 6 MPa.

Sin embargo, surge la pregunta de si dichas uniones rígidas podrían usarse en grandes profundidades de agua, más profundas que 600 m.

Se ha encontrado que, en grandes profundidades de agua, la situación no se ve bien si se emplea una articulación rígida regular. De acuerdo con el análisis numérico y los experimentos, se espera una deformación excesiva sobre el aislamiento extruido en una zona de transición crítica justo fuera de la carcasa interior, donde el núcleo de cable se introduce en la carcasa interior. Se produce una reducción significativa en el diámetro exterior del aislamiento del núcleo de cable, lo que se denomina estricción, la cual es debida a la deformación plástica, la deformación permanente y/o la fluencia del aislamiento del cable. Dichas deformaciones pueden afectar significativamente las características eléctricas óptimas del aislamiento extruido, por ejemplo, crear consecuencias indeseables para la distribución del campo eléctrico sobre el cable y, por lo tanto, provocar su fallo en funcionamiento.

La zona de transición crítica, donde el núcleo de cable está cerca de introducirse en la carcasa interior de la articulación, se ve seriamente afectada por una diferencia de presión o gradiente significativa. Fuera de la carcasa, el núcleo de cable está expuesto a una alta presión hidrostática debido a la gran profundidad del agua, mientras que dentro de la carcasa, el núcleo de cable está bajo presión atmosférica. En funcionamiento, el sistema de aislamiento

se calentará, lo que reduce la resistencia mecánica del aislamiento extruido, haciendo que el aislamiento sea aún más susceptible a la deformación.

Además, sobre esta zona de transición crítica, la diferencia de alta presión crea un estado de esfuerzo significativo de compresión desequilibrada en el cable a lo largo de su dirección axial. Por lo tanto, al mismo tiempo que se produce un estricción excesiva, hay una tendencia a que el aislamiento extruido se desplace a lo largo de la dirección axial del núcleo de cable hacia el interior de la carcasa, donde la presión es menor. Además de afectar negativamente las propiedades eléctricas, esto también podría afectar la estanqueidad de la carcasa en la ubicación donde el núcleo se introduce en la carcasa. La técnica anterior pertinente se encuentra en los documentos EP 0 744 806 A1, JP S56 149011 A, US 2014/270674 A1, WO 96/11521 A1, GB 614 427 A, EP 0 247 791 A2.

### Resumen de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un conjunto de articulación rígida mejorado que sea adecuado para usar con cables submarinos a gran profundidad de agua.

De acuerdo con la presente invención, se define un conjunto de articulación rígida que comprende una primera sección extrema de núcleo de cable de un primer cable eléctrico, y una segunda sección extrema de núcleo de cable de un segundo cable eléctrico, comprendiendo dicha primera y segunda secciones extremas de núcleo de cable que comprenden un núcleo de cable eléctrico que comprende al menos un conductor eléctrico interior y un sistema de aislamiento que comprende al menos una capa semiconductor interior, una capa aislante y una capa semiconductor exterior, dicho conjunto de articulación rígida que comprende además una conexión articulada dentro de la cual el núcleo de cable eléctrico de la primera sección extrema del núcleo de cable del primer cable eléctrico se une con el núcleo de cable eléctrico de la segunda sección extrema del núcleo de cable del segundo cable eléctrico, el conjunto de articulación rígida comprende además un conjunto de carcasa metálica estanca que rodea la conexión articulada, cuyo conjunto de carcasa comprende un cuerpo de carcasa y las partes de entrada de cable interior en los extremos opuestos del conjunto de carcasa. El conjunto de articulación rígida comprende además:

- la primera y la segunda partes de entrada de cable exterior ubicadas en los extremos opuestos del conjunto de carcasa fuera del conjunto de carcasa, cada parte de entrada de cable exterior que comprende una abertura para recibir la sección extrema respectiva del núcleo de cable del primer cable y el segundo cable,
- dispositivos de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer y segundo cable, cada uno que comprende un tubo rígido, que rodea la primera o segunda sección extrema del núcleo de cable en la parte de entrada de cable exterior respectiva, y una capa de material de lecho, que se extiende al menos parcialmente a lo largo de una longitud de una superficie interior del tubo rígido respectivo, y
- el primer y el segundo tubo ranurado de material elástico comprenden una pluralidad de ranuras en el lado orientado hacia el cable, cada tubo ranurado que rodea la primera o la segunda sección extrema del núcleo de cable en la parte de entrada de cable interior respectiva.

Al proporcionar el dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer cable que comprende el tubo rígido que rodea la sección extrema del núcleo de cable del cable respectivo en la parte de entrada de cable exterior fuera del conjunto de carcasa estanca y al proporcionar el tubo ranurado que rodea la primera o segunda sección extrema del núcleo de cable respectivo en la parte de entrada de cable interior respectiva, es decir, dentro del conjunto de carcasa estanca, se obtiene la ventaja de que el conjunto de articulación rígida se puede utilizar para unir cables submarinos extruidos a grandes profundidades de agua. Esto es posible ya que la sección extrema del núcleo de cable en las proximidades de la parte de entrada de cable exterior, cuya sección extrema del núcleo de cable está sometida a la diferencia de presión entre la presión del gas dentro del conjunto de carcasa y una presión hidrostática por fuera del conjunto de carcasa y comprende la zona de transición crítica, estará protegida por el tubo rígido. Además, se proporciona un efecto sinérgico ya que el tubo ranurado dentro del conjunto de carcasa mantiene la sección extrema del núcleo de cable en su lugar debido a la fricción y es capaz de absorber los movimientos del cable, por ejemplo, durante la expansión térmica de la sección extrema del núcleo de cable cuando el cable está en funcionamiento. Por consiguiente, el sistema de aislamiento del cable en la sección extrema del núcleo de cable estará protegido contra la deformación, como puede ser la estricción, y el tubo rígido, junto con el tubo ranurado, también evitará que el aislamiento se desplace en la dirección axial, desde el lado con presión hidrostática en el conjunto de carcasa con una presión más baja, donde el tubo ranurado rodea la sección extrema del núcleo de cable. Este efecto se obtiene porque el tubo rígido actuará para contener la sección extrema del núcleo de cable con el sistema de aislamiento dentro del tubo y el tubo ranurado sujetará el cable incluso en caso de movimientos relativamente grandes sin perder el agarre del cable. La capa de lecho asegura una fricción suficiente entre el tubo rígido y la sección extrema del núcleo de cable.

De acuerdo con una característica, cada capa de material de lecho comprende material polimérico sintético elástico. Además, preferentemente, cada capa de material de lecho tiene un espesor de 1 a 10 mm. El espesor se mide en la dirección radial. El material y el espesor específico ayudarán a evitar que el sistema de aislamiento se deforme y/o se desplace en la parte de entrada de cable exterior que se encuentra fuera del conjunto de carcasa.

De acuerdo con otra característica, el material elástico de cada uno de los tubos ranurados comprende un material polimérico sintético elástico. Los materiales poliméricos sintéticos elásticos se pueden adaptar a las condiciones del entorno y son robustos y duraderos.

5 De acuerdo con una característica adicional, el material de las capas de material de lecho y el material elástico del tubo ranurado son los mismos. De esta manera, los materiales serán compatibles y se mejorará la previsibilidad del conjunto de articulación rígida.

10 De acuerdo con otra característica más, cada una de las capas de material de lecho se extiende hasta aproximadamente el 80% de la longitud total del tubo rígido respectivo y se coloca de manera que se extiende hasta el extremo del tubo rígido respectivo que está más cerca del conjunto de carcasa. Esto facilita la articulación mediante la soldadura del extremo exterior del tubo rígido con otras capas del cable o el conjunto de articulación rígida sin el riesgo de que el material de lecho se dañe. Además, es favorable tener un borde exterior rígido del tubo rígido que está en contacto con, o cercano a, una vaina de entrada del cable, ya que de esta manera no existe riesgo de que el material del lecho se hinche fuera del tubo rígido y/o o que la vaina de entrada fluya o se adentre en el tubo rígido.

20 De acuerdo con una característica, al menos uno de los tubos ranurados está rodeado radialmente hacia afuera por una carcasa rígida. Preferentemente, ambos tubos ranurados están rodeados radialmente hacia afuera por una carcasa rígida. Esto protegerá el tubo ranurado y evitará los movimientos axiales o radiales del tubo.

De acuerdo con una característica, cada uno de los tubos ranurados está dispuesto a una distancia del tubo rígido respectivo en la dirección axial del cable. De esta manera, será fácil sustituir el tubo rígido o el tubo ranurado si se desea.

25 De acuerdo con una característica adicional, la capa de material de lecho y el tubo ranurado respectivo están dispuestos al menos parcialmente en contacto entre sí. De esta manera, es posible minimizar el deslizamiento del material de lecho y el tubo ranurado en la dirección axial.

30 De acuerdo con otra variante, la capa de material de lecho y el tubo ranurado en el lado respectivo del conjunto de carcasa están integrados. De esta manera, no habrá espacio entre el componente de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer cable y el tubo ranurado, por lo cual se puede evitar el deslizamiento mutuo en la dirección axial. También se puede asegurar que el material de lecho y el material para el tubo ranurado son compatibles.

35 De acuerdo con otra variante más, una porción extrema del tubo ranurado orientado hacia una superficie extrema del tubo rígido en el lado respectivo del conjunto de carcasa es cónica. De esta manera, el tubo ranurado puede adaptarse a la forma y tamaño de la superficie extrema del tubo rígido y el material de lecho de la misma y se conseguirá una transición suave entre los componentes.

40 De acuerdo con una característica adicional, el tubo ranurado está dispuesto a una distancia en la dirección radial de la superficie interior de la parte de entrada de cable interior. De este modo, se forma un interior hueco dentro del conjunto de carcasa. De esta manera será posible, por ejemplo, controlar y/o mantener una presión controlada dentro de la carcasa.

45 De acuerdo con otra característica más, el tubo rígido comprende un rebaje circunferencial adaptado para contener la capa de material de lecho. Por lo tanto, el tubo rígido se puede configurar para que se encaje perfectamente sobre la sección extrema del núcleo de cable respectivo.

50 De acuerdo con una característica adicional, la superficie externa de la sección extrema del núcleo de cable es la capa semiconductor exterior del sistema de aislamiento del núcleo de cable de la respectiva sección extrema del núcleo de cable. De esta manera, los movimientos del sistema de aislamiento se evitarán eficazmente.

55 De acuerdo con otra variante, el conjunto de articulación rígida está rodeado por una vaina de protección que se extiende a lo largo de toda la longitud del conjunto de articulación rígida. De esta manera, los componentes del conjunto de articulación rígida pueden protegerse.

De acuerdo con una variante adicional de la invención, la parte de entrada de cable interior respectiva es una parte separada que se puede conectar al cuerpo de carcasa. De esta manera se puede facilitar el montaje del conjunto de carcasa.

60 El tubo rígido puede ubicarse totalmente fuera de la parte de entrada de cable interior del conjunto de carcasa. Sin embargo, es preferible que el tubo rígido esté ubicado de manera que no haya ninguna parte del núcleo de cable que esté directamente expuesta a la presión externa entre el tubo rígido y la parte de entrada de cable interior, es decir, la parte de entrada del cable que es parte del conjunto de carcasa estanca.

65

La conexión articulada mencionada es principalmente, pero sin limitarse, el tipo de articulación prefabricada conocida en la técnica anterior como se ha descrito anteriormente en los antecedentes y que comprende un cuerpo premoldeado/prefabricado de una articulación de caucho que se emplea para unir dos longitudes de cable. El tipo de cable es principalmente, pero sin limitarse, un cable submarino que tiene un núcleo de cable que comprende un conductor interior y un sistema de aislamiento extruido como se ha descrito anteriormente. El cable puede comprender capas adicionales tales como una vaina de metal, capas de lecho adicionales, capa de protección exterior de, por ejemplo, polímero. El cable también puede comprender una capa de blindaje a la tracción, por ejemplo, cables metálicos u otros componentes de transporte de carga. Cuando se depositan en agua, uno o más conjuntos de articulaciones rígidas de acuerdo con la invención se colocarán normalmente en un contenedor exterior que también se puede usar para conectar las capas de blindaje de los cables, como se ha descrito anteriormente.

Otras características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora más detalladamente, en referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que ilustran diferentes aspectos y realizaciones de la invención, dados solamente como ejemplos, y en los que:

La fig. 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un conjunto de articulación rígida de acuerdo con una realización de la presente invención en una vista en perspectiva.

Las figs. 2a y 2b ilustran esquemáticamente porciones de imágenes especulares de otra realización de un conjunto de articulación rígida en sección transversal.

Las figs. 3a y 3b ilustran esquemáticamente una vista lateral parcialmente cortada y una sección transversal de un núcleo de cable.

A los elementos que son iguales o que representan elementos correspondientes o equivalentes se les ha dado los mismos números de referencia en las diferentes figuras.

### Descripción detallada

En la fig. 1 se ilustra un ejemplo de un conjunto de articulación rígida 1 que comprende una conexión articulada 20 dentro de la cual está conectado el extremo del núcleo de un primer cable eléctrico 10 y el extremo del núcleo de un segundo cable eléctrico 110. Los cables son cables de media o alta tensión adecuados para la instalación submarina. Los cables son preferentemente cables de corriente continua, CC. La conexión de la articulación es, por ejemplo, una articulación prefabricada del tipo descrito anteriormente, que comprende un cuerpo premoldeado/prefabricado de una articulación de caucho que se utiliza para restaurar el sistema de aislamiento donde se unen los dos extremos del núcleo. El conjunto de articulación rígida 1 comprende además una primera y una segunda parte de entrada de cable exterior 33 y 133 que comprenden una abertura respectiva 34, 134 para el cable respectivo, un conjunto de carcasa 30 dentro del cual se proporciona la conexión articulada 20 y cuyo conjunto de carcasa 30 comprende un cuerpo de carcasa 31 y la primera y segunda partes de entrada de cable interior 32, 133. La primera parte de entrada de cable exterior 33 comprende un primer dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento 40 y la segunda parte de entrada de cable exterior 133 comprende un segundo dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento 140. El conjunto de articulación rígida 1 está rodeado por una vaina de protección 37 que se extiende a lo largo de toda la longitud del conjunto de articulación rígida 1.

En las figs. 2a y 2b se muestra más detalladamente otro ejemplo de un conjunto de articulación rígida 1. El conjunto de articulación rígida 1 comprende un conjunto de carcasa 30 que comprende un cuerpo de carcasa 31 sustancialmente cilíndrico y una pieza de sección de pared 35 para una primera parte de entrada de cable interior 32 y una pieza de sección de pared 135 para una segunda parte de entrada de cable interior 132. Las piezas de sección de pared 35 y 135 para la primera y la segunda partes de entrada de cable interior 32, 132, respectivamente, son partes separadas del conjunto de carcasa estanca 30. Las piezas de sección de pared 35 y 135 están conectadas al cuerpo de carcasa 31, por ejemplo, mediante soldadura. En las figs. 2a y 2b, las piezas de sección de pared 35 y 135 constituyen la primera y segunda partes de entrada de cable interior 32, 132. Las piezas de sección de pared 35, 135 podrían integrarse de forma alternativa con el cuerpo de carcasa o constituir una pieza con el cuerpo de carcasa 31. La vaina de protección 37 rodea el conjunto de carcasa estanca y se extiende a lo largo de toda la longitud del conjunto de articulación rígida 1. La vaina de protección 37 puede ser, por ejemplo, una vaina de entrada.

A continuación se hace referencia a las figs. 2a y 2b. El conjunto de articulación rígida 1 comprende además una primera parte de entrada de cable exterior 33 que tiene una abertura 34 a través de la cual una sección extrema de núcleo de cable 12 del primer cable 10 entra en el conjunto de carcasa 30. Esta sección extrema del núcleo de cable 12 del primer cable se denominará la primera sección extrema del núcleo de cable. El conjunto de carcasa 30 comprende además, en el extremo opuesto a la primera parte de entrada de cable interior 32, una segunda parte de entrada de cable interior 132 comprendida en el conjunto de carcasa 30. El conjunto de articulación rígida 1 comprende además una segunda parte de entrada de cable exterior 133 que tiene una abertura 134 a través de la cual una sección extrema de núcleo de cable 112 del segundo cable 110 entra en el conjunto de carcasa. Esta sección extrema del

núcleo de cable 112 del segundo cable se denominará la segunda sección extrema del núcleo de cable. La conexión articulada 20 está ubicada en un interior hueco 36 (véase la fig. 2a y 2b) de un conjunto de carcasa metálica estanca 30. Los cables 10 y 110 comprenden un sistema de aislamiento con una capa semiconductora más exterior 17 que está rodeada por una vaina exterior 18 de, por ejemplo, de entrada. Dentro del tubo rígido 41, 141, la vaina exterior 18 se retira y el tubo rígido 41, 141 con una capa de material de lecho 45, 145 está dispuesto para estar en contacto directo con la capa semiconductora exterior 17 del cable 10, 110. El tubo rígido 41, 141 puede comprender un extremo exterior cónico respectivo 46, 146 para adaptarse mejor a la forma del cable 10 que entra en la primera y segunda partes exteriores de la entrada del cable 33, 133 a través de la abertura respectiva 34, 134.

Debe entenderse que el conjunto de carcasa 30 como tal puede comprender varios componentes que inicialmente son partes separadas que se montan juntas y se conectan, por ejemplo, mediante soldadura u otro dispositivo. Por ejemplo, en los ejemplos mostrados en las figs. 2a y 2b, las piezas de sección de pared 35 y 135 son componentes separados montados juntos con un cuerpo de carcasa 31 sustancialmente cilíndrico. Por ejemplo, para poder montar el conjunto de carcasa sobre la conexión articulada, el conjunto de carcasa se dividiría en al menos dos mitades del conjunto de carcasa, como, por ejemplo, una mitad inferior y una mitad superior, que son ensambladas a fin de obtener conjunto de carcasa, normalmente soldadas entre sí. Además, por ejemplo, las partes de entrada de cable interiores pueden ser componentes del conjunto de carcasa que inicialmente son piezas separadas para facilitar el montaje de la carcasa. Cuando se hace referencia al conjunto de carcasa, debe entenderse que la palabra conjunto de carcasa significa todo el conjunto de carcasa e incluye todas las partes del conjunto de carcasa, independientemente de si son partes o componentes integrados que se han ensamblado para formar el conjunto de carcasa, a menos que se indique expresamente lo contrario.

Al instalar los cables con el conjunto de articulación rígida que se muestra, un (cable, si se trata de corriente continua, CC) o tres (cables, si se trata de corriente alterna, CA) de estos conjuntos de articulación rígida se colocan en un contenedor exterior (no se muestra) que también está se utiliza para conectar las capas de blindaje (no se muestra). El contenedor exterior está lleno de agua que, por consiguiente, rodeará el conjunto de carcasa. Sin embargo, dentro del conjunto de carcasa sigue habiendo la misma presión de aire que cuando se ha instalado el conjunto de carcasa alrededor de la conexión articulada en el sitio de instalación o reparación, por ejemplo, un recipiente.

El tipo de cable extruido de alta tensión en cuestión, por ejemplo, el tipo XLPE (polímero de polietileno reticulado) normalmente comprende muchas capas, pero solo las capas principales del cable 10 se muestran en la fig. 3a en una vista lateral parcialmente cortada y en la fig. 3b en una sección transversal radial. Por núcleo de cable se entiende un cuerpo de cable que comprende un conductor y un sistema de aislamiento, que a su vez puede comprender varias capas. En el ejemplo de las figs. 3a y 3b, el núcleo de cable o el cuerpo de cable comprende un conductor eléctrico 14 rodeado por un sistema de aislamiento que comprende una capa semiconductora interior 15, una capa de aislamiento 16 de, por ejemplo, XLPE, y una capa semiconductora exterior 17. Estas capas constituyen las capas principales del núcleo de cable. Por fuera del sistema de aislamiento 13 del núcleo de cable, se puede proporcionar una vaina exterior de metal 18, por ejemplo, una vaina de entrada. El núcleo de cable a veces también puede comprender otras capas internas, por ejemplo, rellenos o lechos.

El cable normalmente comprende otras capas por fuera del núcleo de cable, incluidas las vainas exteriores que pueden ser de metal y/o extruidas, vainas de protección y/o capa(s) de blindaje a la tracción. Sin embargo, estas capas exteriores se eliminan en la sección extrema del núcleo de cable (denominadas 12 y 112 en las figs. 1, 2a y 2b) del cable cuando se prepara el cable para la articulación. En los ejemplos ilustrados, las secciones extremas del núcleo de cable 12 y 112 del cable comprenden solo las capas principales del núcleo de cable mencionadas.

En el interior 36 del conjunto de carcasa hay gas, normalmente aire a presión atmosférica. Sin embargo, el cable 10 fuera del conjunto de carcasa está sometido a la presión hidrostática del agua circundante. La presión causada por el agua circundante es mucho mayor que la presión dentro del conjunto de carcasa. Esto produce un gradiente de presión que afectará a la sección extrema del núcleo de cable del aislamiento en una zona de transición de la presión en las proximidades de donde el núcleo de cable entra en el conjunto de carcasa. Esta zona de transición puede extenderse fuera de la sección extrema del núcleo de cable que entra en el conjunto de carcasa a través de la parte de entrada interior y también puede extenderse por cierta longitud dentro de la parte de entrada de cable interior del conjunto de carcasa.

Con el fin de evitar la deformación del núcleo de cable, y en particular la deformación del sistema de aislamiento del núcleo de cable 13, causada por el gradiente de presión, un primer dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del cable 40 que comprende un tubo rígido 41 y una capa de material de lecho 45, que se extiende al menos parcialmente en una longitud de una superficie interior del tubo rígido, está dispuesto para rodear la sección extrema del núcleo de cable 12 del cable 10 en la primera parte de entrada de cable exterior 33. En el ejemplo ilustrado de las figs. 2a y 2b, la superficie interior del tubo rígido 41 comprende un rebaje circunferencial 43 adaptado para contener la capa de material de lecho 45. La parte de entrada de cable exterior 33 está situada fuera del conjunto de carcasa estanca 30 en la dirección axial del cable, véase la fig. 1 y 2a. En la fig. 2b se muestra un dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del segundo cable 140 correspondiente que comprende un tubo rígido 141 y una capa de material de lecho 145, cuya capa de material de lecho 145 se extiende al menos parcialmente en una longitud de una superficie interior del tubo rígido 141, está dispuesto para rodear la segunda

sección extrema del núcleo de cable 112 del segundo cable 110 en la segunda parte de entrada de cable exterior 133 de manera similar a la del dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer cable 40 en la fig. 2a. En el ejemplo ilustrado, la superficie interior del tubo rígido 141 comprende un rebaje circunferencial 143 adaptado para contener la capa de material de lecho 145 y el dispositivo 140 está dispuesto para rodear la sección extrema del núcleo de cable 112 del segundo cable 110.

Para asegurar que se evita eficazmente la deformación del núcleo de cable, el conjunto de articulación rígida 1 de la presente invención comprende además un tubo ranurado 51 de material elástico que comprende una pluralidad de ranuras 53 en el lado orientado hacia el núcleo de cable, como se muestra en la fig. 2a y en forma de imagen especular en el extremo opuesto del conjunto de carcasa 30 tal como se ilustra en la fig. 2b. El tubo ranurado 51 rodea la primera sección extrema del núcleo de cable 12 en la parte de entrada de cable interior 32 dentro del conjunto de carcasa 30. Por la parte de entrada de cable interior se entiende una parte de entrada que es una parte del conjunto de carcasa estanca 30 y que, por lo tanto, tiene espacio para el tubo ranurado dentro del conjunto de carcasa. Un tubo ranurado correspondiente de material elástico 151 que comprende una pluralidad de ranuras 153 en el lado orientado hacia el núcleo de cable está dispuesto para rodear la segunda sección extrema del núcleo de cable 112 en la segunda parte de entrada de cable interior 132 dentro del conjunto de carcasa 30 tal como se muestra en la fig. 2b. El tubo ranurado de material elástico 51; 151 está dispuesto preferentemente a una distancia en la dirección radial desde una superficie interior de la parte de entrada de cable interior 32; 132 del conjunto de carcasa 30, por lo cual se forma un interior hueco 36 dentro del conjunto de carcasa 30. De esta manera, la presión dentro del conjunto de carcasa entre el tubo ranurado y el núcleo de cable se puede controlar y mantener baja, y siempre por debajo de 2 Mpa, también durante el funcionamiento del cable cuando hay variaciones de temperatura.

El propósito del tubo ranurado de material elástico es absorber los movimientos causados por la expansión térmica durante el funcionamiento del cable. El tubo ranurado evita que la expansión térmica, tanto axial como radial, se vuelva irreversible. Por lo tanto se evita la sobretensión del material aislante. El tubo ranurado sujeta el cable mientras permite movimientos relativamente grandes sin perder el agarre del núcleo de cable. Las ranuras pueden tener cualquier forma de sección transversal y las ranuras pueden posicionarse en la dirección axial o circunferencial o pueden formarse helicoidalmente en la periferia del tubo. Gracias a la elasticidad del material, la fricción entre la superficie del núcleo de cable y el material elástico es suficiente para evitar el deslizamiento del cable en relación con el tubo ranurado. Los materiales adecuados para el tubo ranurado son, por ejemplo, diferentes materiales de caucho sintético, tales como caucho EPDM (monómero de etileno propileno dieno). Adecuadamente, los materiales de caucho tienen una dureza de 40 a 99 Shore A y, preferentemente, 50 a 80 Shore A y, lo más preferentemente, de 55 a 70 Shore A. Los materiales que tengan dicha dureza podrán, por ejemplo, evitar el movimiento axial de las capas de aislamiento en el sistema de aislamiento del núcleo de cable durante el funcionamiento normal del cable y sostener y sujetar el cable hasta que la fuerza axial sea mayor que la fuerza de fricción entre la superficie del núcleo de cable y el tubo ranurado, lo cual puede suceder en caso de rotura del cable o del conjunto de articulación rígida, pero no durante el funcionamiento normal del cable. La extensión radial del tubo ranurado es preferentemente mayor que la extensión radial de la capa de material de lecho. La longitud del tubo ranurado puede ser la misma que la longitud del tubo rígido, pero puede ser más corta o más larga, en función de las circunstancias. Por lo tanto, la longitud de al menos 40 mm es generalmente preferible, y más preferentemente al menos 100 mm, o incluso al menos 200 mm.

El tubo ranurado de material elástico 51 está preferentemente rodeado radialmente hacia afuera por una carcasa rígida 52 como se muestra en la fig. 2a y el tubo ranurado 151 está rodeado por una carcasa rígida 152 como se muestra en la figura 2b. La carcasa rígida ayuda a mantener el tubo ranurado en su lugar. La carcasa rígida puede tener un espesor de pared de 2 a 5 mm, preferentemente de aproximadamente 3 mm.

De la fig. 1, la fig. 2a y la fig. 2b se puede ver que el tubo rígido 41, 141 del dispositivo de prevención del sistema de aislamiento del primer cable 40, 140 rodea la sección extrema del núcleo de cable 12, 112 del cable 10, 110 en las respectivas primera y segunda parte de entrada de cable exterior 33, 133. En la fig. 1, los tubos rígidos 41, 141 rodean la sección extrema del núcleo de cable 12, 112 respectivo y encajan perfectamente sobre el núcleo de cable respectivo. La capa de material de lecho 45, 145, que se muestra en las figs. 2a y 2b con un espesor aumentado, se extiende al menos parcialmente en una longitud de una superficie interior del tubo rígido. En la realización mostrada en la fig. 1, los tubos rígidos 41, 141 del dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer y segundo cable 40, 141 se colocan a una distancia de las partes de entrada de cable interior 32, 132. Las partes de entrada de cable interior 32, 132 comprenden tubos ranurados. En la realización mostrada en las figs. 2a y 2b, los tubos rígidos 41, 141 están colocados en contacto con las respectivas porciones extremas exteriores 48, 148 de los tubos ranurados 51, 151. Las porciones extremas exteriores 48, 148 pueden inclinarse o estrecharse para tener una forma de cono truncado para adaptarse mejor a la forma del tubo rígido respectivo 41, 141.

Por tubo rígido se entiende un tubo que no se dobla sustancialmente en la dirección axial del tubo. Por lo tanto, el tubo es físicamente sustancialmente inflexible o rígido. El tubo rígido está dispuesto de forma concéntrica con, y radialmente hacia afuera de, la sección extrema del núcleo de cable del cable. El tubo rígido debe encajar perfectamente sobre el núcleo de cable.

Para asegurar que el dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer cable pueda evitar que el aislamiento del cable, es decir, el sistema de aislamiento, se desplace y redistribuya axialmente a lo largo

del núcleo de cable debido a las diferencias de presión, la capa de material de lecho se dispone entre la superficie del núcleo de cable y el tubo rígido al menos parcialmente en una longitud de una superficie interior del tubo rígido.

5 La capa de material del lecho puede extenderse hasta el 100% de la longitud total del tubo rígido 41, 141, pero puede ser de hasta aproximadamente el 80%, adecuadamente hasta aproximadamente el 60% y, preferentemente, hasta aproximadamente el 40% de la longitud total del tubo rígido 41, 141 y se coloca de manera que se extienda hasta el extremo del tubo rígido 41, 141 que está más cerca del conjunto de carcasa 30.

10 Si hay una alta presión en el núcleo de cable en una zona, esto puede provocar una deformación en esa zona por estricción si se permite que el material de aislamiento se desplace desde la zona de estricción, a lo largo del eje del cable, a otra zona con una menor presión donde puede expandirse y en su lugar se producirá una protuberancia del aislamiento. Al tener un ajuste estanco del tubo rígido sobre el material de lecho y el núcleo de cable, se evitará dicha deformación por desplazamiento del material de aislamiento, ya que no habrá ningún espacio vacío dentro del tubo que permita que el material de aislamiento sobresalga. Además, el material de lecho crea una alta fricción y evita los movimientos axiales del cable causados por el gradiente de presión. De este modo, al crear una presión de contacto entre el tubo rígido, el material de lecho y el aislamiento, la fuerza de fricción resultante evitará el desplazamiento axial del sistema de aislamiento respecto al tubo rígido.

20 Los materiales adecuados para la capa de material de lecho son materiales poliméricos elásticos, tales como materiales de caucho sintético, por ejemplo, caucho EPDM, que son lo suficientemente suaves para no causar deformaciones plásticas en el sistema de aislamiento del núcleo de cable cuando se expande térmicamente. La dureza puede ser, por ejemplo, de 50 a 80 Shore A, preferentemente de 60 a 70 Shore A, y el coeficiente de expansión térmica puede ser, por ejemplo, aproximadamente  $210 \text{ e-6/K}$ , pero no está limitado al valor específico. Cada capa de material de lecho puede tener un espesor de 1 a 10 mm, medido en la dirección radial del núcleo de cable.

25 De acuerdo con una variante de la invención, la capa de material de lecho y el tubo ranurado de material elástico pueden ser del mismo material. Además, es posible que la capa de material de lecho y el tubo ranurado de material elástico estén dispuestos al menos parcialmente en contacto entre sí. El material de lecho y el tubo ranurado de material elástico también pueden estar integrados. Si los materiales son iguales y la capa de material de lecho y el tubo ranurado están integrados, la previsibilidad del comportamiento del material mejorará. Además, no habrá espacio entre el dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer y segundo cable y los respectivos tubos ranurados, por lo cual el sistema de aislamiento estará protegido eficazmente en las secciones extremas del núcleo de cable. Una porción extrema del tubo ranurado de material elástico orientado hacia una superficie extrema del tubo rígido puede estrecharse para adaptarse a la forma y el tamaño de la superficie extrema del tubo rígido y el material de la misma. Esto es importante, especialmente si el material de lecho y el tubo ranurado están conectados o integrados de modo que se pueda proporcionar una transición suave del material de lecho del primer dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento con el tubo ranurado. Sin embargo, en algunas realizaciones, puede ser preferible colocar el dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer cable y el tubo ranurado a una distancia entre sí, como se ilustra, por ejemplo, en la realización de la fig. 1. De esta manera, será fácil sustituir los componentes en el dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer cable o el tubo ranurado, si es necesario por cualquier motivo o por ejemplo en caso de daño.

45 El tubo rígido 41, 141 puede comprender un rebaje circunferencial 43, 143 adaptado para contener la capa de material de lecho 45, 145. De forma alternativa, por ejemplo, en el caso de que la capa de material de lecho tenga una longitud correspondiente a la longitud del tubo rígido, el tubo rígido puede tener una superficie interior lisa que puede encajar perfectamente sobre la capa respectiva de material de lecho y la sección extrema del núcleo de cable del cable y estar en contacto constante con la superficie externa del material de lecho. En caso de que el tubo rígido tenga un hueco circunferencial, el espesor de pared variará entre 2 y 20 mm para la parte más gruesa del tubo fuera del rebaje circunferencial y de 1 a 10 mm para la porción de pared con el rebaje. El tubo también puede tener un espesor de pared uniforme y, en ese caso, el volumen interior formado por una superficie de pared interior del tubo rígido tiene una forma cilíndrica sustancialmente circular. El espesor de pared uniforme de la pared puede ser de 2 a 20 mm, preferentemente de 3 a 10 mm. El espesor de pared se puede ajustar en función de, por ejemplo, el diámetro del cable y la profundidad a la que se va a enterrar el cable, y por lo tanto la presión a la que se someterá el cable. El borde libre en el extremo exterior del tubo rígido puede estar biselado con un ángulo de aproximadamente 25-35 grados con respecto al eje central del núcleo de cable, preferentemente de aproximadamente 30 grados, para obtener una transición de rigidez suave entre el cable y el tubo rígido.

60 Los tubos rígidos 41, 141 se aseguran en la respectiva sección extrema del núcleo de cable 12, 112, de manera que se evita el movimiento axial del sistema de aislamiento 13 respecto al tubo rígido, y esto puede realizarse, por ejemplo, por fricción, como se ha mencionado anteriormente. Los tubos 41, 141 se pueden presionar sobre la superficie respectiva de la sección extrema del núcleo de cable y sobre el material del lecho, por ejemplo, mediante engarzado, a fin de tener una cantidad mínima de espacios entre el tubo rígido, el núcleo y el material de lecho y para crear una presión de contacto entre el tubo rígido y el sistema de aislamiento para evitar también el desplazamiento axial del material de aislamiento del cable. El material de lecho también se puede colocar primero dentro del rebaje antes de presionar el tubo sobre la superficie respectiva de la sección extrema del núcleo de cable. Cuando los tubos rígidos



se presionan sobre la superficie de la sección extrema del núcleo de cable y el material de lecho respectivos, el material de lecho, debido a su elasticidad, se presionará contra la superficie del núcleo de cable. El tubo rígido está hecho preferentemente de metal, por ejemplo, acero, que puede soportar altas presiones internas y externas. Adecuadamente, el metal tiene un módulo E de 70-210 GPa, pero no está limitado a esto.

5 El tubo rígido tiene adecuadamente un diámetro interior que es más ancho que el diámetro exterior del núcleo de cable, de manera que el tubo rígido se pueda deslizar axialmente sobre la sección extrema del núcleo de cable, antes de unir los dos extremos del núcleo de cable y de manera que el material de lecho encaje dentro del tubo rígido. Cuando el tubo rígido se ha instalado en su posición correcta sobre el núcleo de cable, se emplea una herramienta para afianzar el tubo en el núcleo de cable, por ejemplo, presionando, a fin de obtener el contacto continuo adecuado entre la superficie interna del tubo rígido y la superficie externa de la sección extrema del núcleo de cable y la capa de material de lecho.

15 La sección extrema del núcleo de cable y los dispositivos de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer y segundo cable se pueden colocar inamovibles en la dirección axial respecto al conjunto de carcasa. Esto se puede disponer, por ejemplo, mediante un dispositivo de cualquier disposición de afianzamiento adecuada, por ejemplo, mediante un dispositivo de rebordes de tope, que bloquean axialmente el tubo rígido respecto al conjunto de carcasa.

20 Las partes de entrada de cable pueden ser componentes del conjunto de carcasa que inicialmente son partes separadas a fin de facilitar el montaje del conjunto de articulación rígida. La parte de entrada de cable correspondiente se conecta al cuerpo de carcasa mediante un dispositivo adecuado. Normalmente, esto se hace mediante soldadura para obtener el sellado metálico estanco que se requiere para todo el conjunto de carcasa. Como otra alternativa, las partes de entrada de cable pueden ser partes integrales del conjunto de carcasa.

25 La parte del extremo libre del tubo rígido orientada hacia el conjunto de carcasa se puede conectar a una incrustación (no se muestra) que se inserta entre el tubo rígido y el conjunto de carcasa, por ejemplo, la pared de la parte de entrada de cable. Dicha incrustación está diseñada para llenar el espacio entre la sección extrema del núcleo de cable, el tubo rígido y la pared del conjunto de carcasa. La incrustación puede ser, por ejemplo, un elemento anular o comprender dos partes semianulares, por ejemplo de metal. Esta zona extrema del tubo rígido, es decir, el extremo que se aleja del interior del conjunto de carcasa, también puede cubrirse con soldadura que asegura la estanqueidad y una barrera de fusión metálica.

35 Los dispositivos de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer y segundo cable se montan de manera adecuada directamente en la capa semiconductor exterior del sistema de aislamiento. El material de lecho se ubica por fuera del sistema de aislamiento del cable y el tubo rígido del dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer y segundo cable está afianzado sobre el material de lecho. También puede ser posible montar el dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer y segundo cable en una capa intermedia dispuesta entre el sistema de aislamiento y el primer y segundo dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del cable. Dicha capa intermedia protege el sistema de aislamiento y puede ser, por ejemplo, una capa metálica.

45 Debe entenderse que la ubicación axial exacta del dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer cable 40, 140 respecto al conjunto de carcasa 30 puede variar en función de las circunstancias de cada caso. El tubo rígido 41, 141 del dispositivo de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del cable 40, 140 debe ubicarse fuera del conjunto de carcasa estanca 30, y debe ubicarse de manera que no haya ninguna parte del sistema de aislamiento del cable que esté directamente expuesto a la presión interna entre el tubo rígido y la parte de entrada de cable interior del conjunto de carcasa. La fig. 2a muestra una porción extrema 44 del tubo rígido 41 ubicado más cerca del conjunto de carcasa 30. La longitud de la porción extrema corresponde a aproximadamente 1-15% de la longitud del tubo rígido, en función del diseño del tubo rígido y del conjunto de carcasa estanca. Como se muestra en la fig. 2a, la porción extrema 44 está conectada a una superficie de borde interior 47 de la pieza de sección de pared 35 que constituye la parte de entrada de cable interior 32 del conjunto de carcasa 30. La porción extrema 44 del tubo rígido no debe extenderse hacia dentro de la superficie de borde interior 47 y, por lo tanto, dentro del conjunto de carcasa 30. De manera correspondiente, una porción extrema 144 del tubo rígido 141 ubicado más cerca del conjunto de carcasa 30 en el extremo opuesto del conjunto de carcasa debe estar conectada a una superficie de borde interior 147 de la pieza de sección de pared 135 que constituye la segunda parte de entrada de cable interior 132 del conjunto de carcasa 30, y el tubo rígido no debe extenderse hacia dentro de la superficie del borde interior 147 y, por lo tanto, dentro del conjunto de carcasa 30 tal como se muestra en la fig. 2b. El tubo rígido se verá afectado por la presión circundante. La longitud del tubo rígido 41 puede variar en función de las circunstancias particulares de cada caso. Una longitud de al menos 40 mm es generalmente preferible, y más preferentemente al menos 100 mm, o incluso al menos 200 mm.

65 En las figs. 2a y 2b y 3a y 3b y en la parte de la descripción anterior que se relaciona con estas figuras, se ha usado la palabra cable y se han usado los números de referencia relacionados con el primer cable en la articulación de la fig. 1. Sin embargo, debe entenderse que todo lo que se ha descrito en relación con "el cable" y el uso de los números de referencia del primer cable son igualmente aplicables al segundo cable 110 que se muestra en la fig. 1.

5 A fin de obtener la articulación rígida final, el conjunto de articulación rígida de la invención descrito se coloca en un contenedor exterior (no se muestra) de la manera habitual que se ha descrito en la parte de antecedentes de esta descripción. En cables submarinos de CC que contienen un núcleo de cable, se coloca un conjunto de articulación rígida en el contenedor exterior que también se utiliza para conectar las capas de blindaje del cable. En cables submarinos de CA que contienen tres núcleos de cable, tres de los conjuntos descritos de articulaciones rígidas de la invención se colocan en un contenedor exterior que también se utiliza para conectar las capas de blindaje de los cables.

10 La invención no se considerará limitada a las realizaciones ilustradas, sino que puede modificarse y alterarse de muchas maneras, tal como haría un experto en la técnica, sin apartarse del alcance definido en las reivindicaciones adjuntas. En particular, la invención no debe limitarse a un cierto tipo de cable, sino que debe englobar cualquier tipo de cable eléctrico que tenga uno o más núcleos de cable eléctrico que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de articulación rígida (1) que comprende una primera sección extrema de núcleo de cable (12) de un primer cable eléctrico (10), y una segunda sección extrema de núcleo de cable (112) de un segundo cable eléctrico (110), dichas respectivas primera y segunda sección extrema del núcleo de cable comprendiendo un núcleo de cable eléctrico que comprende al menos un conductor eléctrico interior (14) y un sistema de aislamiento (13) que comprende al menos una capa semiconductor interior (15), una capa de aislamiento (16) y una capa semiconductor exterior (17), dicho conjunto de articulación rígida (1) que comprende además una conexión articulada (20) dentro de la cual el núcleo de cable eléctrico de la primera sección extrema del núcleo de cable (12) del primer cable eléctrico (10) está unido con el núcleo de cable eléctrico de la segunda sección extrema del núcleo de cable (112) del segundo cable eléctrico (110), el conjunto de articulación rígida comprende además un conjunto de carcasa metálica estanca (30) que rodea la conexión articulada, cuyo conjunto de carcasa (30) comprende una cuerpo de carcasa (31) y partes de entrada de cable interior (32; 132) en los extremos opuestos del conjunto de carcasa (30), en el que el conjunto de articulación rígida comprende además:
- primera y segunda parte de entrada de cable exterior (33; 133) ubicadas en los extremos opuestos del conjunto de carcasa (30) fuera del conjunto de carcasa (30), las partes de entrada de cable exterior (33; 133) que comprenden una abertura respectiva (34; 134) para recibir la respectiva sección extrema del núcleo de cable (12; 112) del primer cable (10) y el segundo cable (110),
- caracterizado porque:**
- los dispositivos de prevención de la deformación del sistema de aislamiento del primer y segundo cable (40; 140), cada uno de los cuales comprende un tubo rígido (41; 141), que rodea la primera o la segunda sección extrema del núcleo de cable (12; 112) en la respectiva parte de entrada de cable exterior (33; 133), y una capa de material de lecho (45; 145) que se extiende al menos parcialmente en una longitud de una superficie interior del tubo rígido respectivo (41; 141), y
  - primero y segundo tubos ranurados (51; 151) de material elástico que comprenden una pluralidad de ranuras (53; 153) en el lado orientado hacia el cable, cada tubo ranurado (51; 151) que rodea la primera o la segunda sección extrema del núcleo de cable (12; 112) en la parte de entrada de cable interior respectiva (32; 132) dentro del conjunto de carcasa (30).
2. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada capa de material de lecho (45; 145) comprende un material polimérico sintético elástico y cada capa de material de lecho (45; 145) tiene un espesor de 1 a 10 mm.
3. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el material elástico de cada uno de los tubos ranurados (51; 151) comprende material polimérico sintético elástico.
4. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el material de las capas de material de lecho (45; 145) y el material elástico de los tubos ranurados (51; 151) son iguales.
5. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada una de las capas de material de lecho (45; 145) se extiende hasta aproximadamente el 80% de la longitud total del tubo rígido respectivo (41; 141) y se coloca de manera que se extiende hasta el extremo del tubo rígido respectivo (41) que está más cerca del conjunto de carcasa (30).
6. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de los tubos ranurados (51; 151) está rodeado radialmente hacia afuera por una carcasa rígida (52; 152).
7. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los tubos ranurados (51; 151) está dispuesto a una distancia del tubo rígido respectivo (41; 141) en la dirección axial del cable.
8. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-6, en el que la capa de material de lecho (45; 145) y el tubo ranurado respectivo (51; 151) están dispuestos al menos parcialmente en contacto entre sí.
9. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-6, en el que la capa de material de lecho (45; 145) y el tubo ranurado (51; 151) en el lado respectivo del conjunto de carcasa (30) están integrados.
10. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una porción extrema del tubo ranurado (51; 151) que está orientada hacia una superficie extrema del tubo rígido (41; 141) en el lado respectivo del conjunto de carcasa (30) es cónica.

11. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tubo ranurado (51; 151) está dispuesto a una distancia en la dirección radial desde la superficie interior de la parte de entrada de cable interior (32; 10 132) dentro del conjunto de carcasa. (30).
- 5 12. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tubo rígido (41; 141) comprende un rebaje circunferencial (43; 143) adaptado para contener la capa de material de lecho (45; 145).
- 10 13. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la superficie externa de la sección extrema del núcleo de cable (12; 112) es la capa semiconductor exterior (17) del sistema de aislamiento del núcleo de cable de las respectivas secciones extremas del núcleo de cable (12; 112).
- 15 14. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el conjunto de articulación rígida está rodeado por una vaina de protección (37) que se extiende en toda la longitud del conjunto de articulación rígida (1).
- 20 15. El conjunto de articulación rígida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la respectiva parte de entrada de cable interior (32; 132) es una parte separada que se puede conectar al cuerpo de carcasa (31).

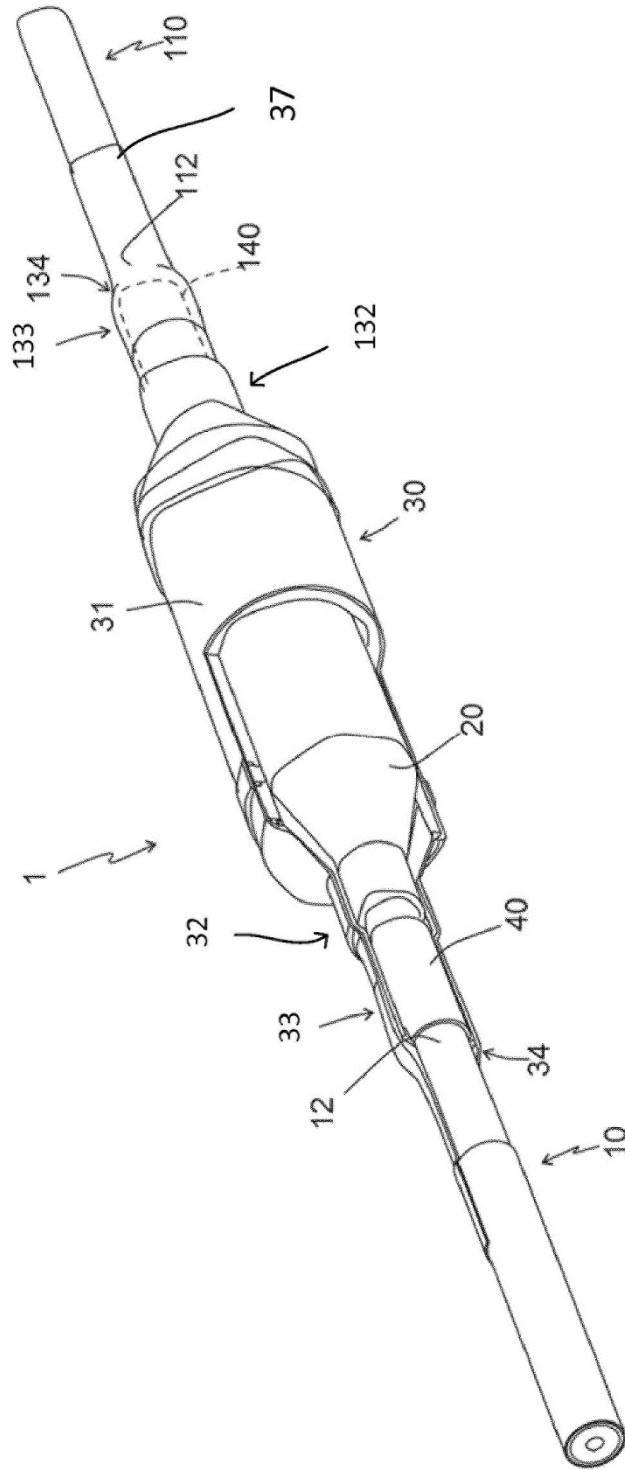


Fig. 1

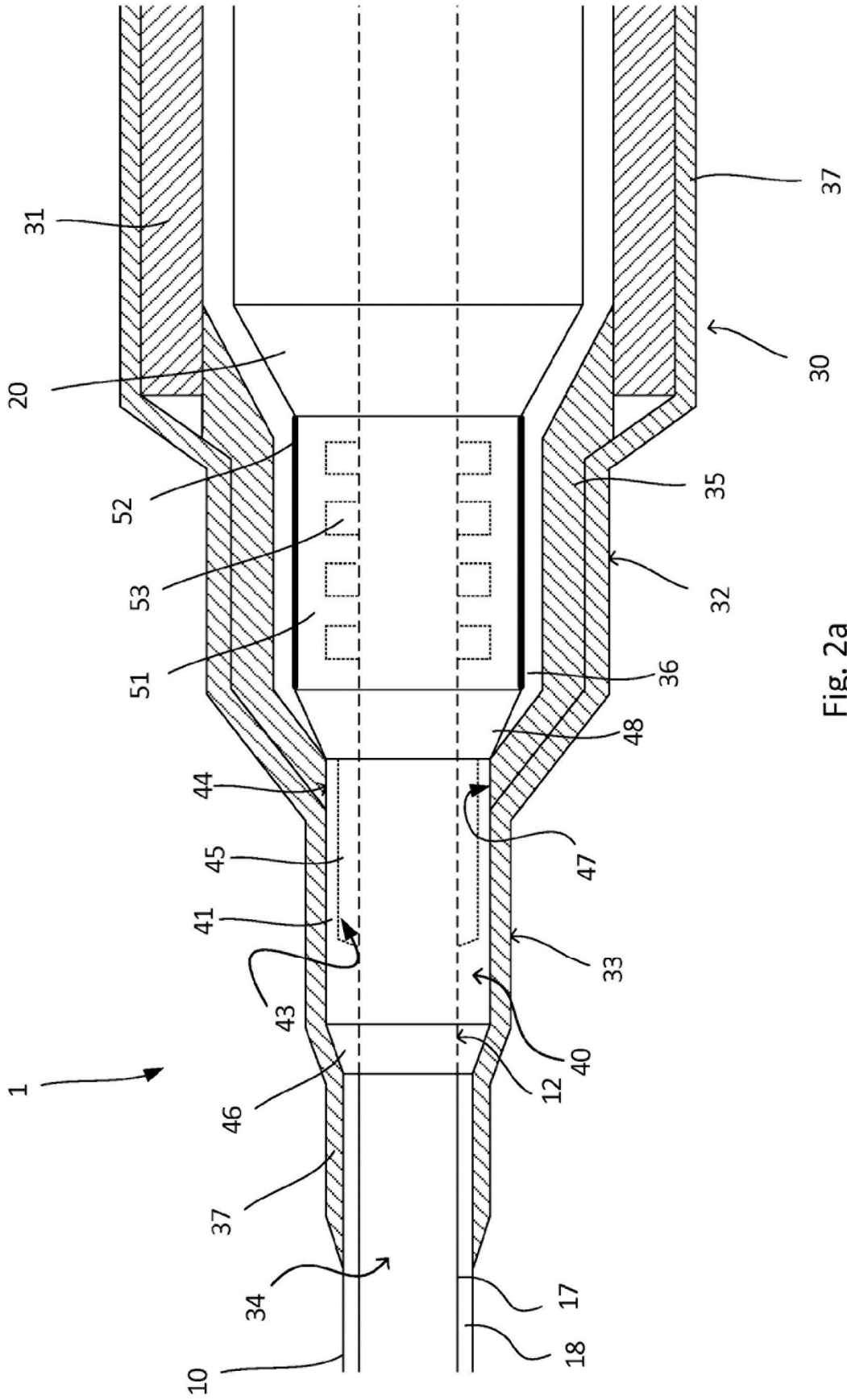


Fig. 2a

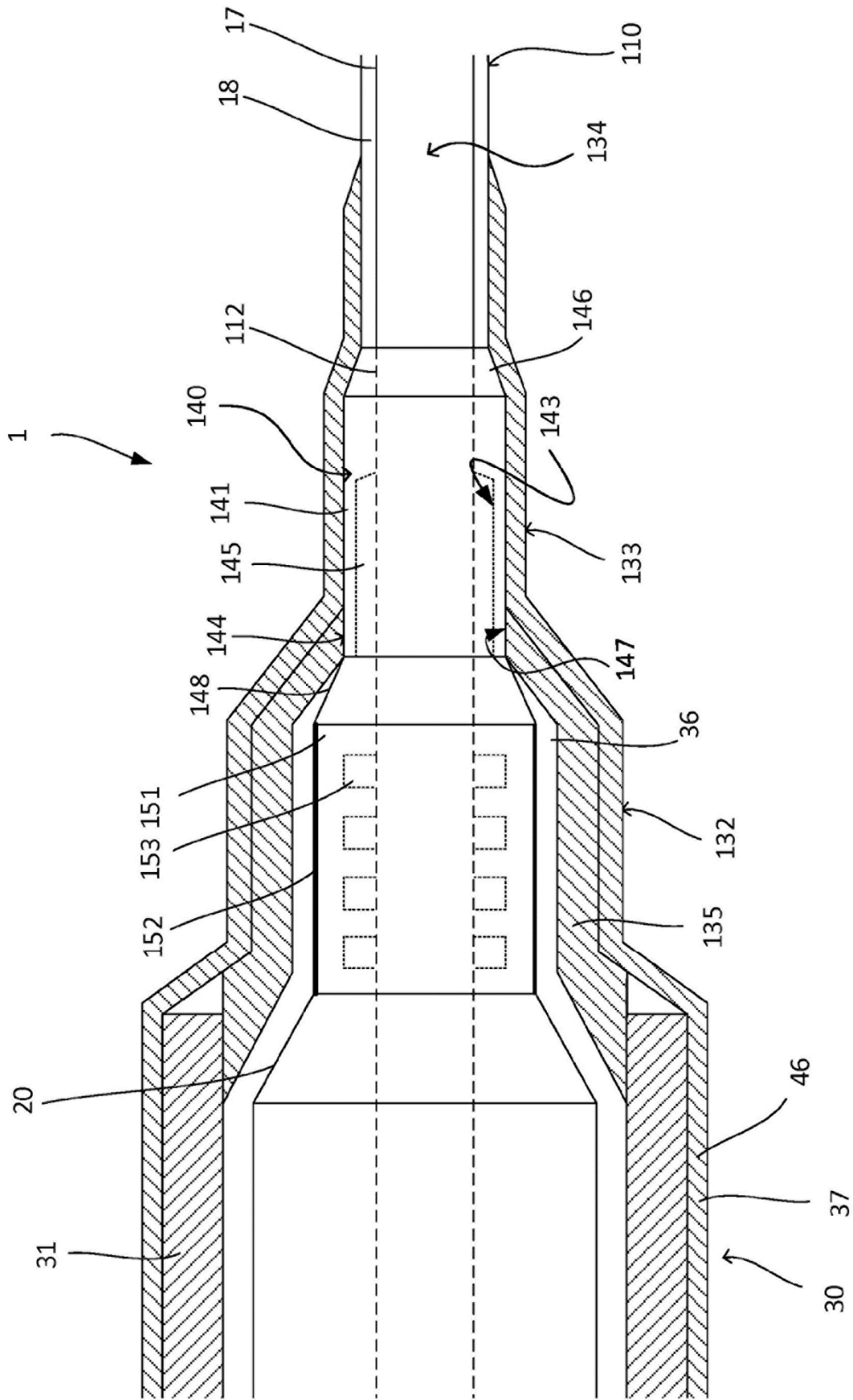


Fig. 2b

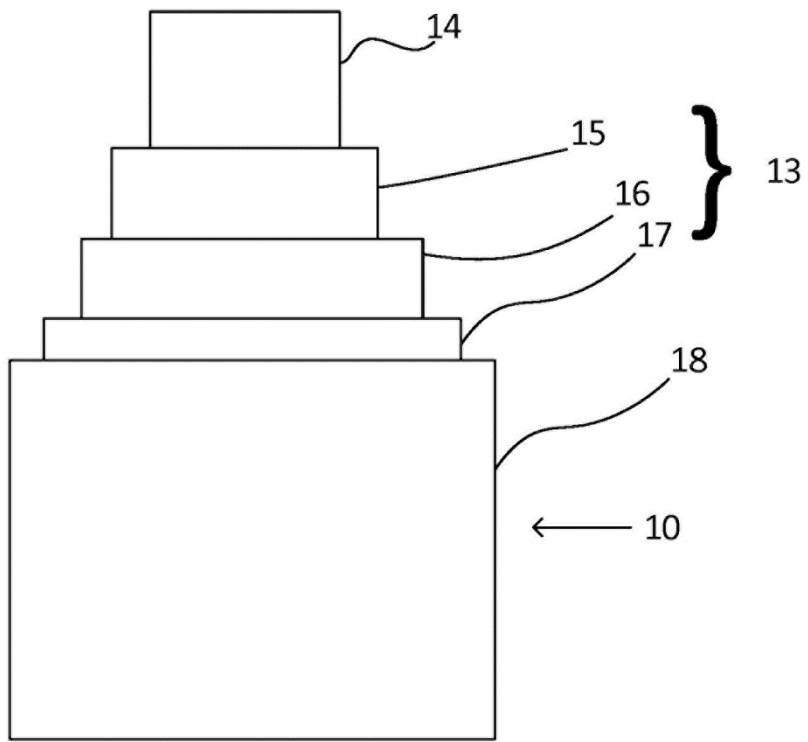


Fig. 3a

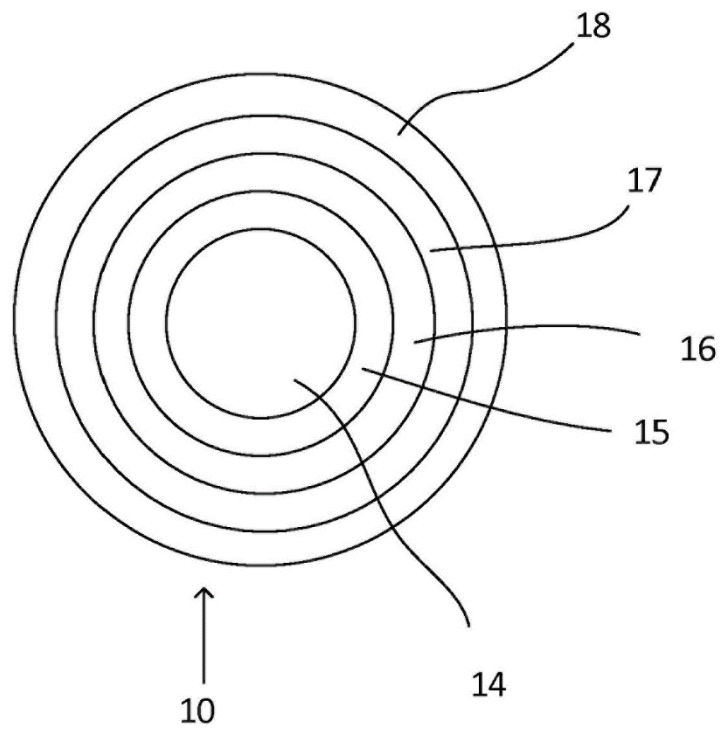


Fig. 3b