

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 958**

51 Int. Cl.:

H01B 1/02 (2006.01)

H01B 13/14 (2006.01)

B21C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.04.2017** **PCT/FR2017/050820**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017** **WO17178734**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2017** **E 17719663 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024** **EP 3443563**

54 Título: **Cable eléctrico que tiene resistencia a la corrosión galvánica mejorada**

30 Prioridad:

11.04.2016 FR 1653176

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

18.11.2024

73 Titular/es:

NEXANS (100.0%)
4, Allée de l'Arche
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

DABLEMENT, SÉBASTIEN y
MORICE, STÉPHANE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 987 958 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 eléctrico que tiene resistencia a la corrosión galvánica mejorada

5 La invención se refiere a un elemento eléctricamente conductor alargado bimetálico de cobre-aluminio, a un cable que comprende al menos uno de tal elemento eléctricamente conductor alargado, y a un dispositivo que comprende tal cable eléctrico y al menos un conector metálico.

10 La invención se aplica típicamente, pero no exclusivamente, a cables de transporte de datos y cables eléctricos destinados al transporte de energía, en particular a cables de energía de baja tensión (en particular inferior a 6 kV), o de media tensión (en particular de 6 a 45-60 kV), o de alta tensión (en particular superior a 60 kV, y que puede llegar hasta 800 kV), ya sean de corriente continua o alterna, en los sectores de la aeronáutica, automatización, construcción, medicina, explotación minera, petrolera o gasífera, redes eléctricas aéreas, submarinas, terrestres o ferroviarias, transporte ferroviario o terrestre, construcción naval, energía nuclear, o incluso energías renovables.

15 Más particularmente, la invención se refiere a un elemento eléctricamente conductor que tiene una resistencia mejorada a la corrosión galvánica, que induce una mejora en la resistencia mecánica de los conectores y/o accesorios generalmente conectados a tal elemento eléctricamente conductor y al mantenimiento del contacto eléctrico entre tal elemento eléctricamente conductor y dichos conectores y/o accesorios. La invención también se refiere a un elemento eléctricamente conductor que tiene buenas propiedades mecánicas, en particular en términos de capacidad para el trefilado y el recocido, y eléctricas, en particular en términos de conductividad eléctrica.

25 Es conocido sustituir el cobre, utilizado generalmente en los conductores eléctricos de cables eléctricos, por aluminio a fin de reducir sus costes de producción y sus pesos. Sin embargo, el uso del aluminio está limitado por sus malas propiedades de contacto eléctrico. En efecto, el aluminio en contacto con el oxígeno del aire se oxida naturalmente para formar una fina capa de alúmina aislante (óxido de aluminio Al_2O_3) en la superficie del aluminio. Esta capa protege el aluminio de la corrosión pero tiene el inconveniente de oponerse al paso de corriente en el lugar en el que se conecta el conductor a los diferentes aparatos o en las uniones de un circuito eléctrico. En particular, esta capa se crea en las zonas de conexión (es decir, en las zonas de contacto conector-conductor), lo que impide que la corriente pase del conductor al conector (por ejemplo, terminal de engarzado). El conector puede estar destinado a conducir corrientes de intensidades y tensiones muy variadas, o incluso elevadas cuando conecta cables eléctricos. Las condiciones ambientales (por ejemplo, dilatación térmica diferencial, vibraciones, etc.) pueden hacer que esta capa de óxido se desprenda bajo el efecto del paso de la corriente y provocar la rotura de los contactos en el caso de corrientes bajas, un calentamiento en el caso de corrientes fuertes o un incendio. En efecto, si el calentamiento de los conductores es demasiado grande, la capa eléctricamente aislante puede fundirse hasta alcanzar la temperatura de fusión del aluminio, provocando el inicio de un incendio, y posiblemente su propagación.

30 Por otro lado, los conectores generalmente utilizados en el campo de los cables eléctricos para conectar conductores eléctricos convencionales de cobre o de una aleación de cobre son de cobre o de una aleación de cobre recubiertos con una fina capa de estaño, plata, oro y/o níquel. Sin embargo, estos metales tienen una diferencia de potencial galvánico con el aluminio y, en presencia de humedad, en particular salina, el aluminio se corroe muy rápidamente. Este fenómeno se denomina comúnmente corrosión galvánica y proviene de la combinación de las tres condiciones siguientes: la presencia de al menos dos metales de distinta naturaleza y que presentan diferente potencial de oxidoreducción; poner estos dos metales en contacto eléctrico; y la presencia de agua que actúa como electrolito y recubre los dos metales. Se forma entonces una pila galvánica (en cortocircuito) y se produce la corrosión galvánica del aluminio.

35 Una solución bien conocida es hacer estanca las zonas de contacto conector-conductor de aluminio con grasa y manguitos, evitando así que el agua y el oxígeno penetren en estas zonas. Sin embargo, esta solución es cara.

40 Otras soluciones para intentar limitar el problema de la corrosión galvánica consisten en recubrir un conductor de aluminio con una capa de metal que tiene un potencial galvánico idéntico o próximo al utilizado para fabricar el conector, por ejemplo con una fina capa de níquel, estaño, zinc o cobre depositada por electrodeposición, o con una fina capa de cobre depositada por revestimiento o mediante la técnica de rodadura-soldadura (comercializado con la referencia CCA 10 % o 15 % para «*copper clad aluminum 10 % or copper clad aluminum 15 %*»). En particular, el documento EP1693857 A1 describe un conductor eléctrico que comprende un núcleo de aluminio o de aleación de aluminio recubierto con una capa metálica de aleación de estaño y zinc. Sin embargo, las etapas de deposición de la capa de recubrimiento mencionadas anteriormente (electrodeposición, revestimiento, rodadura-soldadura) presentan un coste de producción elevado. Por otro lado, aunque estas soluciones permiten reducir la velocidad de la corrosión galvánica, no impiden el fenómeno de corrosión galvánica como tal. Cualquiera que sea la solución utilizada, el aluminio se corroe más o menos rápidamente y esto tiene como consecuencia una reducción de la resistencia mecánica de los conectores. Los documentos US5223349 y US2013/233586 describen conductores eléctricos que comprenden un núcleo de aluminio recubierto con una capa de cobre.

65 El objetivo de la invención es superar los inconvenientes de la técnica anterior y proporcionar un conductor eléctrico que tiene una resistencia mejorada a la corrosión galvánica, garantizando al mismo tiempo buenas propiedades

mecánicas, particularmente en términos de capacidad para el trefilado y el recocido, y eléctricas, particularmente en término de conductividad eléctrica. En particular, una buena resistencia a la corrosión galvánica puede permitir una mejora de la resistencia mecánica de los conectores y el mantenimiento del contacto eléctrico, sin tener que modificar significativamente los conectores habitualmente utilizados.

La invención tiene por lo tanto como primer objeto un elemento eléctricamente conductor alargado que comprende un núcleo de aluminio o de aleación de aluminio y una capa de cobre o de aleación de cobre que rodea dicho núcleo de aluminio o de aleación de aluminio, caracterizado por que la capa de cobre o de aleación de cobre representa 40 a 80 % en volumen del volumen del elemento eléctricamente conductor alargado.

Gracias a esta capa de cobre o de aleación de cobre que tiene un volumen de 40 a 80 % que rodea dicho núcleo de aluminio o de aleación de aluminio, el grosor del cobre o de la aleación de cobre es suficiente para que la resistencia a la corrosión galvánica del elemento eléctricamente conductor alargado sea mejorado.

En una realización particular, el elemento eléctricamente conductor alargado tiene una resistencia a la corrosión galvánica cuando sufre una exposición a niebla salina durante al menos aproximadamente 50 h, preferiblemente al menos aproximadamente 60 h, más preferiblemente al menos 90 h, y aún más preferiblemente al menos 120 h.

Ventajosamente, el elemento eléctricamente conductor alargado tiene una reducción en Newton de la resistencia mecánica de las terminales mediante ensayo de tracción de como máximo aproximadamente 20 %, preferentemente como máximo 10 %, e incluso más preferentemente de como máximo 5 %, cuando sufre una exposición a niebla salina durante al menos aproximadamente 50 h, preferiblemente al menos aproximadamente 60 h, más preferiblemente al menos 90 h, y aún más preferiblemente al menos 120 h.

La capa de cobre o de aleación de cobre puede representar un volumen inferior o igual a 80 % del volumen del elemento eléctricamente conductor alargado.

Según una realización de la invención, la capa de cobre o de aleación de cobre representa aproximadamente de 40 a 80 % en volumen, preferiblemente aproximadamente de 42 a 80 % en volumen, más preferiblemente aproximadamente de 45 a 70 % en volumen, y aún más preferiblemente aproximadamente de 50 a 65 % en volumen, del volumen del elemento eléctricamente conductor alargado.

Si la cantidad de cobre es superior a aproximadamente 80 % en volumen, el elemento eléctricamente conductor alargado de la invención tiene un coste de producción demasiado alto. Si la cantidad de cobre es inferior o igual a aproximadamente 30 % en volumen, el elemento eléctricamente conductor alargado de la invención no tiene suficiente resistencia a la corrosión galvánica, particularmente en entornos agresivos.

En la invención, la expresión "elemento eléctricamente conductor alargado" significa un elemento eléctricamente conductor que tiene un eje longitudinal. En particular, el elemento eléctricamente conductor está alargado ya que ha sufrido al menos una etapa de trefilado (etapa de deformación en frío, en particular mediante terrajas de diamante).

En una realización particular, la capa de cobre o de aleación de cobre es la capa más externa del elemento eléctricamente conductor alargado.

En la invención, la expresión «dicha capa de cobre es la capa más externa del elemento eléctricamente conductor alargado» significa que la capa de cobre del elemento eléctricamente conductor alargado de la invención no está recubierta por ninguna otra capa metálica.

En otras palabras, el conjunto de la superficie exterior de la capa de cobre (es decir, el conjunto de la superficie más alejada del elemento eléctricamente conductor alargado) no está recubierta por ninguna otra capa metálica.

Sin embargo, también es posible, según la aplicación considerada, que la capa de cobre o de aleación de cobre esté recubierta por una capa metálica que comprende un metal elegido entre estaño, plata, níquel, oro, una aleación de los metales antes mencionados y sus mezclas. Esta capa metálica es entonces la capa más exterior del elemento eléctricamente conductor alargado y permite mejorar el contacto eléctrico con el conector como se lleva a cabo habitualmente.

La capa de cobre o de aleación de cobre se extiende en particular a lo largo del eje longitudinal del elemento eléctricamente conductor alargado.

La capa de cobre o de aleación de cobre tiene preferiblemente una superficie sustancialmente regular. Así, la capa de cobre o de aleación de cobre forma una envoltura continua (sin irregularidades ni asperezas) que rodea dicho núcleo de aluminio o de aleación de aluminio.

El elemento eléctricamente conductor alargado tiene un diámetro externo que oscila entre aproximadamente 0,01 y 30 mm, y preferiblemente que oscila de 0,05 a 8 mm.

A diámetros equivalentes, el elemento eléctricamente conductor alargado de la invención tiene una temperatura de uso más baja (a corriente constante) o una capacidad de corriente mayor (a temperatura de funcionamiento constante) que los de la técnica anterior (es decir, aquellos sin una capa de cobre o que tienen una capa de cobre que representa un volumen inferior o igual a aproximadamente 30 %).

A diámetros equivalentes, el elemento eléctricamente conductor alargado de la invención también tiene mejores características mecánicas tales como una mayor fuerza a la tracción que los de la técnica anterior (es decir, aquellos sin una capa de cobre o que tienen una capa de cobre que representa un volumen inferior o igual a aproximadamente 30 %).

En una realización particular de la invención, la capa de cobre o de aleación de cobre está directamente en contacto (es decir, en contacto físico directo) con el núcleo de aluminio o de aleación de aluminio.

En otras palabras, el elemento eléctricamente conductor alargado de la invención no comprende capa o capas intermedias situadas entre el núcleo de aluminio o de aleación de aluminio y la capa de cobre o de aleación de cobre.

El núcleo de aluminio o de aleación de aluminio tiene preferiblemente una forma de sección transversal redonda.

El contenido de aluminio de la aleación de aluminio es de al menos aproximadamente 98,00 % en masa, preferiblemente de al menos aproximadamente 99,00 % en masa, más preferiblemente de al menos 99,50 % en masa; y aún más preferiblemente de al menos aproximadamente 99,80 % en masa.

Un contenido de aluminio de la aleación de aluminio de al menos 99,00 % tiene la ventaja de mejorar la conductividad del elemento eléctricamente conductor alargado y también su capacidad para el trefilado y el recocido. En efecto, tal contenido mínimo de aluminio en la aleación de aluminio permite fabricar cables de gran longitud (por ejemplo, una longitud de al menos 1 km) evitando al mismo tiempo la presencia de defectos estructurales, y/u obtener un elemento eléctricamente conductor alargado más rígido.

Por otro lado, cuando el aluminio es puro o que la aleación de aluminio comprende al menos 99 % en masa de aluminio, se facilita el plegado del elemento eléctricamente conductor alargado, lo que permite una manipulación más sencilla.

El contenido de cobre de la aleación de cobre puede ser de al menos aproximadamente 95,00 % en masa, preferiblemente de al menos aproximadamente 98,00 % en masa, y más preferiblemente aún aproximadamente de al menos 99,50 % en masa.

Un procedimiento de fabricación de un elemento eléctricamente conductor alargado comprende al menos una etapa i) de formar una capa de cobre o de aleación de cobre alrededor de un núcleo de aluminio o de aleación de aluminio mediante electrodeposición, revestimiento, rodadura-soldadura, extrusión o incluso colada (por ejemplo, colada en continuo).

El núcleo de aluminio o de aleación de aluminio y la capa de cobre o de aleación de cobre son tales como se definen en el primer objeto de la invención.

La elección de la técnica utilizada para recubrir el núcleo de aluminio o de aleación de aluminio con una capa de cobre o de aleación de cobre dependerá de las propiedades mecánicas del elemento eléctricamente conductor alargado que se desea obtener.

Según la invención, la etapa i) de formar una capa de cobre o de aleación de cobre alrededor de un núcleo de aluminio o de aleación de aluminio se lleva a cabo mediante colada en continuo.

En efecto, los inventores han descubierto sorprendentemente que, a diferencia de los otros métodos mencionados anteriormente, la colada permite obtener un elemento eléctricamente conductor que se puede trefilar fácilmente. Gracias a la colada, la capa de cobre tiene una mejor adhesión al núcleo de aluminio o de aleación de aluminio. En particular, la unión cobre-aluminio obtenida mediante colada es una unión química y mecánica, lo que la diferencia de las uniones puramente mecánicas o puramente químicas que conducen generalmente a una deslaminación de la capa de cobre, particularmente durante el trefilado y/u otras etapas de moldeado.

Un buen comportamiento al trefilado permite tener una velocidad de línea compatible con los estándares de producción actuales.

Los métodos de la técnica anterior, tales como la formación de una lámina de cobre alrededor de un núcleo de aluminio seguida de soldadura (método bien conocido como «*cladding method*») generalmente producen conductores alargados que no se pueden trefilar o son difíciles de trefilar.

En particular, los metales usados (implementados) durante la etapa i) de formar una capa de cobre o aleación de cobre alrededor de un núcleo de aluminio o de aleación de aluminio mediante colada pueden ser:

- para cobre o aleaciones de cobre, en estado líquido, y
- para aluminio o aleación de aluminio, en estado líquido o sólido.

Cuando el aluminio o la aleación de aluminio se encuentra en estado sólido, puede presentarse en forma de barra maciza, en particular de sección redonda, rectangular o de cualquier otra forma.

Cuando el aluminio o la aleación de aluminio está en estado sólido, la etapa i) es una etapa i-1) durante la cual se cuele cobre o una aleación de cobre en estado líquido sobre aluminio o aleación de aluminio en estado sólido, o un aluminio o de aleación de aluminio en estado sólido se sumerge en cobre o aleación de cobre en estado líquido, en particular en un baño líquido de cobre o de una aleación de cobre.

En una realización particular, la temperatura de colada durante la etapa i-1) oscila de aproximadamente 1086 °C a 1400 °C, y preferiblemente de aproximadamente 1090 °C a 1200 °C.

En una realización particular, el enfriamiento durante la etapa de colada i-1) se lleva a cabo a una velocidad de al menos 50 °C/min, y preferiblemente al menos 100 °C/min, desde la temperatura de colada hasta una temperatura menor o igual a aproximadamente 660 °C o hasta una temperatura menor o igual a aproximadamente 300 °C según la siguiente etapa implementada.

En particular, la temperatura puede ser inferior o igual a aproximadamente 660 °C cuando la siguiente etapa es una etapa de laminación en caliente; y la temperatura puede ser inferior o igual a aproximadamente 300 °C cuando la siguiente etapa es una etapa de laminación en frío.

En particular, la etapa de colada i-1) puede ser de tipo horizontal, de tipo vertical o realizarse mediante una rueda giratoria, denominada «de colada».

Entre las tecnologías de colada en continuo que se pueden usar según la invención, se pueden citar la tecnología Southwire®, la tecnología Properzi®, la tecnología Contirod®, la tecnología «dip-forming», la tecnología Upcast® o incluso la tecnología «direct chill casting».

Cuando el aluminio está en estado líquido, la etapa i) es una etapa i-2) durante la cual se introduce un elemento hueco hecho de cobre o de una aleación de cobre, en particular en forma de un tubo, en particular de sección redonda, trapezoidal, triangular o de cualquier otra forma, está preformado a partir de cobre o de una aleación de cobre en estado líquido; después se enfría dicho elemento hueco; después se rellena el elemento hueco con aluminio o una aleación de aluminio en estado líquido; después se enfría el conjunto obtenido.

En una realización particular, la temperatura de colada durante la etapa de preformado del elemento hueco varía de aproximadamente 1086 °C a 1400 °C, y preferiblemente de aproximadamente 1090 °C a 1200 °C.

En una realización particular, el enfriamiento del elemento hueco se lleva a cabo a una velocidad de al menos 50 °C/min, y preferiblemente al menos 100 °C/min, de la temperatura de colada hasta una temperatura inferior o igual a aproximadamente 900 °C.

En una realización particular, la temperatura de colada durante la etapa de relleno del elemento hueco varía de aproximadamente 661 °C a 900 °C, y preferiblemente de aproximadamente 670 °C a 800 °C.

En una realización particular, el enfriamiento del conjunto se lleva a cabo a una velocidad de al menos 50 °C/min, y preferiblemente al menos 100 °C/min, desde la temperatura de colada hasta una temperatura inferior o igual a aproximadamente 660 °C o hasta una temperatura inferior o igual a aproximadamente 300 °C según la siguiente etapa implementada.

En particular, la temperatura puede ser inferior o igual a aproximadamente 660 °C cuando la siguiente etapa es una etapa de laminación en caliente; y la temperatura puede ser inferior o igual a aproximadamente 300 °C cuando la siguiente etapa es una etapa de laminación en frío.

En particular, la etapa de colada i-2) puede ser de tipo horizontal, de tipo vertical o realizarse mediante una rueda giratoria, denominada «de colada».

Entre las tecnologías de colada en continuo que se pueden usar según la invención, se pueden citar la tecnología Southwire®, la tecnología Properzi®, la tecnología Contirod®, la tecnología Upcast® o incluso la tecnología «direct chill casting».

El procedimiento puede comprender además una etapa de laminar ii) después de la etapa i) de formar la capa de cobre o de aleación de cobre. La laminación se puede llevar a cabo en frío o en caliente.

5 El procedimiento puede comprender además, después de la etapa i) o de la etapa ii), una etapa iii) de trefilado. Esto permite obtener un elemento eléctricamente conductor alargado con el diámetro deseado.

La etapa iii) se puede llevar a cabo con una velocidad de línea que varía de 600 m/min a aproximadamente 3000 m/min.

10 El procedimiento puede comprender además, después de la etapa iii) de trefilado, una etapa iv) de recocido en línea. Esto hace posible mejorar las propiedades de alargamiento del elemento eléctricamente conductor alargado. Esto también puede reducir su resistencia mecánica.

15 La etapa iv) se puede llevar a cabo a una temperatura que varía de aproximadamente 100 °C a 600 °C, y preferiblemente de aproximadamente 200 °C a 500 °C.

La etapa iv) puede conducir a un alargamiento de al menos aproximadamente 20 %, y preferiblemente al menos aproximadamente 30 %.

20 Cuando el aluminio es puro o la aleación de aluminio comprende al menos un 99 % en masa de aluminio, la etapa iv) se encuentra facilitada. Esto permite así trabajar a temperaturas de recocido más bajas, y así evitar dañar la capa de cobre o de aleación de cobre.

25 El elemento eléctricamente conductor alargado conforme al primer objeto es susceptible de ser obtenido según un procedimiento conforme al segundo objeto de la invención.

30 La presente invención tiene por tercer objeto un cable eléctrico que comprende al menos un elemento eléctricamente conductor alargado como se define en el primer objeto de la invención o como se obtiene según un procedimiento conforme al segundo objeto de la invención, y al menos una capa de polímero que rodea dicho elemento eléctricamente conductor alargado.

En una realización preferida, dicha capa de polímero está directamente en contacto con la capa de cobre del elemento eléctricamente conductor alargado.

35 También puede estar en contacto físico directo con la capa metálica tal como se define en el primer objeto de la invención.

La capa de polímero puede ser una capa eléctricamente aislante o una funda de protección eléctricamente aislante.

40 En la presente invención, la expresión «capa eléctricamente aislante» significa una capa cuya conductividad eléctrica puede ser como máximo aproximadamente $1,10^{-8}$ S/m (a 25 °C en corriente continua).

45 Según una realización particularmente preferida de la invención, la capa polimérica comprende un material polimérico seleccionado entre los polímeros reticulados y no reticulados, los polímeros de tipo inorgánico y de tipo orgánico.

El material polimérico puede ser un homopolímero o un copolímero que tiene propiedades termoplásticas y/o elastoméricas.

Los polímeros de tipo inorgánico pueden ser poliorganosiloxanos.

50 Los polímeros de tipo orgánico pueden ser poliolefinas, poliuretanos, poliamidas, poliésteres, polivinilos o polímeros halogenados tales como fluoropolímeros (por ejemplo, politetrafluoroetileno PTFE) o cloropolímeros (por ejemplo, cloruro de polivinilo, PVC).

55 Las poliolefinas se pueden escoger de los polímeros de etileno y de propileno. Como ejemplo de polímeros de etileno, se pueden citar los polietilenos lineales de baja densidad (LLDPE), los polietilenos de baja densidad (LDPE), los polietilenos de media densidad (MDPE), los polietilenos de alta densidad (HDPE), los copolímeros de etileno y de acetato de vinilo (EVA), los copolímeros de etileno y acrilato de butilo (EBA), de acrilato de metilo (EMA), de acrilato de 2-hexiletilo (2HEA), los copolímeros de etileno y alfa-olefinas como por ejemplo polietileno-octeno (PEO), los
60 copolímeros de etileno y de propileno (EPR), los copolímeros de etileno/acrilato de etilo (EEA), o los terpolímeros de etileno y de propileno (EPT), tales como por ejemplo los terpolímeros de etileno propileno dieno monómero (EPDM).

En la presente invención, la expresión "polietileno de baja densidad" significa un polietileno que tiene una densidad que oscila entre aproximadamente 0,91 y 0,925.

65

En la presente invención, la expresión "polietileno de alta densidad" significa un polietileno que tiene una densidad que oscila entre aproximadamente 0,94 y 0,965.

5 La capa de polímero puede comprender al menos aproximadamente 10 % en masa, y preferiblemente al menos aproximadamente 30 % en masa, de polímero o polímeros, con respecto a la masa total de la capa.

10 La capa de polímero puede comprender además una carga mineral ignífuga hidratada. Esta carga mineral ignífuga hidratada actúa principalmente por vía física descomponiéndose endotérmicamente (por ejemplo, liberación de agua), lo que tiene el efecto de disminuir la temperatura de la capa y limitar la propagación de las llamas a lo largo del cable. Se habla en particular de propiedades retardantes de llama, muy conocidas bajo el anglicismo «flame retardant».

La capa de polímero puede comprender de aproximadamente 20 % a 70 % en peso de carga mineral ignífuga hidratada con respecto a la masa total de la capa.

15 La carga mineral ignífuga hidratada puede ser un hidróxido metálico tal como hidróxido de magnesio o trihidróxido de aluminio.

20 Para garantizar un cable denominado HFFR por el anglicismo «Halogen-Free Flame Retardant», la capa de polímero preferiblemente no comprende compuestos halogenados. Estos compuestos halogenados pueden ser de todo tipo, tales como por ejemplo fluoropolímeros o cloropolímeros como el policloruro de vinilo (PVC), plastificantes halogenados, cargas minerales halogenadas, etc.

La capa de polímero puede comprender además al menos una carga inerte.

25 La carga inerte puede ser tiza, talco o arcilla (por ejemplo, caolín).

La capa de polímero puede comprender de aproximadamente 5 % a 50 % en masa de carga inerte con respecto a la masa total de la capa.

30 La capa de polímero puede comprender otros aditivos bien conocidos por el experto en la técnica tales como plastificantes, agentes de refuerzo, etc.

35 La capa de polímero puede tener un grosor de como máximo aproximadamente 3 mm, y preferiblemente como máximo aproximadamente 2 mm.

La capa de polímero es preferiblemente una capa extruida mediante técnicas bien conocidas por el experto en la técnica.

40 El cable eléctrico de la invención es preferentemente un cable de energía de baja tensión (en particular inferior a 6 kV) o media tensión (en particular de 6 a 45-60 kV).

El cable de la invención puede comprender varios elementos eléctricamente conductores alargados conforme al primer objeto de la invención, en particular en forma de un cordón.

45 Según una primera variante, la capa de polímero rodea dichos elementos eléctricamente conductores alargados.

50 Según una segunda variante, los elementos eléctricamente conductores alargados están aislados individualmente y el cable comprende varias capas de polímero como se definen anteriormente, rodeando cada una de las capas de polímero individualmente cada uno de los elementos eléctricamente conductores alargados.

El cable eléctrico conforme al tercer objeto de la invención se puede fabricar según un procedimiento que comprende al menos las siguientes etapas:

55 a. fabricar al menos un elemento eléctricamente conductor alargado según la invención, y

b. extruir una capa de polímero, alrededor del elemento eléctricamente conductor alargado tal como se ha fabricado en la etapa anterior, para formar un cable eléctrico.

60 La capa de polímero es tal como se define en el tercer objeto de la invención.

La presente invención tiene como cuarto objeto un dispositivo que comprende un cable eléctrico conforme al tercer objeto de la invención y al menos un conector metálico, caracterizado por que el conector metálico está conectado a al menos un elemento eléctricamente conductor alargado conforme a el primer objeto de la invención o tal como se obtiene según un procedimiento conforme al segundo objeto de la invención.

65

El conector puede ser un terminal de engarzado, y en particular un terminal estándar de cobre estañado, preferiblemente con un ojal.

5 Así, dentro de dicho dispositivo, se mejora la resistencia mecánica del conector y se garantiza el mantenimiento del contacto eléctrico conector-elemento eléctricamente conductor alargado.

La figura 1 representa esquemáticamente una estructura, en sección transversal, de un cable eléctrico según la invención.

10 La Figura 1 muestra un cable eléctrico (1) según la invención que comprende un elemento eléctricamente conductor alargado que comprende un núcleo de aluminio o de aleación de aluminio (2) y una capa de cobre o de aleación de cobre (3) que rodea dicho núcleo de aluminio o de aleación de aluminio (2); y una capa de polímero (4) que rodea dicho miembro eléctricamente conductor alargado (2, 3).

15 Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán a la luz de los ejemplos que siguen con referencia a las figuras comentadas, dándose dichos ejemplos y figuras a modo de ilustración y de ningún modo limitativos.

EJEMPLOS

20 **Ejemplo 1:** fabricación de elementos eléctricamente conductores alargados conformes a la invención y no conformes a la invención

En este ejemplo, se compararon tres elementos eléctricamente conductores alargados A, B y C con diferentes contenidos en volumen de cobre:

- 25
- un elemento eléctricamente conductor alargado A: cordón que comprende 7 hilos de 0,302 mm de diámetro, es decir, una sección transversal total de 0,5 mm²,
 - un elemento eléctricamente conductor alargado B: cordón que comprende 7 hilos de 0,674 mm de diámetro, es decir, una sección transversal total de 2,5 mm², y
 - un elemento eléctricamente conductor alargado C: cable unitario de 1,45 mm de diámetro, es decir, una sección transversal total de 1,65 mm².
- 30

35 Los contenidos en volumen de cobre de cada uno de los elementos eléctricamente conductores alargados A, B y C fueron:

- para los elementos eléctricamente conductores alargados comparativos (es decir, que no son según la invención) de: 0 % (aluminio puro) (conductores A-0, B-0, C-0), 10 % (conductores A-10, B-10, C-10), 30 % (conductores A-30, B-30, C-30), o 100 % (conductores A-100, B-100, C-100), y
 - para los elementos eléctricamente conductores alargados (según la invención) de: 45 % (conductores A-45, B-45, C-45), 60 % (conductores A-60, B-60, C-60), o 80 % (conductor C-80).
- 40

45 Los diferentes conductores se prepararon según las siguientes etapas:

i) una etapa de trefilar a temperatura ambiente, para obtener cables de aluminio (aluminio comercializado con la referencia Al1350), cables de aluminio recubiertos con 10 % en volumen de cobre con respecto al volumen total de aluminio + cobre (aluminio + cobre comercializado con la referencia CCA10), o cables de cobre (cobre electrolítico comercializado con la referencia ETP1);

50

ii) una etapa de depositar cobre sobre los cables de CCA10 de la etapa i), mediante electrodeposición para lograr el % en volumen deseado de cobre, llevándose a cabo dicha electrodeposición usando:

- 55
- un baño de cobreado a base de ácido metanosulfónico comercializado con la referencia Copper Gleam RG10 que es un baño de cobreado,
 - una densidad de corriente de 30 A/dm² con una tensión inferior a 5 voltios,
 - una temperatura del baño entre 45 y 55 °C, y
 - una velocidad de deposición de alrededor de 6 µm/min;
- 60

iii) una etapa de recocido de los cables de CCA10 recubiertos de cobre a una temperatura de 250 °C, durante 2 horas;

65

iv) una etapa de cordoneado para los conductores de tipo A y B;

v) una etapa de cortar los cordones o cables en muestras de 15 cm de largo;

5 vi) una etapa de revestir las muestras con una funda de poliolefina termocontraíble que tiene una temperatura de reticulación de 105 °C; y

vii) una etapa de engarzar terminales estándar de cobre estañado con ojal (conectores) a los extremos de las muestras.

10 La figura 2 muestra el elemento eléctricamente conductor alargado B-45 conforme a la invención (figura 2a) y, en comparación, el elemento eléctricamente conductor alargado B-10 no conforme a la invención (figura 2b).

15 La figura 3 muestra una sección micrográfica transversal del elemento eléctricamente conductor alargado B-45 conforme a la invención (figura 3a) y, en comparación, una sección micrográfica transversal del elemento eléctricamente conductor alargado B-10 no conforme a la invención (figura 2b), cuando sufrieron una exposición a niebla salina durante 48 h, 88 h, 176 h y 360 h.

20 La figura 4 muestra la resistencia mecánica de los terminales mediante ensayo de tracción (en Newton N) en función del tiempo de exposición a la niebla salina (en horas) para los conductores A-0 (curva con círculos), A-10 (curva con cuadrados), A-30 (curva con triángulos), A-45 (curva con rombos), A-60 (curva con cruces), y A-100 (curva con línea de puntos).

25 Según la Figura 4, se puede concluir que la resistencia mecánica de los terminales mejora significativamente para los cables conformes a la invención incluso después de 360 horas de niebla salina. Así, incluso si se observa cierta corrosión (véase la figura 3), la resistencia mecánica de los terminales está garantizada en el tiempo, lo que no ocurre con la de los cables comparativos que cae después de 60 horas de exposición (véase el conductor A-30).

REIVINDICACIONES

1. Elemento eléctricamente conductor alargado que comprende un núcleo de aluminio o de aleación de aluminio y una capa de cobre o de aleación de cobre que rodea dicho núcleo de aluminio o de aleación de aluminio, caracterizado por que:
 - la capa de cobre o de aleación de cobre representa de 40 a 80 % en volumen del volumen del elemento eléctricamente conductor alargado,
 - el contenido de aluminio de la aleación de aluminio es al menos de 98,00 % en masa, y
 - dicho elemento eléctricamente conductor alargado es susceptible de ser obtenido según un procedimiento que comprende al menos una etapa i) de formar la capa de cobre o de aleación de cobre alrededor del núcleo de aluminio o de aleación de aluminio mediante colada en continuo.
2. Elemento según la reivindicación 1, caracterizado por que la capa de cobre representa de 42 a 70 % en volumen del volumen del elemento eléctricamente conductor alargado.
3. Elemento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la capa de cobre o de aleación de cobre es la capa más externa del elemento eléctricamente conductor alargado.
4. Elemento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que tiene un diámetro exterior que oscila de 0,01 a 30 mm.
5. Elemento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la capa de cobre o de aleación de cobre está directamente en contacto con el núcleo de aluminio o de aleación de aluminio.
6. Elemento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el contenido de aluminio de la aleación de aluminio es al menos de 99,00 % en masa.
7. Elemento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el contenido de cobre de la aleación de cobre es al menos de 95,00 % en masa.
8. Elemento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que durante la etapa i) de formar la capa de cobre o de aleación de cobre alrededor del núcleo de aluminio o de aleación de aluminio mediante colada,
 - el cobre o la aleación de cobre se encuentra en estado líquido, y
 - el aluminio o la aleación de aluminio se encuentra en estado líquido o sólido.
9. Elemento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el aluminio o la aleación de aluminio está en estado sólido, y la etapa i) es una etapa i-1) durante la cual se cuele cobre o una aleación de cobre en estado líquido sobre aluminio, o se sumerge una aleación de aluminio en estado sólido, o aluminio o una aleación de aluminio en estado sólido en cobre o una aleación de cobre en estado líquido.
10. Elemento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el aluminio está en estado líquido, y la etapa i) es una etapa i-2) durante la cual se preforma un elemento hueco de cobre o de una aleación de cobre a partir de cobre o de una aleación de cobre en estado líquido; después se enfría dicho elemento hueco; después se rellena el elemento hueco con aluminio o una aleación de aluminio en estado líquido; después se enfría el conjunto obtenido.
11. Elemento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que presenta una reducción en Newton de la resistencia mecánica de los terminales mediante ensayo de tracción de como máximo 20 %, cuando se somete a una exposición a una niebla salina de al menos 50 h.
12. Cable eléctrico, caracterizado por que comprende al menos un elemento eléctricamente conductor alargado como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, y al menos una capa de polímero que rodea dicho elemento eléctricamente conductor alargado.
13. Cable eléctrico según la reivindicación 12, caracterizado por que la capa de polímero es una capa eléctricamente aislante.
14. Cable eléctrico según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, caracterizado por que la capa de polímero no comprende compuestos halogenados, y el cable es un cable HFFR.

15. Dispositivo que comprende un cable eléctrico tal como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, y al menos un conector metálico, caracterizado por que el conector metálico está conectado a al menos un elemento eléctricamente conductor alargado tal como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

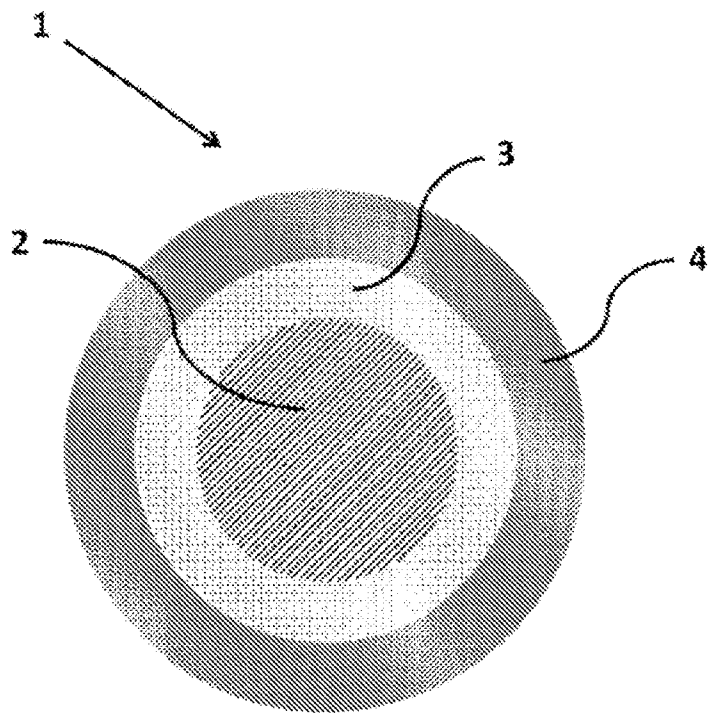
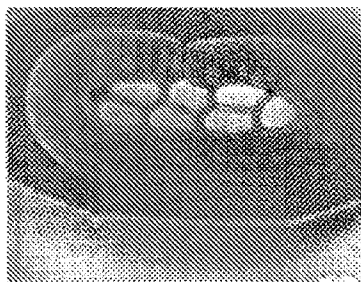
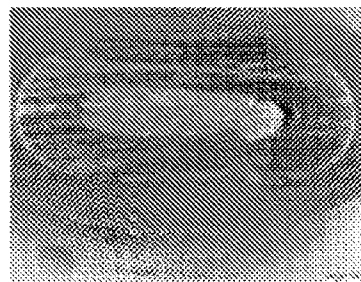


FIG. 1



a)



b)

FIG. 2

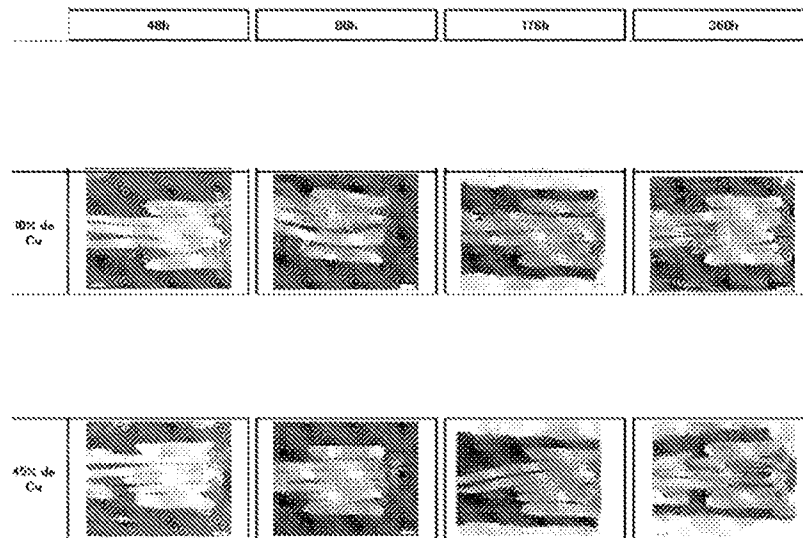


FIG.3

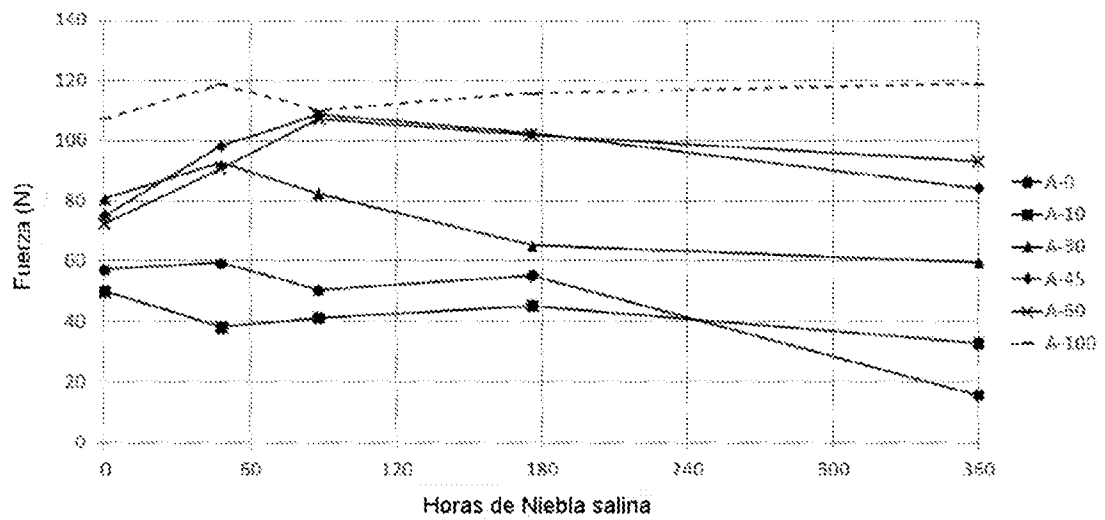


FIG.4