

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 724**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

H01B 9/02 (2006.01)

H01B 1/24 (2006.01)

C08K 3/04 (2006.01)

H01B 7/36 (2006.01)

G01R 31/12 (2010.01)

H01B 9/00 (2006.01)

C08K 3/014 (2008.01)

C08K 3/016 (2008.01)

C08K 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2020** **E 20162931 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.02.2022** **EP 3715928**

54 Título: **Cable con capa exterior semiconductor**

30 Prioridad:

29.03.2019 IT 201900004699

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

27.05.2022

73 Titular/es:

PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
Via Chiese, 6
20126 Milan, IT

72 Inventor/es:

DE RAI, LUCA GIORGIO MARIA

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 912 724 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 con capa exterior semiconductora

- 5 **[0001]** La presente descripción se refiere a un cable, como un cable eléctrico o un cable óptico que tiene una capa más externa que es semiconductora. En particular, el cable eléctrico es un cable de media o alta tensión para transmisión o distribución de energía.
- 10 **[0002]** La estructura de los cables eléctricos para la transmisión o distribución de energía puede variar según las aplicaciones previstas. En general, los cables eléctricos se pueden clasificar como de baja tensión (BT), media tensión (MT) o alta tensión (AT). En la presente descripción y reivindicaciones, «baja tensión» se utiliza para indicar una tensión de hasta 1 kV, «media tensión» se utiliza para indicar una tensión de 5 kV a 46 kV, y «alta tensión» se utiliza para indicar una tensión mayor que 46 kV.
- 15 **[0003]** El cable comprende generalmente un núcleo transmisor y una cubierta que tiene al menos una capa polimérica más exterior.
- [0004]** Para cables eléctricos de MT y AT, el núcleo transmisor es un núcleo aislado que comprende, de interior a exterior, al menos un elemento conductor de electricidad, un sistema de aislamiento eléctrico y una rejilla metálica. También pueden estar presentes capas adicionales. El sistema de aislamiento eléctrico generalmente comprende una capa semiconductora interna, una capa de aislamiento eléctrico y una capa semiconductora externa.
- 20 **[0005]** Para un cable óptico, el núcleo transmisor comprende al menos una guía de onda óptica, y el cable comprende una pluralidad de capas protectoras debajo de la cubierta y que rodean el núcleo transmisor.
- 25 **[0006]** El documento WO 2017/084709 describe un cable de energía eléctrica.
- [0007]** El documento US 2010/0078194 describe un cable de media o alta tensión que comprende un núcleo conductor, una capa semiconductora interna, una capa aislante, una capa semiconductora externa, conductores neutros y una cubierta, en la que al menos una de la capa semiconductora interna, la capa semiconductora externa y la cubierta comprende una composición de nanotubos de carbono.
- 30 **[0008]** El documento KR 2016 0121873 describe un cable eléctrico con una capa semiconductora externa que comprende un relleno conductor en una cantidad entre 20 % y 40 % en peso.
- [0009]** Las pruebas de integridad de la cubierta son importantes porque cualquier defecto y/o daño en la cubierta del cable constituye una discontinuidad en la capa polimérica, que en última instancia puede causar un fallo eléctrico ya que los núcleos transmisores ya no están protegidos por la cubierta como se diseñó originalmente. Por ejemplo, la presencia de un corte en la cubierta del cable representa una ruta preferencial para la entrada de agua o humedad al interior (es decir, hacia el núcleo) del cable, lo que puede causar problemas significativos que incluyen cortocircuito y corrosión de los conductores metálicos.
- 40 **[0010]** La entrada de agua en un cable es particularmente indeseable ya que, en ausencia de soluciones adecuadas para detener la fuga, una vez que el agua ha entrado, podría circular libremente dentro del cable. Esto causa daños en particular en términos de integridad del cable, ya que pueden surgir problemas de corrosión (que afectan, por ejemplo, a la armadura, si está presente, o a la pantalla metálica) dentro del cable. En el caso de un cable eléctrico, pueden surgir problemas de envejecimiento prematuro con degradación de las propiedades eléctricas del sistema de aislamiento. Este fenómeno de envejecimiento prematuro es más conocido por el término «arborescencia de agua» y da lugar a microfisuras de forma ramificada («arborescencias») debido a la acción combinada del campo eléctrico generado por el paso de la corriente en el conductor, y de la humedad que ha penetrado en la capa aislante. En el caso de un cable óptico, la presencia de agua puede afectar a la capacidad de transporte de señales de las guías de ondas ópticas.
- 45 **[0011]** Tal como se describe en el documento US 9 064 618, una prueba de integridad de cubierta se conoce como prueba de resistencia de CC y se puede llevar a cabo de acuerdo con procedimientos conocidos en la técnica, tales como la Norma S-108-720-2004 de ICEA (Insulated Cable Engineers Association, Inc.) para cables de energía de aislamiento extruidos clasificados por encima de 46 a 345 kV (Sección E5.2), 2004. En la prueba, se aplica una capa semiconductora (que puede estar hecha de grafito o de un compuesto semiconductor extruido) a la cubierta (que generalmente está hecha de un material eléctricamente aislante) y sirve como un primer electrodo. El segundo electrodo está representado por el componente metálico dispuesto en una posición radialmente interna con respecto a la cubierta que se va a probar, tal como la pantalla metálica. Se aplica una tensión de CC de aproximadamente 150 V/mil (6k V/mm) y hasta un máximo de 24k V entre la rejilla metálica y la capa semiconductora aplicada.
- 50 **[0012]** Si la cubierta tiene un defecto y/o daño tal como para crear una trayectoria conductora de electricidad

en el espesor de la cubierta entre los electrodos en la prueba, existirá una condición de cortocircuito y se producirá una sobrecorriente. El establecimiento de la condición de sobrecorriente permite, por lo tanto, que un experto en la materia confirme la presencia de daños y/o un defecto en la cubierta del cable.

- 5 **[0013]** En general, la prueba de resistencia de CC de la cubierta se realiza directamente en la planta de producción después del procedimiento para producir el cable. A veces, la prueba de resistencia de CC también se repite una vez que se ha instalado el cable, para verificar cualquier evidencia de daño producido en la cubierta exterior debido a las operaciones de tendido del cable. La repetición de las pruebas una vez instalado el cable puede ser muy deseable, especialmente en el caso de instalaciones subterráneas en las que el cable se coloca directamente en el
10 suelo sin la ayuda de conductos para contenerlo.

- [0014]** El grafito se ha utilizado tradicionalmente para la capa semiconductora externa porque se puede quitar fácilmente en un extremo del cable, como se requiere para realizar la prueba de resistencia de CC. Sin embargo, después de que el cable ha sido enterrado, el grafito puede ofrecer problemas durante las pruebas de mantenimiento
15 porque el grafito está desordenado y puede haberse desgastado por frotamiento durante la instalación.

[0015] En lugar de aplicar grafito alrededor de la cubierta, una fina capa de material polimérico semiconductor puede extrudirse alternativamente sobre la cubierta.

- 20 **[0016]** Típicamente, la cubierta y la capa semiconductora externa son generalmente negras y, por lo tanto, difícilmente distinguibles. La cubierta es generalmente de color negro para ayudar con la resistencia a la luz solar. La capa semiconductora suele ser negra, ya que una forma común y barata de hacer una capa semiconductora es añadir negro de carbono (eludiendo cualquier otro colorante) a un material de polietileno.

- 25 **[0017]** También se sabe que se hace que la cubierta no sea negra para aplicaciones particulares (por ejemplo, cubiertas de diferentes colores para identificar un cable de otro y/o para cumplir con una ley específica del país que requiere diferentes colores para diferentes tipos de cables; por ejemplo, color rojo para los cables de MT).

- [0018]** Cuando se usan cubiertas de colores, existe el problema de que una capa semiconductora típica de
30 color negro no se puede aplicar sobre la cubierta para realizar la prueba de integridad, ya que anularía el propósito de la cubierta de color.

- [0019]** En este contexto, el documento US 9 064 618 describe un cable eléctrico que tiene un material semiconductor extruido alrededor y en contacto con una capa más externa de una cubierta de cable. La capa
35 semiconductora puede ser de un color que no sea negro y puede ser al menos un material seleccionado del grupo de polímeros conductores que consisten esencialmente en polianilina, polipirrol y poliacetileno, que son materiales conductores per se.

- [0020]** También se puede aplicar una prueba de integridad de la cubierta a los cables ópticos. Los cables
40 ópticos también pueden sufrir una disminución o deterioro del rendimiento en caso de daños en la cubierta exterior, por ejemplo, debido a la penetración del agua. Los cables ópticos se pueden probar con éxito, por ejemplo, mediante la norma de integridad de cubierta mencionada anteriormente cuando comprenden al menos un elemento metálico en una posición radialmente interna con respecto a la cubierta exterior, tal como blindaje, elementos de resistencia o guías de ondas ópticas de alojamiento de tubo.

- 45 **[0021]** El solicitante señala que los polímeros conductores de electricidad propuestos por el documento US 9 064 618 pueden ser desventajosos en términos de costos (generalmente son más caros con respecto a un polímero de polietileno no conductor cargado con negro de carbono) y en términos de compatibilidad con el material polimérico base utilizado típicamente para la cubierta (por ejemplo, polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés),
50 polietileno de densidad media (MDPE, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés), cloruro de polivinilo (PVC, por sus siglas en inglés)). La compatibilidad de los materiales de la cubierta y la capa semiconductora externa es importante, por ejemplo, para lograr una adhesión adecuada durante el procedimiento de extrusión de la capa semiconductora sobre la cubierta.

- 55 **[0022]** En vista de lo anterior, un objeto de la presente descripción es el de proporcionar un cable con una capa semiconductora externa, que tiene un costo reducido y una compatibilidad mejorada de los materiales de la cubierta y la capa semiconductora externa, y que permite la provisión de una capa semiconductora externa del color solicitado por el estándar y/o por el cliente.

- 60 **[0023]** El solicitante también observa que, en general, es útil que los diferentes elementos de un cable sean visualmente distinguibles entre sí.

- [0024]** Esto puede ser ventajoso, por ejemplo, cuando se hacen uniones de cables donde los conductores eléctricos de dos cables eléctricos se unen entre sí. Para realizar la unión se retiran los elementos de los dos cables
65 externos a los conductores eléctricos para permitir dicha unión. A continuación, los elementos externos retirados deben

restaurarse en la unión, teniendo cuidado de que los elementos restaurados se unan a los diversos elementos externos de los dos cables para que coincidan con ellos (por ejemplo, en posición, espesor, etc.) lo más exactamente posible. Esta operación se facilita cuando los elementos de cable son visualmente distinguibles entre sí, típicamente por color.

5 **[0025]** Por consiguiente, un objeto auxiliar de la presente descripción es el de proporcionar un cable con una capa semiconductor externa visualmente distinguible de la cubierta, incluso cuando esta última es negra. En consecuencia, en un primer aspecto la presente descripción se refiere a un cable según la reivindicación 1.

10 **[0026]** Tal como se especifica en la primera opción de la reivindicación 1, el cable de la presente descripción es un cable eléctrico para transmisión o distribución de energía y el núcleo transmisor es un núcleo aislado que comprende un elemento conductor de electricidad rodeado por un sistema de aislamiento eléctrico y una rejilla metálica. El sistema de aislamiento eléctrico comprende una capa semiconductor interna, una capa aislante y una capa semiconductor externa.

15 **[0027]** Tal como se especifica en la segunda opción de la reivindicación 1, el cable de la presente descripción es un cable óptico para telecomunicaciones, el núcleo transmisor comprende al menos una guía de onda óptica, y el cable comprende una pluralidad de capas protectoras debajo de la cubierta y alrededor del núcleo transmisor, de las cuales al menos una es metálica. Los ejemplos de capas protectoras son recubrimiento polimérico, amortiguador, tubo polimérico o metálico, relleno de bloqueo de agua, barrera de agua metálica, capa polimérica ignífuga, capas de vidrio
20 o mica resistentes al fuego, blindaje metálico en forma de alambres o vaina opcionalmente corrugada.

[0028] La guía de ondas óptica comprende un núcleo de vidrio y un revestimiento de vidrio.

25 **[0029]** El solicitante observa que el uso de un material de polímero base hecho, por ejemplo, de un homopolímero de etileno, copolímero de etileno o PVC permite obtener un cable que tiene un costo reducido (gracias al hecho de que dicho material de polímero base es más barato con respecto a los polímeros conductores de electricidad utilizados por el documento US 9 064 618) y mejora la afinidad entre la cubierta externa y la capa semiconductor externa, ya que el material de polímero base de esta última es igual o similar o de todos modos químicamente compatible con el material de polímero base utilizado típicamente en la técnica para hacer la cubierta.
30

[0030] Al mismo tiempo, gracias a sus altas propiedades conductoras de electricidad, los nanotubos de carbono como relleno conductor de electricidad se pueden utilizar en un porcentaje mínimo que, por un lado, es suficiente para proporcionar al material polimérico base de la capa semiconductor externa la conductividad eléctrica requerida para las pruebas de integridad y, por otro lado, no afecta el color natural de los mismos.
35

[0031] Por lo tanto, el material polimérico base de la capa semiconductor externa de la presente descripción se puede hacer adecuadamente conductor mientras se mantiene su color natural que, en el caso del material de polietileno, es sustancialmente transparente.

40 **[0032]** Además, dependiendo de las necesidades específicas, es posible hacer que la capa semiconductor externa esté coloreada, mediante la adición de un colorante al material polimérico base.

[0033] De esta manera, ya sea en el caso de una capa semiconductor coloreada o en el caso de una capa semiconductor transparente con una cubierta coloreada, es posible obtener un cable que tiene - como un todo - un
45 aspecto exterior coloreado incluso que no sea negro (por ejemplo, para cumplir con los requisitos del cliente y/o la ley) para el cual se puede realizar una prueba de integridad.

[0034] En la presente descripción y reivindicaciones, la expresión «transparente» en relación con un material de una capa de cable se utiliza para indicar que el material le permite a uno ver a través de él, en particular, ver el
50 color de la capa subyacente a través de él.

[0035] La presente descripción, en al menos uno de los aspectos descritos, se puede implementar de acuerdo con una o más de las siguientes realizaciones, combinadas opcionalmente entre sí.

55 **[0036]** En una realización, el relleno conductor de la electricidad comprende nanotubos de carbono en una cantidad de al menos 0,05 % en peso con respecto al peso total de la composición de la capa semiconductor. El relleno conductor de la electricidad comprende nanotubos de carbono en una cantidad de 0,5 % en peso como máximo. El solicitante observó que esta cantidad de nanotubos de carbono puede ser lo suficientemente alta como para proporcionar una capa semiconductor con la conductividad eléctrica requerida, por ejemplo, para realizar una
60 prueba de integridad, y al mismo tiempo podría mantener el aspecto natural o la coloración del material polimérico base perceptible visualmente. A efectos de comparación, se observa que para obtener valores similares de conductividad eléctrica con negro de carbono como relleno conductor de electricidad, se requiere una cantidad de 20-25 % en peso, con respecto al peso de la composición semiconductor. Dicha cantidad cambia completamente el aspecto natural o la coloración del material polimérico base de una capa semiconductor al ennegrecerla.

65

[0037] En una realización, la capa semiconductor externa del presente cable tiene una conductividad eléctrica de al menos 10^{-2} S/cm (correspondiente a una resistividad de $1 \Omega \cdot m$) como se mide, por ejemplo, según IEC 60093, 2ª ed, 1980 (resistividad de volumen).

5 **[0038]** En una realización, la capa semiconductor externa del presente cable puede tener una conductividad eléctrica de 10^{-1} S/cm (correspondiente a una resistividad de $10^{-1} \Omega \cdot m$) como máximo.

[0039] El relleno conductor de electricidad consiste únicamente en nanotubos de carbono.

10 **[0040]** El relleno conductor de electricidad de la presente descripción está desprovisto de negro de carbono. Esto para evitar alterar, y en particular, ennegrecer, el aspecto natural o la coloración del material polimérico base de la capa semiconductor.

[0041] En una realización, el relleno conductor de electricidad comprende una cantidad de nanotubos de carbono adecuados para proporcionar una conductividad de al menos 10^{-2} S/cm (correspondiente a una resistividad de $1 \Omega \cdot m$).

[0042] En una realización, el relleno conductor de electricidad comprende una cantidad de nanotubos de carbono adaptados para lograr una conductividad de 10^{-1} S/cm (correspondiente a una resistividad de $10^{-1} \Omega \cdot m$) como máximo.

[0043] El solicitante observó que los valores de conductividad anteriores son adecuados para realizar una prueba de integridad de la cubierta en la que se aplica una tensión de CC de alrededor de 150 V/mil (6 kV/mm) y hasta un máximo de 24 kV entre la rejilla metálica y la capa semiconductor externa para verificar la integridad de la cubierta.

25 **[0044]** En una realización, un espesor de la capa semiconductor es de hasta el 20 % de un espesor combinado de la cubierta y la capa semiconductor.

[0045] En una realización, la capa semiconductor externa del cable es diferente en color de la capa polimérica más externa de la cubierta, distinguible visualmente de esta. Por ejemplo, la capa semiconductor externa puede tener la apariencia del material polimérico de base natural (sustancialmente transparente en el caso de polietileno, blanco en el caso de PVC o en el caso de polietileno cargado con un relleno), mientras que la cubierta puede ser negra (para ayudar con la resistencia a la luz solar) o de cualquier otro color (por ejemplo, para cumplir con los requisitos del cliente y/o la ley, como en el caso de los cables de MT). En otro ejemplo, la capa semiconductor externa se puede colorear mientras que la cubierta se puede dejar sin colorear (como se oculta de la luz solar) o coloreada en un color diferente.

[0046] La capa semiconductor externa es de un color distinto del negro.

[0047] En una realización, la capa semiconductor externa también comprende un colorante. El solicitante señaló que la cantidad citada anteriormente de nanotubos de carbono es lo suficientemente baja como para garantizar que el color impartido al material polimérico base por el colorante se mantenga y no se ennegrezca por el relleno conductor de electricidad.

[0048] En una realización, la capa semiconductor externa comprende el colorante en una cantidad de al menos 0,01 % en peso, con respecto al peso total de la composición de la capa semiconductor.

[0049] En una realización, la capa semiconductor externa comprende el colorante en una cantidad de 2,5 % en peso como máximo, por ejemplo, de 0,015 % en peso a 1,2 % en peso, con respecto al peso total de la composición de la capa semiconductor. Los colorantes adecuados para el material polimérico de la capa semiconductor externa se pueden seleccionar fácilmente por el experto en la materia. Véase, por ejemplo, Fundamentals of Color and Additives, Utilization of Color & Additive Concentrates, Clariant International Ltd, 2013.

[0050] La cubierta subyacente a la capa semiconductor externa puede ser de cualquier color. Cuando la capa semiconductor externa es transparente debido a la falta de cualquier agente colorante en un material *per se* transparente, como el polietileno, el color de la cubierta es visible desde el exterior y puede ser el requerido por el cliente y/o por el estándar.

[0051] En una realización, la cubierta y la capa semiconductor externa son sustancialmente del mismo color.

60 **[0052]** Los nanotubos de carbono pueden ser de pared simple o de pocas paredes (p. ej., 2 o 3 paredes). El solicitante observa que, con respecto a los nanotubos de carbono de paredes múltiples (por ejemplo, más de 3 paredes), los nanotubos de carbono de paredes simples o de pocas paredes pueden mostrar valores de conductividad más altos a la misma concentración.

65 **[0053]** En una realización, la capa semiconductor externa puede incluir aditivos UV para mejorar la resistencia

a la luz solar para el cable, con la condición de que conserve el color de la capa semiconductor externa sin cambios. Los ejemplos de aditivos UV para la resistencia a la luz solar se basan en dióxido de titanio.

[0054] El material polimérico base de la capa semiconductor externa según la presente descripción es *per se* no conductor de electricidad.

[0055] En una realización, el material polimérico base de la capa semiconductor externa puede seleccionarse de: polietileno (por ejemplo, polietileno de alta densidad, HDPE), caucho de etileno propileno (EPR), acetato de etileno vinilo (EVA) o una mezcla de estos, dichos polímeros o mezclas de polímeros son posiblemente un material con bajo contenido de humo de halógeno cero (LS0H), cargado con un relleno retardante de llama inorgánico no halogenado, como hidróxido de magnesio. En otra realización, el material polimérico base de la capa semiconductor externa está hecho de PVC.

[0056] La cubierta es sustancialmente dieléctrica incluso cuando está hecha de un material que contiene un relleno.

[0057] En una realización, la cubierta está hecha de un material polimérico seleccionado de polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés), polietileno de densidad media (MDPE, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés), cloruro de polivinilo (PVC, por sus siglas en inglés) o un material LS0H.

[0058] En una realización, la cubierta es monocapa y la capa polimérica más externa es su única capa. Alternativamente, la cubierta puede tener dos o más capas poliméricas, una es una capa polimérica más interna y otra es la capa polimérica más externa.

[0059] El cable puede ser un cable eléctrico de CC o de CA.

[0060] En una realización, el cable es terrestre. El cable terrestre puede estar al menos en parte enterrado, opcionalmente en una tubería, o colocado en bóvedas o túneles.

[0061] Las características y ventajas de la presente descripción se harán evidentes mediante la siguiente descripción detallada de algunas realizaciones ejemplares de la misma, proporcionadas simplemente a modo de ejemplos no limitativos, descripción que se realizará haciendo referencia a los dibujos adjuntos, donde

- La FIG. 1 es una vista en sección de un cable eléctrico según la presente descripción; y
- La FIG. 2 es una vista en sección de un cable óptico según la presente descripción

[0062] Con referencia a la figura 1, un cable eléctrico 110 comprende un núcleo de cable aislado (como núcleo aislado transmisor) que comprende un conductor 12 (como elemento conductor de electricidad), una capa semiconductor interna extruida 14 que rodea el conductor 12, una capa aislante eléctrica extruida 16 que rodea la capa semiconductor interna 14, una capa semiconductor externa extruida 18 y una rejilla metálica 20. Se pueden incluir componentes adicionales tales como cintas o hilos conductores o no conductores hinchables en agua, cables de rasgado y similares en el núcleo de cable aislado, como se conoce en la técnica. La cinta o hilo hinchable en agua opcional puede ser capaz de actuar como una barrera para la penetración de agua en el núcleo aislado del cable.

[0063] El conductor 12 puede ser un conductor del tipo eléctrico o del tipo eléctrico/óptico mixto. Un conductor de tipo eléctrico puede estar hecho de cobre, aluminio o aleación de aluminio.

[0064] La capa semiconductor interna 14, la capa aislante eléctrica 16 y la capa semiconductor externa 18 que rodea al conductor 12 pueden estar hechas de cualquier material polimérico conocido por los expertos en la materia para escudos semiconductores y típicamente extrudidas sobre el conductor 12, por ejemplo, poliolefinas (homopolímeros o copolímeros de diversas olefinas), copolímeros de éster olefínico/etilénicamente insaturado, poliésteres, poliéteres, copolímeros de poliéter/poliéster y mezclas de los mismos. Los ejemplos de dichos polímeros son: polietileno (PE), tal como polietileno lineal de baja densidad (LLDPE); polipropileno (PP); copolímeros termoplásticos de propileno/etileno; cauchos de etileno-propileno (EPR) o cauchos de etileno-propileno-dieno (EPDM); cauchos naturales; cauchos de butilo; copolímeros de etileno/acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno/acrilato de metilo (EMA); copolímeros de etileno/acrilato de etilo (EEE); copolímeros de etileno/acrilato de butilo (EBA); copolímeros de etileno/a-olefina y similares. En el caso de las capas semiconductoras internas y externas 14, 18, el material polimérico se agrega con un relleno conductor, por ejemplo, negro de carbono.

[0065] Un espesor de ejemplo para la capa de aislamiento eléctrico 16 puede ser de 3 a 30 mm.

[0066] La rejilla metálica 20 se forma alrededor de la capa semiconductor externa 18 y puede ser alambres neutros concéntricos de cobre, aluminio, acero, plomo o cinta laminada de cobre o aluminio, o ambos. La rejilla metálica 20 puede ser una cinta, que se dobla longitudinalmente o se enrolla en espiral para formar una capa continua

circunferencial y longitudinalmente, de una manera conocida en la técnica. La rejilla metálica 20 puede ser un componente tubular continuo o una lámina metálica plegada sobre sí misma y soldada o sellada para formar el componente tubular.

5 **[0067]** El cable eléctrico 110 incluye además una cubierta 22 formada alrededor del núcleo transmisor. La cubierta 22 está hecha de un material polimérico y puede formarse a través de extrusión a presión. La cubierta 22 sirve para proteger el cable de peligros ambientales, térmicos y mecánicos y encapsula sustancialmente el núcleo de cable aislado. El espesor de la cubierta puede depender de factores tales como la clasificación de cables y el tamaño del conductor y se identifica en las especificaciones de la industria, así como es bien conocido por los expertos en la materia. Como guía general, el espesor de la cubierta 22 puede estar en el intervalo de 1,78-4,57 mm.

[0068] Con referencia a la figura 1, el cable eléctrico 110 incluye además una capa semiconductor externa 24 también aplicada por extrusión para rodear y poner en contacto directo con la cubierta 22. La capa semiconductor externa 24 está hecha de una composición que comprende un relleno conductor de electricidad, a partir de la presente descripción, que permite que se utilice para realizar una prueba de integridad de la cubierta, tal como la prueba de resistencia de CC mencionada anteriormente, en la cubierta 22.

[0069] La composición de la capa semiconductor 24 comprende un material polimérico base donde se dispersan los nanotubos de carbono como relleno conductor de electricidad.

20 **[0070]** Esto permite que la capa semiconductor externa 24 sea transparente o de cualquier color para cumplir con los requisitos del cliente y/o la ley.

[0071] Una diferencia de color entre la cubierta 22 y la capa semiconductor externa 24 ayuda a hacer que las dos capas se distingan entre sí a un técnico de campo. Al cortar una porción de la capa semiconductor externa 24 en un extremo de cable (por ejemplo, para unir dos cables), el técnico puede detectar fácilmente el límite entre la capa semiconductor 24 y el material diferente subyacente.

30 **[0072]** El espesor de la capa semiconductor externa 24 puede ser de hasta el 20 % del espesor total del espesor combinado de las capas 24 y 22. La FIG. 2 muestra una vista en sección transversal de un cable óptico según la presente descripción. El cable óptico 210 comprende una pluralidad de fibras ópticas 1. Cada fibra óptica 1 comprende una guía de ondas ópticas 1a (como núcleo transmisor que comprende un núcleo de vidrio y un revestimiento de vidrio) rodeada por uno o más recubrimientos poliméricos 1b.

35 **[0073]** La pluralidad de fibras ópticas 1 está alojada en un tubo 3 que puede ser de material metálico o polimérico. El tubo 3 también contiene un compuesto de bloqueo de agua 2, típicamente un gel.

[0074] El tubo 3 está rodeado por una capa de hilo de aramida 4 rodeada, a su vez, por una capa de polietileno 5.

40 **[0075]** Un blindaje de cinta de acero 6 rodea la capa de polietileno 5.

[0076] El/los recubrimiento/s polimérico/s 1b de las fibras ópticas 1, el tubo 3, la capa de hilo de aramida 4, la capa de polietileno 5 y el blindaje de cinta de acero 6 son capas protectoras según la presente descripción.

45 **[0077]** Alrededor del blindaje 6, se proporciona una cubierta 7 hecha, por ejemplo, de material LS0H y rodeada por una capa semiconductor externa 8 según la presente descripción.

[0078] Cabe señalar que cuando se debe obtener un cable de color, es adecuado obtenerlo coloreando la capa semiconductor externa en lugar de tener la cubierta del color deseado y la capa semiconductor externa transparente. Como el semiconductor externo más tarde suele ser menos grueso que la cubierta, se requiere una menor cantidad de colorante para obtener el color deseado.

50 **[0079]** Cabe señalar que, incluso si no se muestra, la presente descripción también se aplica al caso en el que la cubierta del cable tiene dos o más capas poliméricas.

[0080] En este caso, las características estructurales y funcionales descritas anteriormente con referencia a la cubierta y la capa semiconductor externa se aplican a la capa más externa de la cubierta y la capa semiconductor externa.

60 **[0081]** El cable eléctrico o el cable óptico de acuerdo con la presente descripción se pueden fabricar con base en técnicas de fabricación de cables conocidas por los expertos en la materia. En particular, el núcleo de cable aislado del cable eléctrico puede formarse utilizando procedimientos convencionales con materiales, capas y espesores elegidos para cumplir con los requisitos y necesidades de tensión de la aplicación particular para el cable.

65

REIVINDICACIONES

1. Cable (110, 210) que comprende:

- 5 - un núcleo transmisor (1a, 12, 14, 16, 18, 20);
- una cubierta (7, 22) que rodea el núcleo transmisor (1a, 12, 14, 16, 18, 20), la cubierta (7, 22) tiene al menos una capa polimérica más externa; y
- una capa semiconductor externa (8, 24) alrededor y en contacto directo con la capa polimérica más externa de la cubierta (7, 22), la capa semiconductor externa (8, 24) está hecha de una composición que comprende un
- 10 material polimérico base y un relleno conductor de electricidad,

donde el relleno conductor de electricidad comprende nanotubos de carbono y el cable (110, 210) es:

- 15 - un cable eléctrico (110) y el núcleo transmisor es un núcleo aislado que comprende un elemento conductor de electricidad (12) rodeado por un sistema aislante eléctrico (14, 16, 18) y una rejilla metálica (20), el sistema aislante eléctrico (14, 16, 18) comprende una capa semiconductor interna (14), una capa aislante (16) y una capa semiconductor externa (18), o
- un cable óptico (210), donde el núcleo transmisor comprende al menos una guía de onda óptica (1a), y el cable (210) comprende una pluralidad de capas protectoras (1b, 3, 4, 5, 6) que rodean el núcleo transmisor (1a),
- 20 de las cuales al menos una es metálica, donde la pluralidad de capas protectoras (3, 4, 5, 6) está rodeada por la cubierta (7),

caracterizado porque el relleno conductor de electricidad consiste en nanotubos de carbono solo en una cantidad de hasta 0,5 % en peso con respecto al peso total de la composición de la capa semiconductor, y la capa semiconductor

25 externa (8, 24) es de un color que no es negro.

2. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde la capa semiconductor externa (8, 24) tiene la apariencia del material polimérico de base natural.

30 3. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde la capa semiconductor externa (8, 24) es transparente.

4. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde la capa semiconductor externa (8, 24) comprende un colorante.

35

5. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde la cubierta (7, 22) es negra o de cualquier otro color.

6. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde el relleno conductor de electricidad comprende nanotubos de carbono en una cantidad de al menos el 0,05 % en peso con respecto al peso total de la composición de la capa semiconductor.

40

7. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde la capa semiconductor externa (8, 24) tiene una conductividad de al menos 10^{-2} S/cm.

45 8. El cable (110, 210) según la reivindicación 4, donde la capa semiconductor externa (8, 24) comprende el colorante en una cantidad de al menos 0,01 % en peso con respecto al peso total de la composición de la capa semiconductor.

9. El cable (110, 210) según la reivindicación 4, donde la capa semiconductor externa (8, 24) comprende el colorante en una cantidad máxima del 2,5 % en peso con respecto al peso total de la composición de la capa semiconductor.

50

10. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde la capa semiconductor (8, 24) es diferente en color de la capa polimérica más externa de la cubierta (7, 22).

55

11. El cable (110, 210) de la reivindicación 1, donde los nanotubos de carbono son de pared simple o de pocas paredes.

12. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde un espesor de la capa semiconductor externa (8, 24) es hasta el 20 % de un espesor combinado de la cubierta (7, 22) y la capa semiconductor externa (8, 24).

60

13. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde la capa semiconductor externa (8, 24) incluye aditivos UV.

65 14. El cable (110, 210) según la reivindicación 1, donde el material polimérico base de la capa

semiconductora externa (8, 24) se selecciona de:

- 5 polietileno, caucho de etileno propileno, acetato de etileno vinilo o una mezcla de estos, opcionalmente cargados con un relleno ignífugo inorgánico no halogenado; o donde el material polimérico base de la capa semiconductora externa (8, 24) es cloruro de polivinilo.

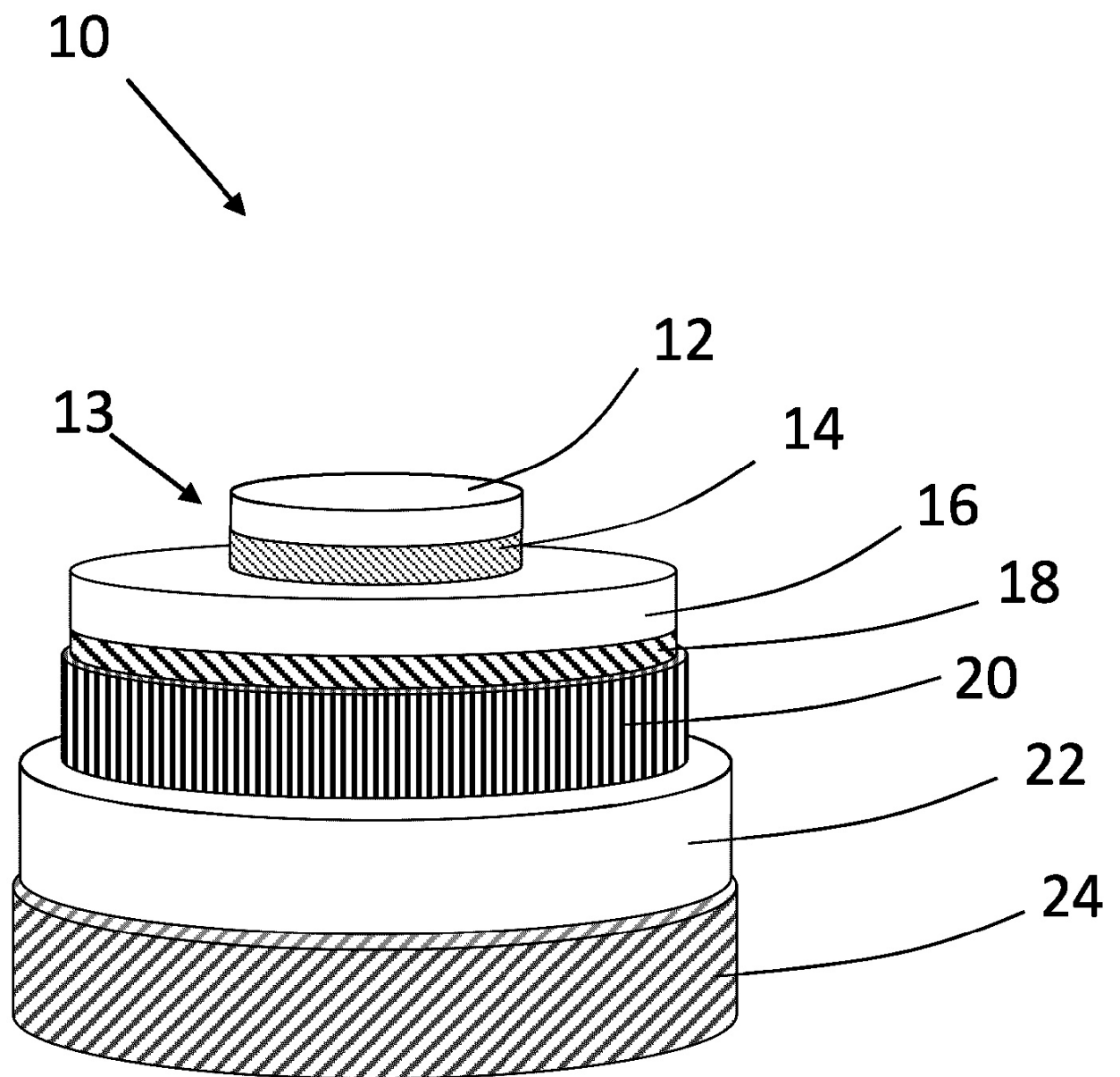


Fig. 1

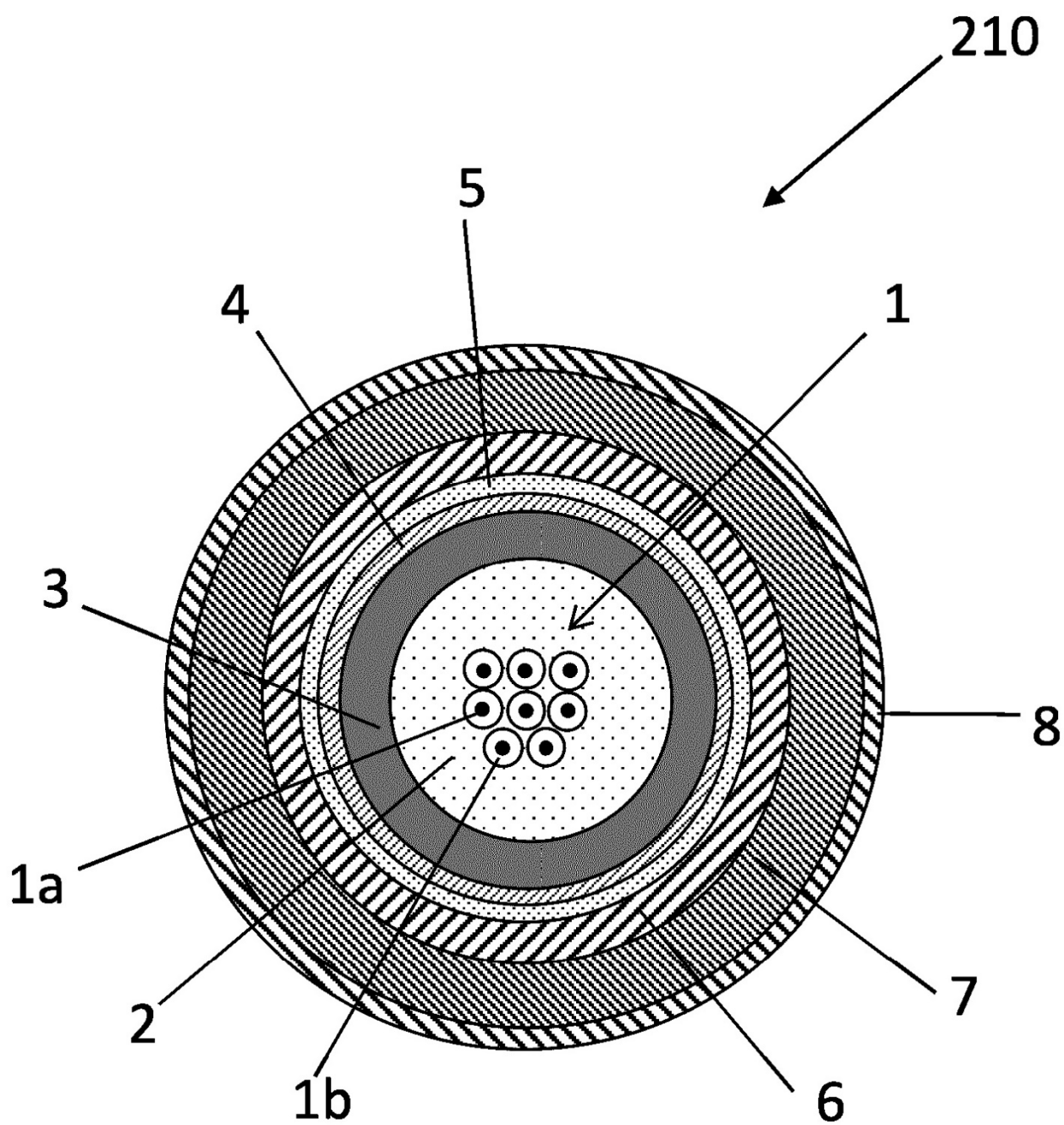


Fig. 2