

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 420**

51 Int. Cl.:

H01B 7/288 (2006.01)

H01B 7/14 (2006.01)

H01B 7/282 (2006.01)

H01B 3/44 (2006.01)

H01B 7/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2015** **PCT/EP2015/064014**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2016** **WO16206715**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2015** **E 15731302 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2024** **EP 3314615**

54 Título: **Cable de alimentación eléctrica y procedimiento para su fabricación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
20.11.2024

73 Titular/es:

NKT HV CABLES AB (100.0%)
Verkövägen 102
371 60 Lyckeby, SE

72 Inventor/es:

GHORBANI, HOSSEIN;
SUNNEGÅRDH, PETER;
KÅLLSTRAND, BIRGITTA;
OLSSON, CARL-OLOF;
NILSSON, ULF;
HAGSTRAND, PER-OLA;
ENGLUND, VILLAGOT;
SILFVERBERG, EMY y
THORN, NIKLAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 988 420 T3

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

DESCRIPCIÓN

Cable de alimentación eléctrica y procedimiento para su fabricación

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un cable de alimentación eléctrica y a un proceso para la producción de un cable de alimentación eléctrica como se define en las reivindicaciones adjuntas.

10 Antecedentes de la invención

Los cables de alimentación eléctrica de alta tensión se utilizan para transmitir energía eléctrica de media o alta tensión. Los cables constan normalmente de un conductor y un sistema de aislamiento polimérico que rodea al conductor. Los cables de alimentación eléctrica que pueden enterrarse en el suelo se denominan cables terrestres.

15 Los cables de alimentación eléctrica que pueden enterrarse en el lecho marino y que pueden extenderse libremente entre dos puntos de fijación en el agua de mar se denominan cables de alimentación submarinos, de agua de mar o subacuáticos. Los cables de alimentación submarinos se utilizan hoy en día en una cantidad cada vez mayor debido a la mayor necesidad de transferencia de energía procedente, por ejemplo, de fuentes de energía en alta mar, incluidas las centrales de energía renovable en alta mar, como las centrales eólicas. También aumenta la longitud de los cables de transferencia de energía, ya que es necesario interconectar diferentes redes regionales de transmisión eléctrica para permitir el comercio mundial de energía. Las zonas en las que, por un lado, se necesita energía y, por otro, se produce también pueden estar alejadas unas de otras, lo que aumenta aún más la necesidad de una transferencia de energía segura.

25 Para satisfacer las exigencias de seguridad en la transmisión de energía, la protección de los sistemas de aislamiento debe ser de alta calidad para garantizar un comportamiento eléctrico y mecánico correcto durante la transmisión de energía eléctrica. Para aislar eléctricamente el conductor, se dispone un sistema de aislamiento que incluye capas poliméricas semiconductoras y aislantes para rodear el conductor. A menos que los cables de alimentación estén debidamente aislados, fluirán importantes corrientes de fuga en la dirección radial de los cables, desde el conductor hasta la pantalla a tierra circundante. Para proteger el sistema de aislamiento y el conductor del cable de alimentación de alta tensión, se pueden proporcionar laminados metálicos o, por ejemplo, forro de plomo extruido alrededor del sistema de aislamiento como barrera contra el agua. A continuación, puede aplicarse una cubierta de polímero sobre el laminado o el forro. Los cables de alta tensión suelen incluir también cinta de bloqueo de agua (WBT), también conocida como cinta hinchable, que rodea el sistema de aislamiento del cable. 35 La cinta de bloqueo de agua se suministra principalmente para detener la propagación longitudinal del agua en el cable en caso de que éste resulte dañado. La cinta de bloqueo de agua incluye un material higroscópico, es decir, material absorbente de agua, que se hincha en contacto con el agua e impide la filtración de agua en dirección longitudinal (y radial) del cable, de modo que se puede minimizar la porción dañada del cable.

40 El uso de materiales bloqueadores de agua se ha tratado en la técnica anterior. La publicación "IEEE Transactions of Industry Applications, Vol. 29, No. 5, septiembre/octubre 1993; W.F. (Buddy) Power, Jr, "Una visión general de diseños de cables resistentes al agua" divulga el uso de compuestos de plástico y materiales que absorben el agua dentro de los hilos conductores para lograr el bloqueo longitudinal del agua en cables. El documento también revela el uso de camisas de encapsulación y cintas laminadas metálicas como materiales de bloqueo de agua.

45 CN 203260362 da a conocer un cable de alimentación flexible con aislamiento de extrusión de fibra compuesta para transmisión de corriente continua de alta tensión y extra-alta tensión flexible. El centro del cable está provisto de un conductor resistente al agua. Una capa de cinta alabeada de semiconducción, una capa de blindaje interior de extrusión, una capa de aislamiento de extrusión, una capa de blindaje exterior de extrusión, una primera capa resistente al agua de amortiguación, una segunda capa resistente al agua de amortiguación, un manguito metálico, un forro exterior de extrusión no metálico y una capa conductora de extrusión se envuelven secuencialmente en el lado exterior del conductor resistente al agua. Las fibras están dispuestas entre las dos capas resistentes al agua de amortiguación. La capa aislante está hecha de materiales súper limpios con inhibidores de carga espacial añadidos y permite una temperatura máxima de trabajo de hasta 90 °C.

55 CN 203941756 se refiere al campo de los cables de alimentación, concretamente a un cable de alimentación de media tensión longitudinal impermeable. El cable se caracteriza por comprender conductores de cobre y un cinturón de nailon semiconductor que cubre la superficie de los conductores de cobre, una capa de blindaje del conductor que cubre el cinturón de nailon semiconductor, una capa aislante que cubre la capa de blindaje del conductor, una capa de blindaje aislante que cubre la capa aislante, una capa de blindaje metálico que cubre la capa de blindaje aislante, una carga impermeable para rellenar entrehierros, un cinturón de cubierta que cubre el núcleo del cable, un forro interior que cubre el cinturón de cubierta y un forro exterior que cubre el forro interior. El cable cumple los requisitos de tener unas características de resistencia a las arborescencias higroscópicas, al frío, al desgaste y de gran resistencia mecánica, y permite completamente el tendido y la utilización de líneas de alimentación en condiciones húmedas en zonas frías. El cable se utiliza ampliamente en líneas de alimentación de 26/35 kV en zonas frías.

El documento US 4626619 divulga un cable de alimentación aislado con caucho o plástico que tiene capas impermeables al agua en el conductor central y en el núcleo aislante del cable. Las capas impiden completamente la infiltración de agua en el aislamiento durante un largo periodo de tiempo y eliminan el deterioro dieléctrico del aislamiento por las arborescencias higroscópicas.

Sin embargo, aunque características de bloqueo de agua satisfactorias se han logrado mediante el uso de, por ejemplo, cintas de bloqueo de agua, se ha observado que las cintas de bloqueo de agua pueden tener un impacto negativo en el rendimiento eléctrico de los cables de alimentación de corriente continua de alta tensión (HVDC). Sustancias procedentes de las cintas de bloqueo de agua pueden migrar al aislamiento dando lugar a la conductividad eléctrica de CC en el aislamiento. Esto aumentará las pérdidas dieléctricas en el cable y, por tanto, el riesgo de embalamiento térmico. Así, aunque existen soluciones conocidas para los diseños de cables resistentes al agua, sigue siendo necesario mejorar los diseños que se conocen.

Breve descripción de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un diseño de cable y un método para la producción del diseño de cable que minimice los problemas de los diseños de cable de la técnica anterior con respecto a la difusión de productos químicos en el sistema de aislamiento. Especialmente se trata de minimizar la conductividad eléctrica de CC, y así disminuir los problemas asociados como las pérdidas dieléctricas en el cable y el riesgo de embalamiento térmico.

Es otro objeto de la presente invención aumentar la robustez y la calidad de los cables de CC extruidos.

Es todavía otro objeto mejorar la distribución del campo eléctrico en el aislamiento bajo tensiones de CC.

Además, es un objeto prever la posibilidad de alcanzar mayores tensiones y/o temperaturas de funcionamiento más elevadas.

De acuerdo con la presente invención, los objetos anteriores se consiguen mediante el presente cable de alimentación eléctrica, tal como se define en la reivindicación 1.

Los objetos anteriores se consiguen mediante un cable de alimentación eléctrica que comprende un conductor metálico y un sistema de aislamiento eléctrico que rodea al conductor coaxial y radialmente hacia fuera del conductor. El sistema de aislamiento comprende una capa semiconductora interior rodeada radialmente hacia fuera por una capa aislante y en la que la capa aislante está rodeada radialmente hacia fuera por una capa semiconductora exterior. El cable de alimentación eléctrica comprende además un material de bloqueo de agua interior dispuesto en el conductor y/o para rodear el conductor radialmente hacia fuera y un material de bloqueo de agua exterior dispuesto radialmente hacia fuera del sistema de aislamiento. De acuerdo con la invención, una capa de barrera interior está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el material de bloqueo de agua interior y el sistema de aislamiento. Además, una capa de barrera exterior está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el sistema de aislamiento y el material exterior que bloquea el agua.

Al introducir una capa intermedia de barrera entre el material de bloqueo del agua y la capa semiconductora interior del cable es posible bloquear o dificultar la difusión de sustancias químicas móviles del material de bloqueo del agua que pueden afectar negativamente a las propiedades de conducción eléctrica de CC del sistema de aislamiento. Especialmente, cuando la primera capa de barrera interior se coloca entre el material interior de bloqueo del agua y la capa semiconductora interior, es posible impedir la migración de sustancias procedentes del material interior de bloqueo del agua durante la fabricación del cable. Del mismo modo, la capa de barrera exterior impide la difusión desde el material exterior que bloquea el agua hasta el sistema de aislamiento. Sobre todo teniendo en cuenta que la temperatura del cable durante la extrusión y el curado del sistema de aislamiento es elevada, lo que provoca un aumento de la migración de sustancias de los materiales de bloqueo del agua que pueden deteriorar las propiedades eléctricas del sistema de aislamiento. Así, las capas de barrera que funcionan como capas que obstaculizan la difusión son esenciales para mejorar las propiedades eléctricas del cable y, por ejemplo, para disminuir la conductividad eléctrica de CC en el sistema de aislamiento del cable.

La capa de barrera interior y la capa de barrera exterior están dispuestas para encapsular el sistema de aislamiento. De este modo, la difusión de sustancias químicas desde el interior y el exterior del sistema de aislamiento puede verse obstaculizada por las capas de barrera.

El material de bloqueo de agua interior y exterior puede comprender y comprende una cinta de bloqueo de agua (WBT), respectivamente. Las cintas de bloqueo de agua se utilizan habitualmente en relación con los cables eléctricos y pueden aplicarse a la construcción del cable de forma sencilla. La cinta de bloqueo de agua puede tener propiedades semiconductoras. De este modo, las propiedades eléctricas del cable no se ven afectadas negativamente. Además, la cinta de bloqueo de agua comprende preferentemente un material hinchable al agua, con lo que se puede obtener una protección contra el agua en dirección axial del cable.

En el cable de alimentación eléctrica el conductor puede ser trenzado. En este caso, el material de bloqueo de agua interior comprende un polvo absorbente de agua dispuesto en el conductor como polvo o el polvo absorbente de agua se incluye en el conductor mediante hilos o cintas que comprenden el polvo.

5 De acuerdo con una realización de la invención, el conductor está en contacto directo con una cinta conductora y rodeado radialmente hacia fuera por la cinta conductora. De este modo, la cinta conductora puede blindar el conductor, por ejemplo, durante el proceso de fabricación.

10 La cinta conductora puede constituir la capa de barrera interior que funciona como capa que obstaculiza la difusión. De este modo, se puede proporcionar una construcción sencilla para el cable.

El material de bloqueo de agua interior puede comprender una cinta de bloqueo de agua que rodea el conductor radialmente hacia fuera y en la que la cinta de bloqueo de agua está rodeada radialmente hacia fuera por una capa de barrera interior que funciona como una capa que obstaculiza la difusión. Con esta construcción se puede conseguir un bloqueo eficaz del agua. Además de la capa de barrera interior, el conductor puede estar rodeado por una cinta conductora que proporciona una barrera de difusión adicional. Al incluir tanto la cinta conductora como la cinta de bloqueo de agua y una capa de barrera interior, se puede obtener una capacidad de bloqueo de agua aún mejorada, al tiempo que se puede bloquear la difusión de sustancias químicas móviles desde la cinta de bloqueo de agua hacia el sistema de aislamiento.

La capa de barrera interior y la exterior comprenden o consisten en materiales capaces de dificultar la difusión de sustancias químicas móviles desde la cinta de bloqueo de agua. La capa de barrera interior y la capa de barrera exterior comprenden una cinta conductora o un laminado metálico. Las cintas conductoras se utilizan habitualmente en los cables de alimentación y, por lo tanto, se puede proporcionar un material que haya demostrado su eficacia en los cables de alimentación, con lo que se puede proporcionar un proceso de construcción y fabricación sencillo para el cable de alimentación. También podrían utilizarse laminados metálicos como capa de barrera interior y/o capa de barrera exterior, con lo que se puede proporcionar una barrera de difusión eficaz.

La capa semiconductor interior, la capa aislante y la capa semiconductor exterior pueden estar compuestas por un polímero base a base de poliolefina. De acuerdo con una realización, el polímero base de las capas del sistema de aislamiento, es decir, la capa semiconductor interior, la capa aislante y la capa semiconductor exterior, comprende o consiste en un polímero base a base de polietileno. Los polímeros base a base de polietileno pueden proporcionar un cable de alimentación flexible con buenas propiedades mecánicas. Para mejorar aún más las propiedades mecánicas del polímero base a base de polietileno, éste puede reticularse.

El cable de alimentación eléctrica es convenientemente un cable de corriente continua de alta tensión. Convenientemente, el cable de alimentación eléctrica es un cable submarino, aunque también puede utilizarse como cable terrestre.

Los objetos mencionados anteriormente también se alcanzan mediante un proceso para la producción de un cable de alimentación eléctrica como se define en la reivindicación 7.

45 De acuerdo con una realización de la invención, el polímero base consiste en un polímero a base de polietileno, por lo que se puede obtener una fácil fabricación del cable de alimentación, al tiempo que se pueden proporcionar buenas propiedades mecánicas al cable.

De acuerdo con una variante, se añade un agente reticulante al polímero base a base de polietileno antes de la extrusión. De este modo se pueden mejorar aún más las propiedades mecánicas del sistema de aislamiento.

Las etapas de extrusión v)-vii) definidas en la reivindicación 7 pueden realizarse simultáneamente o en secuencia, lo que flexibiliza el proceso.

55 El proceso puede comprender además una etapa de curado a una temperatura de curado de 150-350 °C. De este modo se pueden modificar las propiedades mecánicas del cable y, por ejemplo, llevar a cabo el procedimiento de reticulación. El proceso puede comprender además, tras el curado, una etapa de tratamiento térmico y desgasificación del cable para eliminar los subproductos de la reticulación.

60 El material exterior de bloqueo de agua es cinta de bloqueo de agua, que puede aplicarse fácilmente al cable con el equipo ya existente. De este modo, se puede proporcionar un proceso de fabricación sencillo.

A continuación se describirán otros aspectos y ventajas con referencia a los dibujos adjuntos.

65 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista lateral de un cable de alimentación eléctrica de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es una sección transversal de un cable de alimentación eléctrica de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

La figura 3 es una vista lateral de un cable de alimentación eléctrica de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

La figura 4 es una sección transversal de un cable de alimentación eléctrica de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

La figura 5 es una vista lateral de un cable de alimentación eléctrica de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

La figura 6 es una sección transversal de un cable de alimentación eléctrica de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

La figura 7 muestra diagramas de flujo que muestran las etapas de un proceso para la producción del cable de alimentación eléctrica de acuerdo con las diferentes realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada

Los cables de alimentación eléctrica, también llamados cables de alimentación de transmisión eléctrica, están destinados a transmitir energía eléctrica. Las exigencias en cuanto a propiedades eléctricas y mecánicas son cada vez mayores debido al aumento de la demanda de electricidad y a las largas distancias que hay que recorrer para transmitirla. El cable de alimentación eléctrica de acuerdo con la presente invención es un cable de alimentación de corriente continua, como el cable de corriente continua de alta tensión (HVDC), adecuado para su uso como cable terrestre o como cable submarino.

Los cables de alimentación de transmisión eléctrica constan de un conductor, que suele estar constituido principalmente por un metal como el cobre o el aluminio. El conductor puede ser trenzado, es decir, estar formado por una pluralidad de hilos metálicos agrupados. Los conductores trenzados hacen que los conductores sean flexibles y fáciles de manejar. El conductor también puede ser sólido. El conductor está rodeado por un sistema de aislamiento eléctrico que comprende una primera capa interior semiconductora y aislante y una segunda capa exterior semiconductora. Así, entre las capas semiconductoras se encuentra una capa aislante.

Normalmente, el conductor tiene una sección transversal generalmente circular, aunque podrían concebirse formas alternativas. El sistema de aislamiento eléctrico radialmente circundante con capas aislantes y semiconductoras suele tener una sección transversal con una forma periférica exterior correspondiente a la forma periférica exterior del conductor, normalmente una periferia exterior generalmente circular, y el sistema de aislamiento rodea al conductor radial y concéntricamente. De este modo se puede obtener un aislamiento uniforme en el cable y mejorar sus propiedades eléctricas.

Los cables de alimentación eléctrica pueden ser cables bajo el agua o submarinos o los cables pueden ser cables terrestres. Se trata de cables de transmisión de alimentación con una tensión nominal de 50 kV o superior, por lo que es adecuado para su uso como cable de transmisión de alimentación de alta tensión. Convenientemente, el cable de alimentación eléctrica es un cable submarino.

En el sistema de aislamiento, la capa o capas aislantes deben tener propiedades aislantes y una conductividad esencialmente nula o muy baja. La capa o capas semiconductoras pueden hacerse semiconductoras utilizando, por ejemplo, cargas que tengan propiedades conductoras.

El material aislante resiste la electricidad. La conductividad del material aislante puede ser, por ejemplo, de aproximadamente $1 \cdot 10^{-8}$ a aproximadamente $1 \cdot 10^{-20}$ S/m a 20 °C, normalmente de $1 \cdot 10^{-9}$ a $1 \cdot 10^{-16}$, dependiendo de la magnitud del campo eléctrico.

El material semiconductor tiene una conductividad eléctrica inferior a la de un conductor pero que no es un aislante. La conductividad del material semiconductor puede ser típicamente superior a 10^5 S/m a 20 °C, como por ejemplo hasta unos 10 o 10^2 S/m. Normalmente, la conductividad es inferior a 10^3 S/m a 20 °C.

Por conductividad se entiende la propiedad de transmitir electricidad. La conductividad de un material conductor es superior a aproximadamente 10^3 S/m a 20 °C. Básicamente no existe un límite superior, pero en soluciones prácticas el límite superior es de aproximadamente 10^8 S/m a 20 °C.

Los materiales de bloqueo de agua, como las cintas de bloqueo de agua, proporcionan estanqueidad longitudinal

en los cables de alimentación, lo que significa que en caso de que las capas que protegen el cable se dañen, la cinta de bloqueo de agua se hincha en contacto con el agua e impide la fuga de agua en dirección longitudinal del cable, de modo que se puede minimizar la porción dañada del cable. La finalidad de las cintas es absorber el agua posible y evitar que siga filtrándose. La presencia de agua sería perjudicial para el cable durante el servicio.

Los materiales de bloqueo de agua en general comprenden materiales inorgánicos u orgánicos absorbentes de agua. Preferiblemente, el material de bloqueo de agua es hinchable al agua y también higroscópico, lo que significa que puede absorber agua del aire. Dichos materiales pueden ser, por ejemplo, polímeros superabsorbentes (SAP), que son polímeros que pueden absorber y retener grandes cantidades de un líquido en relación con su propia masa, como hasta aproximadamente un 500 % de su propio peso y convertirse en líquido hasta en un 99,9 %, es decir, el material SAP es hinchable con agua. En condiciones salinas, la capacidad de absorción disminuye y puede llegar a ser de hasta un 50 % del peso propio del SAP. Cuando estos materiales absorben agua se convierten en un gel viscoso. Este gel bloqueará entonces la entrada de más agua en el cable.

Los materiales absorbentes de agua pueden suministrarse, por ejemplo, en forma de polvo. Los polvos absorbentes de agua pueden aplicarse directamente en los intersticios de un conductor trenzado o pueden incluirse en el conductor mediante hilos o cintas y colocarse en los intersticios de los conductores trenzados. Por ejemplo, los hilos pueden colocarse longitudinalmente en la dirección de los cables trenzados conductores o los hilos pueden enrollarse alrededor de uno o más cables trenzados conductores. Alternativamente, el conductor está rodeado por un material de bloqueo de agua en forma de cinta que comprende el material absorbente de agua, como el SAP. La cinta puede comprender además una o varias capas de material portador, como un material no tejido que comprenda, por ejemplo, poliéster y/o poliacrilato o cualquier otro material no tejido inerte adecuado. Dependiendo de la colocación de la cinta de bloqueo de agua, ésta puede tener propiedades semiconductoras o aislantes. Existen varios tipos de cintas de bloqueo de agua disponibles en el mercado.

Las capas de barrera interiores y/o exteriores están dispuestas como capas que obstaculizan la difusión. Por difusión se entiende la transferencia de átomos, iones o moléculas por su movimiento aleatorio de un sustrato a otro, por ejemplo del material de bloqueo del agua, por ejemplo la cinta de bloqueo del agua, al sistema de aislamiento. Por sustancias químicas móviles se entienden sustancias químicas (iones o moléculas) capaces de difundirse desde un sustrato, por ejemplo, en este caso, desde el material de bloqueo de agua o la cinta de bloqueo de agua. La capa de barrera dificulta la difusión, lo que significa que la capa de barrera tiene una funcionalidad que impide la difusión de sustancias químicas móviles, por ejemplo, desde el material de bloqueo del agua hasta el sistema de aislamiento. Esta funcionalidad podría ser proporcionada por una densidad o compacidad del material que sea suficiente para impedir que los iones o moléculas se desplacen a través de la capa de barrera. Dichos materiales podrían ser, por ejemplo, capas poliméricas, cerámicas y/o metálicas, por ejemplo capas metálicas comprendidas en laminados. Las capas metálicas pueden ser, por ejemplo, capas de aluminio o de cobre. El grosor de dichas capas metálicas podría ser de aproximadamente 1 mm y hasta unos 10 mm. Podrían ser posibles capas aún más delgadas o más gruesas, pero por razones prácticas el grosor debe ser tal que el material de barrera siga siendo fácil de manipular en el proceso de fabricación. Se ha comprobado que las capas metálicas funcionan correctamente como capas de difusión. Además, las capas metálicas tienen propiedades conductoras, por lo que son adecuadas para su uso en cables de alimentación eléctrica. Sin embargo, las capas de material polimérico o capas de material cerámico también podrían utilizarse como capas de barrera, siempre que tengan la funcionalidad de impedir la difusión de las sustancias químicas deseadas entre diferentes sustratos. El material polimérico puede basarse en polímeros puros, como la poliamida, por ejemplo el nailon conocido comercialmente, el poliéster, productos a base de celulosa, como el papel o el cartón, o mezclas de polímeros. En el caso de una barrera no metálica, el material polimérico o el material de cerámica comprende preferentemente aditivos que hacen que el material sea conductor y/o más denso para mejorar las propiedades de bloqueo de la difusión de la barrera. Los laminados que comprenden una o más capas metálicas y una o más capas poliméricas que comprenden uno o más materiales poliméricos como los descritos anteriormente también podrían utilizarse como capa que obstaculiza la difusión. La capa de barrera comprende o consiste en una cinta conductora o un laminado metálico, como el laminado de aluminio.

El sistema de aislamiento comprende una capa semiconductora interior rodeada radialmente hacia fuera por una capa aislante. La capa aislante está rodeada radialmente hacia fuera por una capa semiconductora exterior. Las capas del sistema de aislamiento comprenden un material polimérico y, convenientemente, un polímero base a base de poliolefina, como polipropileno y/o polietileno. El material polimérico de las capas se extruye para proporcionar capas semiconductoras y aislantes que rodeen al conductor. En las capas semiconductoras se utiliza una carga o aditivo conductor para hacerlas semiconductoras, y en la capa aislante no se utiliza ninguna carga conductora o sólo una pequeña cantidad que no haga conductora la capa aislante. Las partículas conductoras pueden ser de cualquier tipo, como partículas de cargas conductoras metálicas o negro de humo. El contenido de las partículas puede variar, por ejemplo, entre el 10 y el 40 % en peso, basándose en el peso total de la capa semiconductora. El negro de humo se utiliza a menudo debido a su estabilidad también a altas temperaturas.

El polímero base también suele reticularse durante un procedimiento de curado a una temperatura elevada para conferir al polímero la resistencia mecánica suficiente. El agente reticulante del polímero base puede ser cualquier agente reticulante adecuado para su uso en conexión con un polímero de polietileno o un copolímero del mismo,

como un agente reticulante a base de peróxido, a base de silano o compuestos azoicos. La reticulación también puede realizarse mediante radiación. La cantidad del agente reticulante puede ser del 0,1-2,0 % en peso, en función del peso del polímero base, para garantizar una reticulación suficiente. Tras la extrusión y la reticulación, los cables suelen someterse a un tratamiento térmico que ayuda a eliminar una porción de los subproductos de la reticulación del sistema de aislamiento del cable.

En el sistema de aislamiento, el material polimérico o el polímero de base de las capas semiconductoras y de las capas aislantes comprende o consiste en un polímero a base de poliolefina y preferentemente un polímero a base de polietileno y puede seleccionarse entre polietileno de baja densidad, polietileno de densidad ultrabaja, polietileno lineal de baja densidad, polietileno de alta densidad y polietileno de densidad ultra alta o mezclas de los mismos. Preferiblemente, el polímero de polietileno es polietileno de baja densidad. El material polimérico hace que el sistema de aislamiento sea relativamente estable térmicamente al tiempo que se obtiene una propiedad aislante eficaz. Además, el polietileno es un material más blando y flexible que otros polímeros a base de olefinas, como el polipropileno. El polímero base de todas las capas del sistema de aislamiento es preferiblemente el mismo para que el proceso de producción pueda controlarse fácilmente. De este modo, sólo hay que añadir diferentes cargas y aditivos, y no es necesario modificar el polímero base per se.

Se pueden añadir diferentes aditivos y cargas al polímero base para conferir al material polimérico las propiedades deseadas. Los aditivos pueden ser, por ejemplo, estabilizadores como antioxidantes, agentes nucleantes, cargas inorgánicas, reticulantes, potenciadores de la reticulación como el cianurato de 2,4,6-trialilo, agentes retardantes de la combustión y retardantes de la llama. Los estabilizantes, en particular los antioxidantes, previenen los efectos negativos de la oxidación.

El conductor y el sistema de aislamiento pueden estar rodeados de más material o capas de material. Otros materiales y capas pueden tener diferentes cometidos, como el de mantener unidas las diferentes partes del cable, dotarlo de resistencia mecánica y protegerlo contra ataques tanto físicos como químicos, por ejemplo la corrosión. Tales materiales y capas son comúnmente conocidos por el experto en la materia. Por ejemplo, estos materiales adicionales pueden incluir armaduras, por ejemplo alambres de acero, o barreras similares a forros para proporcionar protección o una barrera contra el agua para los cables.

En los cables alimentación CC de alta tensión, el material de bloqueo de agua, como una cinta de bloqueo de agua (WBT), puede aplicarse en el conductor, sobre el conductor y sobre la capa semiconductora exterior del cable. Como se ha mencionado anteriormente, se ha descubierto que la difusión de sustancias químicas móviles desde, por ejemplo, la cinta de bloqueo de agua hacia el aislamiento puede provocar un aumento sustancial de la conductividad eléctrica de CC del aislamiento. Esto puede perturbar la calidad y/o el funcionamiento de los cables, por lo que es conveniente minimizar estos efectos. Por lo tanto, es muy importante minimizar el impacto de las cintas de bloqueo de agua para poder alcanzar los niveles de tensión más altos. De acuerdo con la presente invención, los efectos se minimizan reduciendo al mínimo la difusión de las sustancias químicas mediante al menos una primera capa de barrera interior que funciona como capa que obstaculiza la difusión. La primera capa de barrera interior está dispuesta entre un primer material de bloqueo de agua interior y el sistema de aislamiento, por lo que se dificulta la difusión desde el material de bloqueo de agua interior al sistema de aislamiento. Esto es especialmente ventajoso durante la fabricación del cable. El sistema de aislamiento se extruye a una temperatura elevada para cubrir el conductor. Debido a la elevada temperatura, aumenta la migración de sustancias químicas del material de bloqueo de agua. En las soluciones de la técnica anterior, la cinta de bloqueo de agua se ha dispuesto directamente en contacto con la capa semiconductora interior, por lo que ha sido fácil que las sustancias químicas migraran al sistema de aislamiento y deterioraran así la calidad del sistema de aislamiento. Debido a que la capa de barrera funciona como una capa que obstaculiza la difusión, la migración de sustancias químicas se ve dificultada y, por lo tanto, los efectos negativos de estas sustancias pueden disminuirse o eliminarse esencialmente.

De forma similar a lo que ocurre con el material de bloqueo de agua interior, otras sustancias químicas han podido migrar al sistema de aislamiento desde un material de bloqueo de agua exterior dispuesto para rodear la capa semiconductora exterior del sistema de aislamiento. De acuerdo con la presente invención, el sistema de aislamiento está protegido de la migración o difusión de sustancias químicas desde el material exterior de bloqueo del agua al sistema de aislamiento mediante una capa exterior de barrera dispuesta entre el material exterior de bloqueo del agua y la capa exterior semiconductora del sistema de aislamiento. De este modo, el sistema de aislamiento queda encapsulado entre las capas interior y exterior que obstaculizan la difusión y se proporciona así una protección máxima contra las sustancias químicas peligrosas que afectan a las propiedades eléctricas del sistema de aislamiento. Según la invención, la capa interior que obstaculiza la difusión está en contacto con la capa semiconductora interior y la capa de difusión exterior está en contacto con la capa semiconductora exterior, con lo que el sistema de aislamiento queda encapsulado y puede protegerse de forma eficaz.

El diseño del cable de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se describe ahora con más detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es una vista lateral parcialmente cortada de un cable eléctrico 1 de acuerdo con la presente invención,

y la figura 2 muestra una sección transversal radial del mismo. El cable de alimentación eléctrica 1 comprende un conductor metálico 2 rodeado por una cinta conductora 4, que es opcional en caso de que el conductor sea sólido, y un sistema de aislamiento eléctrico 20 que rodea al conductor coaxial y radialmente hacia fuera del conductor 2. El sistema de aislamiento 20 comprende una capa semiconductora interior 10 rodeada radialmente hacia fuera por una capa aislante 12. La capa aislante 12 está rodeada radialmente hacia fuera por una capa semiconductora exterior 14. La capa semiconductora interior 10, la capa aislante 12 y la capa semiconductora exterior 14 se disponen preferentemente de forma que la capa semiconductora interior 10 y la capa aislante 12 estén en contacto entre sí y de forma que la capa aislante 12 y la capa semiconductora exterior 14 estén en contacto entre sí. Puede haber más de una capa aislante y puede haber más de dos capas semiconductoras en el sistema aislante, como por ejemplo de 1 a 4 capas aislantes y de 2 a 5 capas semiconductoras. El cable de alimentación eléctrica 1 comprende además un primer material de bloqueo de agua 6, que es el material de bloqueo de agua interior 6, dispuesto para rodear el conductor 2 y la cinta de bloqueo de agua 4 radialmente hacia fuera y dispuesto entre el sistema de aislamiento 20 y el conductor 2. Una primera capa de barrera 8, que es la capa de barrera interior 8, está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el primer material de bloqueo de agua interior 6 y el sistema de aislamiento 20.

El cable de alimentación eléctrica comprende además un material exterior de bloqueo de agua 18, que también se denomina segundo material de bloqueo de agua 18, dispuesto radialmente hacia fuera del sistema de aislamiento 20 y una segunda capa de barrera 16, que es la capa de barrera exterior 16, está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el sistema de aislamiento 20 y el material exterior de bloqueo de agua 18. Así, la primera capa de barrera interior 8 y la segunda capa de barrera exterior 16 encapsulan el sistema de aislamiento 20.

El cable de alimentación eléctrica 1 de las figuras 1 y 2 está rodeado por un forro exterior 19.

Los materiales de bloqueo de agua interior 6 y exterior 18 comprenden una cinta de bloqueo de agua. Dado que la cinta de bloqueo de agua se coloca en contacto con la cinta conductora 4 y/o la capa semiconductora exterior 14, la cinta de bloqueo de agua debe tener propiedades semiconductoras y comprender un material hinchable al agua.

En las figuras 3 y 4 se muestra otro diseño de cable de acuerdo con la presente invención. La figura 3 es una vista lateral parcialmente cortada de un cable eléctrico 1 de acuerdo con una realización de la presente invención, y la figura 4 muestra una sección transversal radial del mismo. El cable de alimentación eléctrica 1 comprende un conductor metálico 2 y se muestra un sistema de aislamiento eléctrico 20 que rodea al conductor coaxial y radialmente hacia fuera del conductor 2. El conductor 2 consta de varios cables trenzados 5 (sólo se señala uno, figura 4). El sistema de aislamiento 20 comprende una capa semiconductora interior 10 rodeada radialmente hacia fuera por una capa aislante 12 y la capa aislante 12 está rodeada radialmente hacia fuera por una segunda capa semiconductora exterior 14. El cable de alimentación eléctrica 1 comprende además un material de bloqueo de agua interior 3 dispuesto en el conductor 2. El material de bloqueo de agua tiene forma de hilo 3 y se incorpora entre los cables trenzados 5 del conductor 2 y el hilo 3 se coloca en la misma dirección que los cables trenzados 5 del conductor, es decir, principalmente en dirección longitudinal. El cable 1 comprende además un material exterior de bloqueo de agua 18 dispuesto radialmente hacia fuera del sistema de aislamiento 20. Una cinta conductora 4 está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el material interior de bloqueo de agua 3 y el sistema de aislamiento 20. El conductor 2 está en contacto directo con una cinta conductora 4 y rodeado radialmente hacia fuera por la cinta conductora 4. Una capa de barrera exterior 16 está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el sistema de aislamiento 20 y el material exterior de bloqueo de agua 18.

En lugar de estar en forma de hilo, el primer material de bloqueo de agua interior 3 podría estar en forma de un polvo absorbente de agua dispuesto en el conductor como polvo o el polvo podría incluirse en el conductor mediante una cinta que comprenda el polvo.

En la realización de las figuras 3 y 4, la cinta conductora 4 constituye la primera capa de barrera que funciona como capa que obstaculiza la difusión.

En las figuras 5 y 6 se muestra otra realización de la presente invención. Básicamente, el conductor 2 es similar al conductor 2 mostrado en las figuras 3 y 4. En las figuras 5 y 6 se muestra un cable de alimentación eléctrica 1 que comprende un conductor metálico 2 y un sistema de aislamiento eléctrico 20 que rodea al conductor de forma coaxial y radialmente hacia fuera del conductor 2. El conductor 2 consta de varios cables trenzados 5 (sólo se señala uno, figura 6). El hilo 3 comprende material absorbente de agua, como SAP, y el hilo 3 está tendido en la misma dirección que los cables trenzados 5 del conductor, es decir, principalmente en dirección longitudinal. En esta realización, sin embargo, el primer material de bloqueo de agua interior comprende además una cinta de bloqueo de agua 6, que rodea el conductor 2 radialmente hacia fuera. Una cinta conductora 4 está dispuesta para rodear el conductor 2 radialmente hacia fuera, entre el conductor y la cinta de bloqueo de agua 6. La cinta de bloqueo de agua 6 está rodeada radialmente hacia fuera por una capa de barrera interior 8 que funciona como una capa que obstaculiza la difusión hacia el sistema de aislamiento 20. Además, el sistema de aislamiento 20 comprende una capa semiconductora interior 10 rodeada radialmente hacia fuera por una capa aislante 12 y la

capa aislante 12 está rodeada radialmente hacia fuera por una segunda capa semiconductor exterior 14. El cable 1 comprende además un material exterior de bloqueo de agua 18 dispuesto radialmente hacia fuera del sistema de aislamiento 20. Una capa de barrera exterior 16 está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el sistema de aislamiento 20 y el material exterior de bloqueo de agua 18.

El cable de alimentación eléctrica 1 de las figuras 3-6 está rodeado por un forro exterior 19.

El proceso para fabricar el cable de alimentación eléctrica se ilustra de acuerdo con una realización de la invención en la figura 7. El proceso para la fabricación de un cable de alimentación eléctrica comprende las etapas de:

- i) proporcionar un conductor 2 que comprenda opcionalmente un material absorbente de agua 3;
- ii) aplicar una cinta conductora 4 para rodear el conductor 2 radialmente hacia fuera en caso de que el conductor sea trenzado y, opcionalmente, aplicar una cinta conductora 4 para rodear el conductor 2 radialmente hacia fuera en caso de que el conductor sea sólido;
- iii) aplicar una cinta de bloqueo de agua 6 para rodear el conductor 2 radialmente hacia fuera en caso de que el conductor 2 no esté rodeado por una cinta conductora y aplicar una cinta de bloqueo de agua 6 para rodear el conductor 2 radialmente hacia fuera en caso de que el conductor esté rodeado por una cinta conductora 4;
- iv) aplicar una capa de barrera interior 8 como capa que obstaculiza la difusión radialmente hacia fuera de la cinta de bloqueo de agua 6;
- v) extrudir una capa semiconductor interior 10 que comprenda un polímero de base y que rodee al conductor radialmente hacia fuera;
- vi) extrudir una capa aislante 12 que comprenda un polímero de base para que esté en contacto con la capa semiconductor interior 10 y rodee radialmente hacia fuera la capa semiconductor interior;
- vii) extrudir una capa semiconductor exterior 14 que comprende un polímero de base, para que esté en contacto con la capa aislante 12 y rodee radialmente la capa aislante hacia fuera;
- viii) aplicar una capa de barrera exterior 16 como capa que obstaculiza la difusión radialmente hacia fuera de la capa semiconductor exterior 14; y
- ix) aplicar un material de bloqueo de agua exterior 18 para rodear la capa metálica exterior 16 radialmente hacia fuera.

El polímero comprende preferentemente un polímero a base de polietileno. Se puede añadir un agente de reticulación al polímero base a base de polietileno antes de la extrusión para permitir la reticulación durante, por ejemplo, el procedimiento de curado a una temperatura elevada de unos 150-350 °C.

La extrusión puede realizarse utilizando cualquiera de las tecnologías de extrusión comunes disponibles, que son bien conocidas por el experto y no se describen en detalle en la presente. Las fases de extrusión pueden realizarse simultáneamente o en secuencia. Para facilitar el control del proceso, las fases de extrusión se realizan preferentemente de forma simultánea.

El proceso puede comprender además una etapa de tratamiento térmico y desgasificación del cable para eliminar los subproductos de la reticulación. El tratamiento térmico y la desgasificación pueden realizarse durante el proceso de producción cuando se considere necesario. El tratamiento térmico puede realizarse en un horno o utilizando cualquier otra tecnología conocida en la técnica y evidente para el experto. De este modo, se puede disminuir la cantidad de subproductos.

Los efectos del presente diseño de cable también se ilustran ahora con más detalle en el Ejemplo adjunto que figura a continuación.

Ejemplo

La cinta conductora de electricidad suele aplicarse directamente debajo de la capa semiconductor interior en los cables de alta tensión para minimizar el colapso, es decir, que el material semiconductor se vea forzado a introducirse en el conductor trenzado durante la extrusión del cable, lo que provoca una interfaz desigual entre las partes conductora y aislante del cable. Ahora se ha descubierto que esta cinta conductora actuará como barrera de difusión para las sustancias procedentes de las cintas de bloqueo de agua, lo que se traducirá en una menor conductividad de CC del aislamiento. Esto se ha comprobado mediante experimentos con muestras de placas multicapa compuestas por material aislante, material semiconductor, cinta conductora y cintas de bloqueo de agua. La migración de sustancias tiene lugar durante un tratamiento térmico de 3 horas a 130 °C antes de las mediciones de conductividad CC.

Descripción del método utilizado:

Materiales:

Capa aislante: Polietileno reticulado (XLPE) LS4258DCE de Borealis. Capa semiconductor: Polietileno semiconductor reticulado (XLPE) LE0550DC de Borealis.

Cinta de bloqueo de agua (WBT): Cinta semiconductor no tejida Lantor de alta resistencia para bloqueo de agua submarina 3C1174 ("negra")

- 5 Cinta conductora: cinta conductora de nailon-acrílico de Scapa (SC24/200) que incluye negro de humo.

Procedimiento:

- 10 • se prensaron placas aislantes de 1 mm de grosor con LS4258DCE y placas semiconductoras de 0,5 mm de grosor con LE0550DC de acuerdo con el programa de prensado que se indica a continuación.
- Las placas semiconductoras se desgasificaron en un horno normal a 70 °C durante 24 horas.
- Las construcciones tipo sándwich (emparedados) con diferentes capas, de acuerdo con la lista que figura a continuación, se prensaron a 130 °C durante 3 horas utilizando una prensa de polímero normal de acuerdo con el programa de prensado que figura a continuación.

15 La conductividad eléctrica de CC de la capa aislante de los sándwiches se midió a 70 °C y 30 kV/mm. Esto se hizo con todas las capas del sándwich presentes. Se conectó una fuente de alta tensión al electrodo superior, para aplicar tensión sobre la muestra de ensayo, es decir, el sándwich. La corriente resultante a través de la muestra se midió con un electrómetro/picoamperímetro. La célula de medición era un sistema de tres electrodos con electrodos de latón colocados en un horno de calentamiento circulado con aire comprimido seco para mantener un nivel de humedad constante. El diámetro del electrodo de medición era de 100 mm. Se tomaron precauciones para evitar fogonazos por los bordes redondos de los electrodos. La corriente a través de la placa se registró durante todo el experimento, que duró 23 horas. La corriente media entre las 22 y las 23 horas se utilizó para calcular la conductividad de la muestra de prueba.

25 Programa de prensa para la producción de placas de polímero:

Las placas semiconductoras de 0,5 mm y las aislantes de 1,0 mm se prepararon a partir de gránulos mediante moldeo a presión. En la primera etapa, las placas se prensaron a una temperatura de 130 °C durante 600 s y 0,70 MPa. A continuación, se aumentó la presión a 2,58 MPa, al mismo tiempo que se incrementó la temperatura, que alcanzó los 180 °C al cabo de 240 s. Después, la temperatura se mantuvo constante a 180 °C durante 1000 s, durante los cuales las placas se reticularon por completo gracias al peróxido presente en la composición de polímero de prueba. Finalmente, se redujo la temperatura con una velocidad de enfriamiento de 15 °C/min hasta alcanzar una temperatura de 35 °C y se liberó la presión. Durante la operación de prensado, entre los gránulos y las placas metálicas había películas de liberación de Mylar.

Los sándwiches se prepararon colocando las capas individuales una encima de otra, y luego se prensaron juntas en una prensa. En la primera etapa, los sándwiches se prensaron a una temperatura de 130 °C durante 300 s y 0,24 MPa. Después se aumentó la presión a 2,44 MPa, pero no se modificó la temperatura. A continuación, la temperatura y la presión se mantuvieron constantes durante 10100 s. Por último, se redujo la temperatura con una velocidad de enfriamiento de 15 °C/min hasta alcanzar una temperatura de 35 °C y se liberó la presión. Durante la operación de prensado, entre el sándwich y las placas metálicas había películas de teflón antiadherentes.

Resultados de la medición de la conductividad de las muestras con diferentes configuraciones:

45 Configuración sándwich Conductividad

LS4258DCE + LE0550DC + WBT Lantor 3C1174 (negro) 565 fS/m

50 LS4258DCE + LE0550DC + cinta conductora + WBT Lantor 3C1174 (negro) 205 fS/m

LS4258DCE + LE0550DC + cinta conductora 100 fS/m

Los resultados muestran que la introducción de una capa intermedia de barrera (en este caso cinta conductora) reduce el efecto del WBT sobre la conductividad del aislamiento (LS4258DCE).

REIVINDICACIONES

1. Cable de alimentación eléctrica (1), que es un cable de corriente continua de alta tensión, que comprende un conductor metálico (2) y un sistema de aislamiento eléctrico (20) que rodea al conductor (2) coaxial y radialmente hacia fuera del conductor (2), donde el sistema de aislamiento (20) comprende una capa semiconductor interior (10) rodeada radialmente hacia fuera por una capa aislante (12) y donde la capa aislante está rodeada radialmente hacia fuera por una capa semiconductor exterior (14), el cable de alimentación eléctrica comprende además un material de bloqueo de agua interior (6) que comprende una cinta de bloqueo de agua con material absorbente de agua y dispuesta para rodear el conductor radialmente hacia fuera o que comprende, si el conductor (2) es trenzado un polvo absorbente de agua dispuesto en el conductor en forma de polvo o incluido en el conductor mediante hilos (3) o cintas y un material de bloqueo del agua exterior (18) que comprende una cinta de bloqueo del agua con material absorbente de agua dispuesto radialmente hacia fuera del sistema de aislamiento (20), caracterizado porque una capa de barrera interior (8) que comprende una cinta conductora o un laminado metálico está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el material de bloqueo de agua interior (6) y el sistema de aislamiento (20) en contacto con la capa semiconductor interior y una capa de barrera exterior (16) que comprende una cinta conductora o un laminado metálico está dispuesta como capa que obstaculiza la difusión entre el sistema de aislamiento (20) y el material de bloqueo de agua exterior (18) en contacto con la capa semiconductor exterior encapsulando así el sistema de aislamiento (20), donde una densidad o compacidad de las capas de barrera es tal que impide la difusión de sustancias químicas móviles.
2. Cable de alimentación eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la cinta de bloqueo de agua tiene propiedades semiconductoras y comprende un material hinchable por el agua.
3. Cable de alimentación eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el conductor (2) está en contacto directo con una cinta conductora (4) y rodeado radialmente hacia fuera por la cinta conductora (4), donde la cinta conductora es una cinta conductora de la capa de barrera interior en caso de que el conductor esté trenzado y, en caso contrario, una cinta conductora adicional.
4. Cable de alimentación eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa semiconductor interior (10), la capa aislante (12) y la capa semiconductor exterior (14) comprenden un polímero base a base de polietileno.
5. Cable de alimentación eléctrica de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque el polímero base a base de polietileno está reticulado.
6. Cable de alimentación eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el cable de alimentación eléctrica (1) es un cable submarino.
7. Proceso para la fabricación de un cable de alimentación eléctrica (1) que comprende las etapas de:
 - i) proporcionar un conductor (2) que comprenda opcionalmente un material absorbente de agua (3);
 - ii) aplicar una cinta conductora (4) para rodear el conductor (2) radialmente hacia fuera en caso de que el conductor sea trenzado y opcionalmente aplicar una cinta conductora (4) para rodear el conductor (2) radialmente hacia fuera en caso de que el conductor sea sólido;
 - iii) aplicar una cinta de bloqueo de agua (6) con material absorbente de agua para rodear el conductor (2) radialmente hacia fuera en caso de que el conductor (2) no esté rodeado por una cinta conductora y aplicar una cinta de bloqueo de agua (6) con material absorbente de agua para rodear el conductor (2) radialmente hacia fuera en caso de que el conductor esté rodeado por una cinta conductora (4);
 - iv) aplicar una capa de barrera interior (8) que comprenda una cinta conductora o un laminado metálico como capa que obstaculiza la difusión radialmente hacia fuera de la cinta de bloqueo de agua (6);
 - v) extrudir una capa semiconductor interior (10) que comprenda un polímero de base para rodear el conductor radialmente hacia fuera; de modo que la capa de barrera interior (8) esté en contacto con la capa semiconductor interior;
 - vi) extrudir una capa aislante (12) que comprenda un polímero de base para que esté en contacto con la capa semiconductor interior (10) y rodee radialmente hacia fuera la capa semiconductor interior;
 - vii) extrudir una capa semiconductor exterior (14) que comprenda un polímero de base, para que esté en contacto con la capa aislante (12) y rodee radialmente la capa aislante hacia fuera;
 - viii) aplicar una capa de barrera exterior (16) que comprenda una cinta conductora o un laminado metálico como capa que obstaculiza la difusión radialmente hacia fuera de la capa semiconductor exterior (14) en contacto con la capa semiconductor exterior; y
 - ix) aplicar un material de bloqueo de agua exterior (18), que es una cinta de bloqueo de agua con material absorbente de agua, para rodear la capa de barrera exterior (16) radialmente hacia fuera, donde una densidad o compacidad de las capas de barrera es tal que impide la difusión de sustancias químicas móviles.
8. Proceso de acuerdo con la reivindicación 7, donde el polímero base comprende o consiste en un polímero a base de polietileno.

9. Proceso de acuerdo con la reivindicación 8, donde se añade un agente reticulante al polímero base a base de polietileno antes de la extrusión.
- 5 10. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, donde las etapas de extrusión v)-vii) se realizan simultáneamente o en secuencia.
11. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-10, donde el proceso comprende además una etapa de curado a una temperatura de curado de 150-350 °C.
- 10 12. Proceso de acuerdo con la reivindicación 11, donde el proceso comprende después del curado una etapa adicional de tratamiento térmico y desgasificación del cable.

DIBUJOS

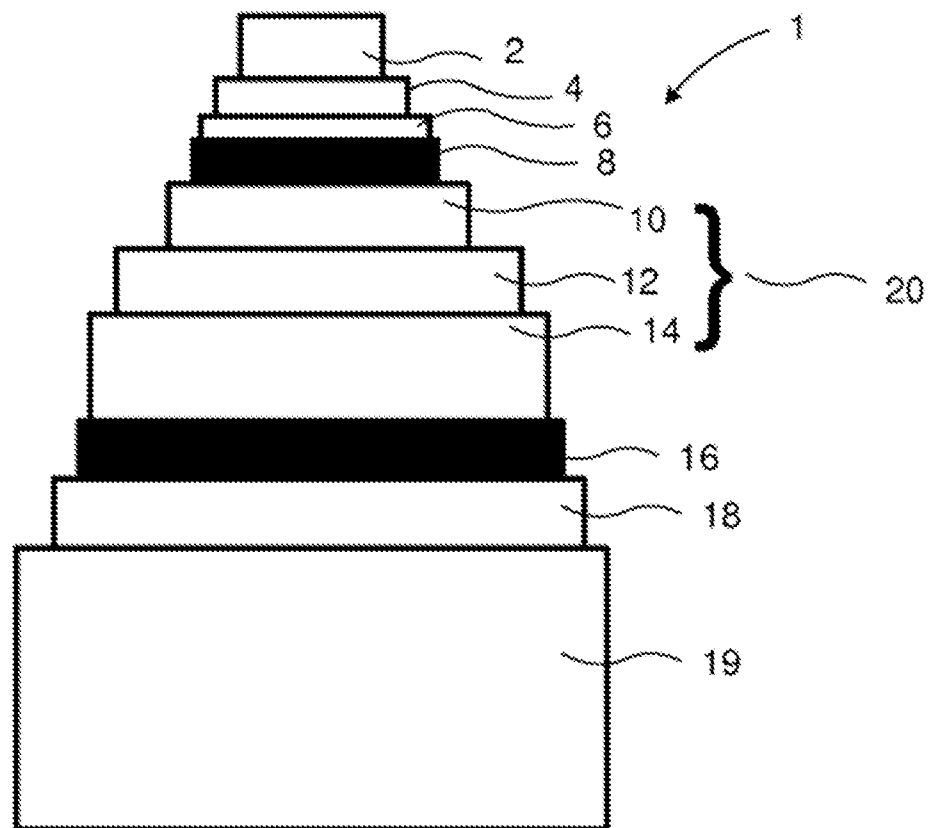


Fig. 1

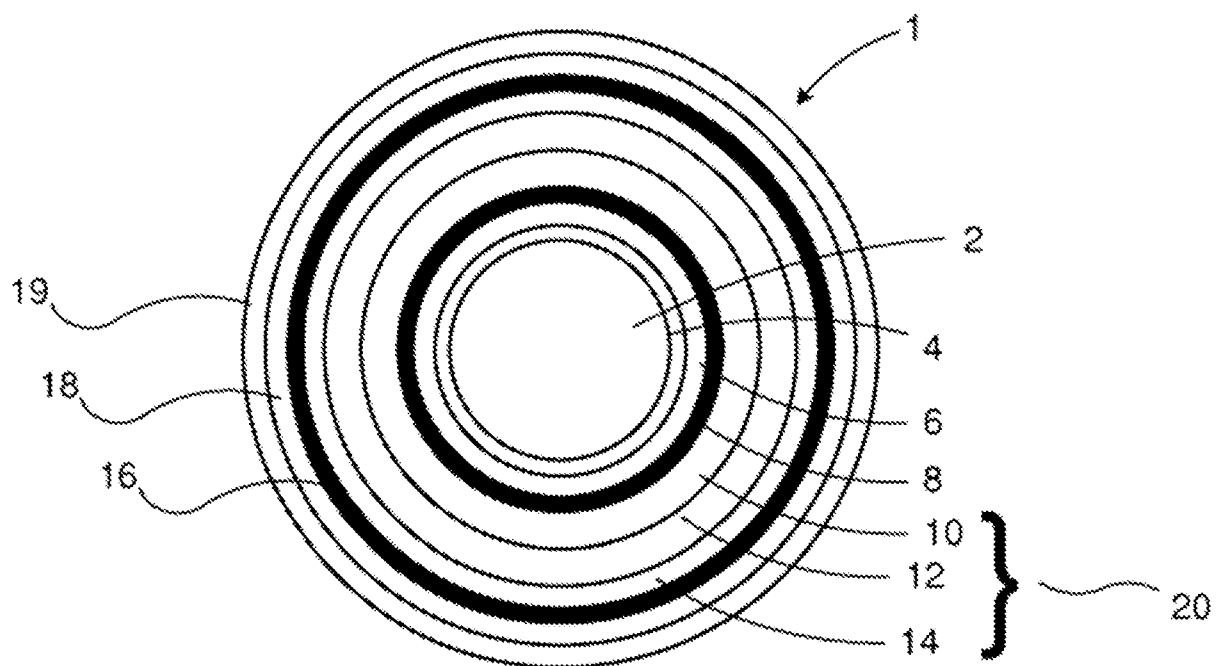


Fig. 2

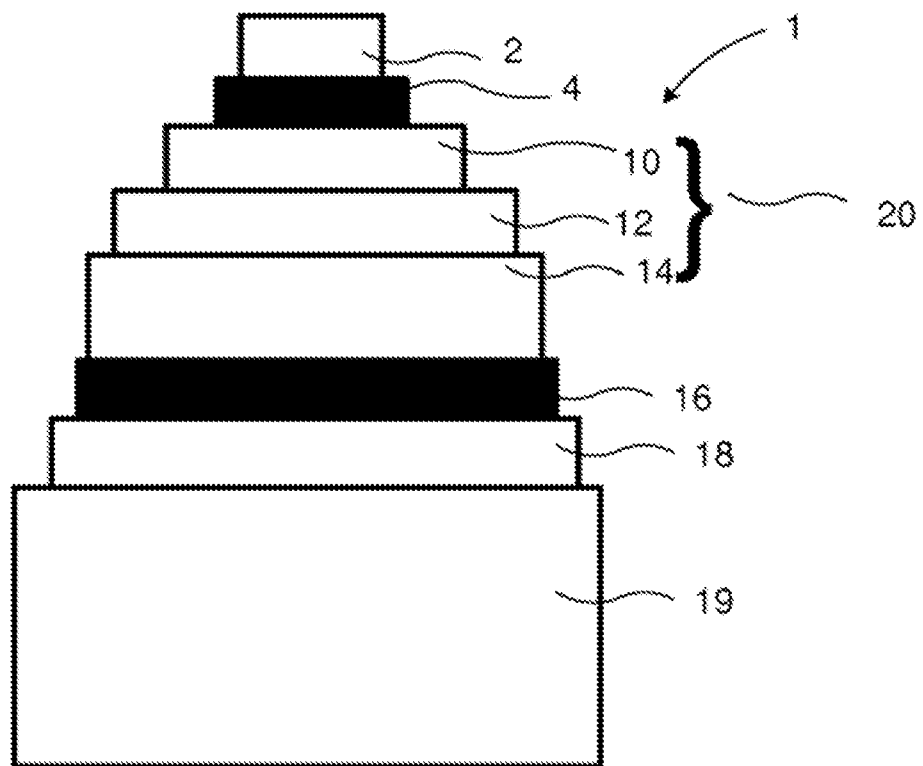


Fig. 3

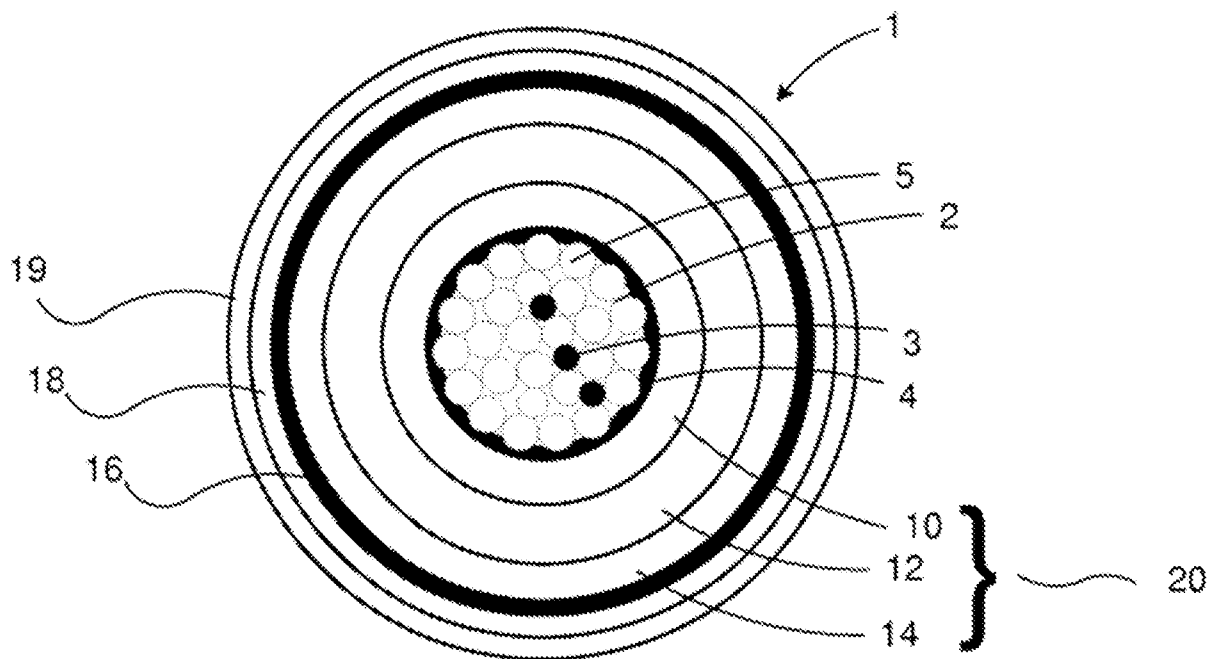


Fig. 4

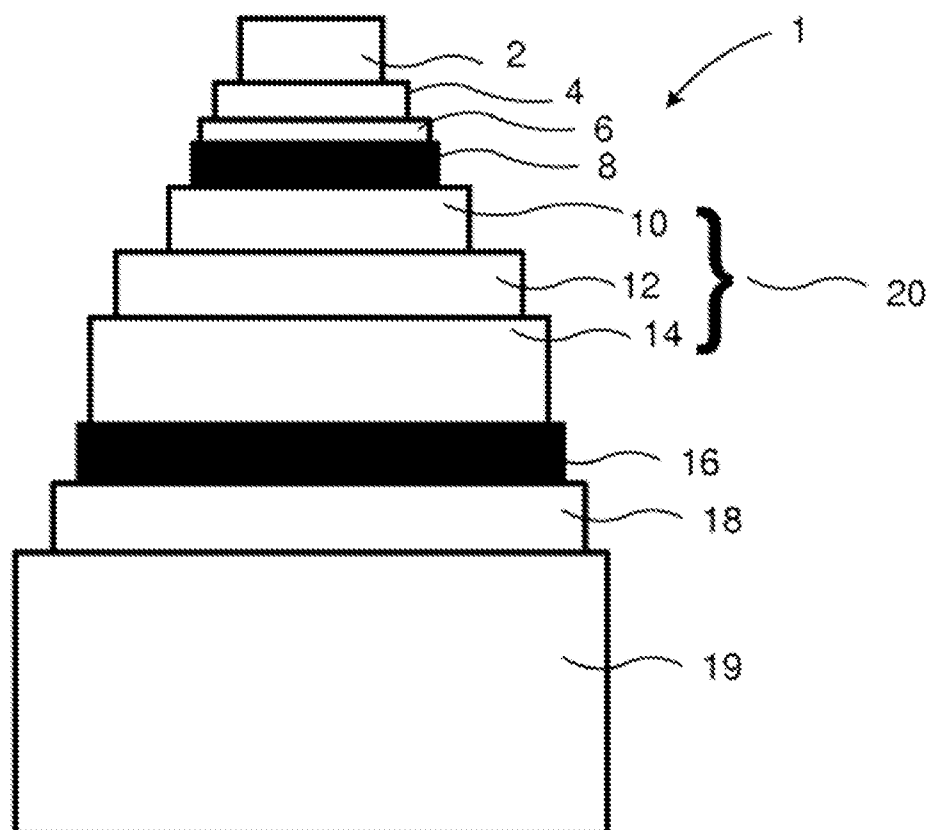


Fig. 5

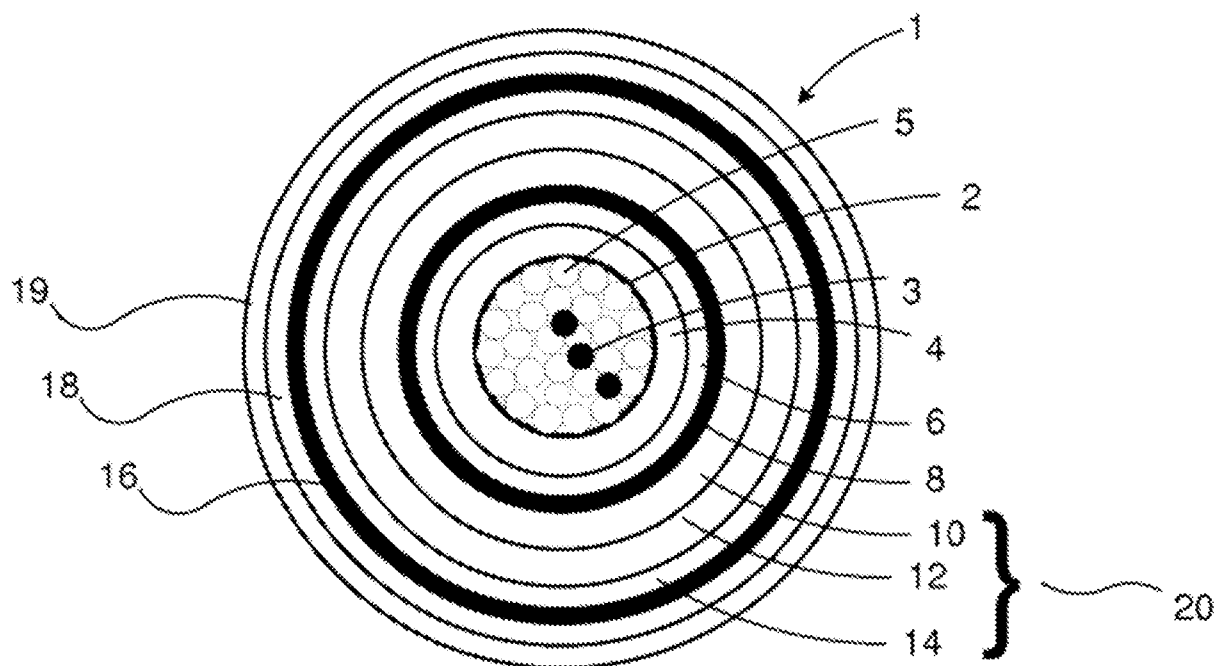


Fig. 6

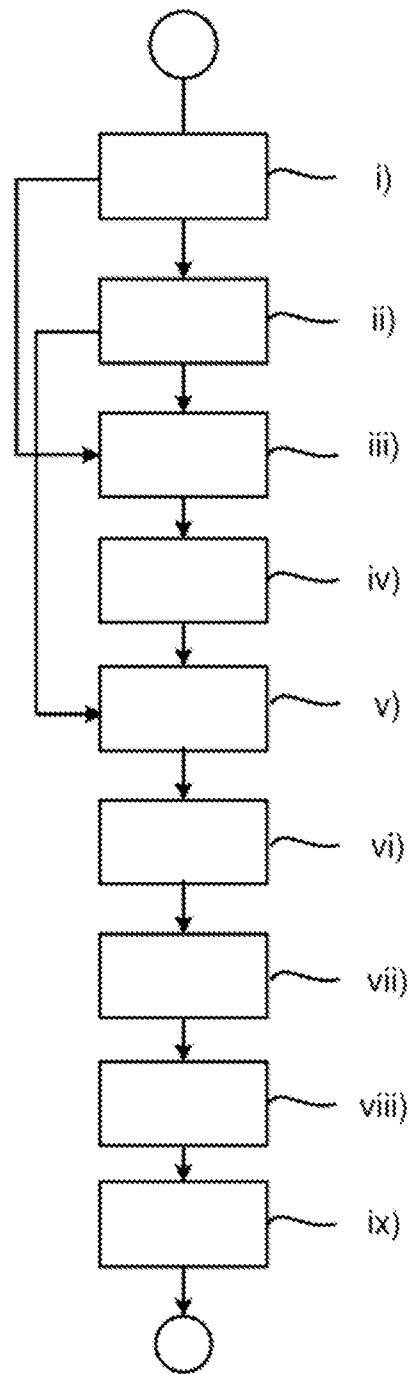


Fig. 7