

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 339**

51 Int. Cl.:

H01B 1/02 (2006.01)

C22C 21/00 (2006.01)

C22F 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2017 PCT/IB2017/052207**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.10.2017 WO17182943**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2017 E 17724108 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024 EP 3446317**

54 Título: **Conductores de aluminio**

30 Prioridad:

18.04.2016 BE 201605266

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

15.10.2024

73 Titular/es:

**LAMIFIL NV (100.0%)
Frederic Sheidlaan
2620 Hemiksem, BE**

72 Inventor/es:

HERMANS, PETER

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 982 339 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

Conductores de aluminio

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere en general a conductores y, en particular, a conductores basados en una aleación de aluminio, adecuados para su uso en cables de alta tensión.

10 Antecedentes de la invención

El aluminio ofrece una conductividad por masa superior a la del cobre, por lo que es una opción habitual en conductores eléctricos para diversas aplicaciones, por ejemplo en cables de alta tensión. Dependiendo de las aplicaciones, los cables pueden fabricarse exclusivamente con conductores de aluminio (por ejemplo, AAC o AAAC), o como una combinación de conductores de aluminio alrededor de una diversidad de núcleos, como
15 alrededor de un núcleo de acero (por ejemplo, ACSR, ACSS), compuesto de fibra de carbono (por ejemplo, ACCS), compuesto de fibra de óxido de aluminio (por ejemplo, ACCR) o invar (por ejemplo, TACIR).

Los conductores de aluminio con núcleo de material compuesto (ACCS), en los que los conductores son de aluminio puro blando, ofrecen actualmente una interesante combinación de características en forma de cable ligero con alta conductividad y baja dilatación térmica. A su vez, la baja dilatación térmica permite una mayor temperatura de funcionamiento; combinada con el aumento de la conductividad, puede conseguirse como resultado un incremento considerable de la capacidad del cable. No obstante, el núcleo de material compuesto es bastante elástico, por lo que el cable se flexiona fácilmente bajo carga. Por lo tanto, este cable no es muy adecuado para
20 su uso en zonas donde el viento o la formación de hielo son relativamente frecuentes y considerables.

También se conocen como conductores de aluminio reforzados con acero (ACSR), en los que los conductores son de aluminio puro duro. Éstos ofrecen una resistencia a la tracción considerablemente mayor y, por tanto, son más resistentes a la carga; la conductividad, por el contrario, es inferior a la del aluminio puro blando y la resistencia
25 térmica se ve considerablemente limitada, por lo que estos cables tienen una capacidad inferior.

Además, también se conocen aleaciones de aluminio que, por ejemplo, dan lugar a conductores con una resistencia térmica mejorada, a expensas de una reducción de la conductividad. Por ejemplo, se conocen aleaciones duras de aluminio/circonio con, normalmente, una resistencia a la tracción similar a la del aluminio puro duro y una alta resistencia térmica comparable o superior a la del aluminio puro blando. Por el contrario, éstas poseen una conductividad inferior a ambas formas puras. Las combinaciones específicas de estas características se establecen en la norma IEC62004 versión 2007 para las aleaciones de aluminio/circonio (más concretamente las aleaciones AT1 y AT3 de esta norma).
35

Hay espacio para conductores basados en aleaciones de aluminio que proporcionan diversas características deseables, sin menoscabo de las características que también se consiguen con conductores basados en aluminio puro recocido o no recocido.

45 Breve descripción de la invención

Es un objetivo de las realizaciones de la presente invención proporcionar mejores líneas aéreas que incluyan conductores basados en aleaciones de aluminio.

Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que se proporcionen conductores basados en aleaciones específicas de aluminio, que tengan mejores características que los conductores que se fabrican con aluminio puro recocido o no recocido.
50

Una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención es que se pueda conseguir un conductor de aluminio con una mayor resistencia a la tracción, sin sacrificar la conductividad o la resistencia térmica, en comparación con el aluminio puro blando.
55

Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que se pueda obtener un conductor de aluminio con una mayor conductividad y una mayor resistencia térmica, sin sacrificar la resistencia a la tracción, en comparación con el aluminio puro duro.
60

Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que se pueda obtener un conductor de aluminio con una resistencia térmica aún mayor, sin sacrificar la conductividad o la resistencia a la tracción, en comparación con el aluminio puro duro.

Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que se puedan alcanzar las aleaciones AT1 y AT3 de la norma IEC62004 versión 2007 o que incluso se puedan obtener mejoras en comparación con la norma.
65

Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que se puedan obtener conductores blandos o duros que se puedan combinar con una diversidad de núcleos y, por lo tanto, puedan ofrecer una mejora para varios tipos de cables existentes.

El objetivo mencionado se consigue mediante conductores, cables de alta tensión, aleaciones de aluminio y/o un uso conforme a la presente invención.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a una línea aérea de alta tensión que comprende un conductor adecuado para su uso en un cable de alta tensión. El conductor comprende una aleación de aluminio, en la que la aleación de aluminio comprende uno o más elementos de los grupos 3, 4 o 5 y, opcionalmente, un lantánido, cada uno de ellos con una concentración comprendida entre 0,006 y 0,03 % (m/m), preferentemente comprendida entre 0,006 y 0,027 % (m/m), como, por ejemplo, comprendida entre 0,008 y 0,025 % (m/m), y en la que el conductor ha sido sometido a un tratamiento térmico a una temperatura comprendida entre 185 °C y 315 °C durante un período comprendido entre 12 y 24 horas, de modo que el conductor tenga una conductividad igual o superior al 61 % IACS. En algunas realizaciones, la aleación puede incluir varios elementos de los grupos 3, 4 o 5.

Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que los conductores con la composición indicada y en los que se ha llevado a cabo el tratamiento térmico indicado en el conductor, es decir, en el conductor trefilado con su diámetro final, tengan una combinación única de conductividad, resistencia a la tracción y resistencia térmica.

Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que se obtengan conductores con un IACS del 61 % o más. Es importante señalar aquí que la conductividad es, por tanto, tan buena como la del aluminio puro trefilado, mientras que las resistencias a la tracción son al menos idénticas a las del aluminio. Por lo tanto, la presente invención también se refiere a realizaciones que tienen una conductividad igual de buena o incluso mejor, así como una resistencia a la tracción igual de buena que los conductores de aluminio trefilado puro, es decir, sin elementos de aleación.

Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que, además de la buena conductividad y la buena resistencia a la tracción, también se obtiene una buena resistencia térmica para los conductores. De este modo, la resistencia térmica se define mediante la norma IEC62004.

Es una ventaja de algunas realizaciones de la presente invención que el estiramiento del conductor final trefilado puede ser superior al 2,5 %, por ejemplo superior al 2,75 % o por ejemplo superior al 3 % para conductores duros y superior al 8 %, por ejemplo superior al 15 % para conductores blandos.

En algunas realizaciones, la concentración total de elementos de aleación puede limitarse a 0,04 % (m/m).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender un 99,5 % (m/m) o más de aluminio, preferiblemente un 99,65 % (m/m) o más.

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender además entre 0,00 y 0,02 % (m/m) de itrio y/o erbio, preferentemente 0,01 % (m/m).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender además entre 0,1 a 0,3 % (m/m) de hierro, preferentemente de 0,12 a 0,18 % (m/m).

En algunas realizaciones, el tratamiento térmico puede comprender un tratamiento a una temperatura de 185 a 315 °C durante 12 a 24 horas.

En las realizaciones,

los elementos del grupo 3 pueden ser escandio o itrio o una combinación de ellos, los elementos del grupo 4 pueden ser titanio, circonio o hafnio o una combinación de ellos, los elementos del grupo 5 pueden ser niobio o tántalo o una combinación de ellos, y el lantánido puede ser lantano, cerio praseodimio o erbio o una combinación de los mismos.

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender de 0,008 a 0,010 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede comprender un tratamiento a una temperatura de 270 a 290 °C durante 12 a 24 horas.

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender de 0,013 a 0,020 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede comprender un tratamiento a una temperatura de 185 a 225 °C durante 12 a 24 horas.

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender de 0,020 a 0,025 % (m/m) de circonio, y el

tratamiento térmico puede comprender un tratamiento a una temperatura de 200 a 240 °C durante 12 a 24 horas.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un uso del conductor del primer aspecto en un cable de alta tensión.

En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un cable de alta tensión de acuerdo con el primer aspecto que comprende un núcleo y uno o varios conductores.

El cable de alta tensión es un cable de alta tensión adecuado para una línea aérea.

En algunas realizaciones, el núcleo puede ser de material compuesto, acero o invar.

En algunas realizaciones, el núcleo puede ser de material compuesto, acero o invar, la aleación de aluminio puede contener de 0,008 a 0,010 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede consistir en un tratamiento a una temperatura de 270 a 290 °C durante 12 a 24 horas.

En algunas realizaciones, el núcleo puede ser de material compuesto o acero o invar, la aleación de aluminio puede contener de 0,013 a 0,020 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede consistir en un tratamiento a una temperatura de 185 a 225 °C durante 12 a 24 horas.

En algunas realizaciones, el núcleo puede ser de material compuesto o acero o invar, la aleación de aluminio puede contener de 0,020 a 0,025 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede consistir en un tratamiento a una temperatura de 200 a 240 °C durante 12 a 24 horas.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a una aleación de aluminio conveniente para el uso en el conductor de acuerdo con el primer aspecto. La aleación de aluminio comprende uno o varios elementos de los grupos 3, 4 o 5 y/o un lantánido, cada uno de ellos con una concentración del orden de 0,006 a 0,03 % (m/m), preferentemente del orden de 0,006 a 0,027 % (m/m), como por ejemplo del orden de 0,008 a 0,025 % (m/m).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender un 99,5 % (m/m) o más de aluminio, preferiblemente un 99,65 % (m/m) o más.

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender de 0,00 a 0,02 % (m/m) de itrio o erbio, preferentemente 0,01 % (m/m).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender además entre 0,1 y 0,3 % (m/m) de hierro, preferentemente de 0,12 a 0,18 % (m/m).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede estar totalmente recocida.

En las realizaciones,

los elementos del grupo 3 pueden ser escandio o itrio o una combinación de ellos,
los elementos del grupo 4 pueden ser titanio, circonio o hafnio o una combinación de ellos,
los elementos del grupo 5 pueden ser niobio o tántalo o una combinación de ellos, y
el lantánido puede ser lantano, cerio, praseodimio o erbio o una combinación de ellos.

En un quinto aspecto, la presente invención se refiere a un uso de las aleaciones de aluminio de acuerdo con el cuarto aspecto en el conductor de acuerdo con el primer aspecto.

En otro aspecto más, la presente invención se refiere a un método para la producción de un conductor adecuado para su uso en un cable de alta tensión de acuerdo con el aspecto descrito anteriormente, el método incluye

fusionar el aluminio técnicamente puro en un horno de fusión,
alear los elementos de aleación,
colar continuamente un perfil y laminado en línea del perfil dentro de una gama de temperaturas comprendida entre 380 °C y 540 °C,
trefilar un conductor desde un tren de laminado hasta el diámetro final, y
tratar térmicamente los alambres con diámetro final.

En las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas se han incluido aspectos específicos y preferentes de la invención. Las características de las reivindicaciones dependientes pueden combinarse con características de las reivindicaciones independientes y con características de otras reivindicaciones dependientes como se indica y no sólo como se presenta expresamente en las reivindicaciones.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán por referencia a la realización o realizaciones

descritas a continuación.

Breve descripción de las figuras

5 La Figura 1 ilustra una vista lateral de un cable de acuerdo con una realización de la presente invención, así como una sección transversal de un cable de acuerdo con varias realizaciones del presente compuesto.

Las figuras son sólo esquemáticas y no restrictivas. Es posible que las dimensiones de algunos componentes se hayan exagerado y no se hayan representado a escala en las figuras con fines ilustrativos.

10 Los números de referencia utilizados en las reivindicaciones no pueden interpretarse para restringir el alcance de la protección. En las distintas figuras, los mismos números de referencia se refieren a elementos iguales o similares.

15 Descripción detallada de las realizaciones ilustrativas

La presente invención se describirá con respecto a realizaciones especiales y con referencia a ciertos dibujos, sin embargo la invención no se limitará a esto sino que sólo estará restringida por las reivindicaciones. Los dibujos descritos son sólo esquemáticos y no limitativos. En los dibujos, las dimensiones de algunos elementos pueden haberse ampliado y no haberse dibujado a escala con fines ilustrativos. Las dimensiones y las dimensiones relativas a veces no se corresponden con la realización práctica actual de la invención.

25 Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones se utilizan para distinguir elementos similares y no se utilizan necesariamente para describir un orden, ni en el tiempo, ni en el espacio, ni en la clasificación ni de ninguna otra manera. Debe entenderse que los términos utilizados de este modo son intercambiables en circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención aquí descritas son adecuadas para trabajar en un orden diferente al descrito o indicado aquí.

30 Además, los términos arriba, abajo, encima, delante y similares utilizados en la descripción y en las reivindicaciones se emplean con fines descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Debe entenderse que los términos utilizados como tales son intercambiables en determinadas circunstancias y que las realizaciones de la invención aquí descritas también son adecuadas para funcionar de acuerdo con orientaciones diferentes de las aquí descritas o indicadas.

35 Cabe señalar que el término "comprende", tal como se utiliza en las reivindicaciones, no debe interpretarse como restringido a los elementos descritos a continuación; este término no excluye ningún otro elemento o paso. Puede interpretarse que especifica la presencia de las características, valores, pasos o componentes indicados a los que se hace referencia, pero no excluye la presencia o adición de una o varias otras características, valores, pasos o componentes, o grupos de ellos. Así pues, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprenda los elementos A y B" no debe limitarse a los dispositivos formados únicamente por los componentes A y B. Significa que, en lo que respecta a la presente invención, A y B son los únicos componentes relevantes del dispositivo.

45 La referencia a lo largo de esta especificación a "una realización" o "la realización" significa que un rasgo, estructura o característica específicos descritos en relación con la realización se han incluido en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, la aparición de las expresiones "en una realización" o "en la realización" en varios lugares a lo largo de esta especificación no necesariamente tiene que referirse a la misma realización todo el tiempo, pero puede hacerlo. Además, los rasgos, estructuras o características específicos pueden combinarse de cualquier manera adecuada que resulte evidente para un experto en la materia sobre la base de esta publicación, en una o varias realizaciones.

50 Del mismo modo, debe apreciarse que en la descripción de las realizaciones de muestra de la invención, varias características de la invención se agrupan a veces en una sola realización, figura o descripción de la misma con la intención de agilizar la publicación y ayudar a la comprensión de uno o varios de los diversos aspectos inventivos. Por lo tanto, este método de publicación no debe interpretarse como un reflejo de la intención de que la invención requiera más características que las mencionadas explícitamente en cada reivindicación. Más bien, como reflejan las reivindicaciones siguientes, los aspectos inventivos residen en menos de todas las características de una única realización previamente divulgada. Así pues, las reivindicaciones que siguen a la descripción detallada se han incluido explícitamente en esta descripción detallada, siendo cada reivindicación independiente una realización separada de la invención.

60 Además, mientras que algunas realizaciones descritas en el presente documento comprenden algunas características, pero no otras, las características incluidas en otras realizaciones, las combinaciones de características de varias realizaciones están destinadas a estar dentro del alcance de la invención, y forman estas diversas realizaciones como sería entendido por el experto en la materia. Por ejemplo, en las reivindicaciones siguientes, cualquiera de las realizaciones descritas puede utilizarse en cualquier combinación.

En la descripción que aquí se ofrece se plantean numerosos detalles específicos. Por lo tanto, puede entenderse que las realizaciones de la invención pueden llevarse a cabo sin estos detalles específicos. En otros casos, los métodos, estructuras y técnicas conocidos no se muestran en detalle para que la descripción sea clara.

5 Tal como se utiliza aquí, la norma internacional de cobre recocido (IACS) es una unidad de conductividad eléctrica, relativamente comparada con una norma de conductor de cobre recocido. Una conductividad del 100 % IACS corresponde así a $5,80 \times 10^7$ siemens por metro a 20 °C.

10 Tal como se utilizan aquí, la resistencia térmica, la resistencia a la tracción y la conductividad son características de un conductor de aluminio, que pueden obtenerse tal como se describe en las normas IEC62004.

15 Tal como se utiliza aquí, un conductor de aluminio blando es un conductor de aluminio en estado recocido. Esto significa que el tratamiento térmico se ha ejecutado de tal manera que el estiramiento en el conductor es alto, como más del 15 %, por ejemplo más del 20 % e incluso más del 40 %. Un conductor de aluminio blando suele tener una baja resistencia a la tracción, por ejemplo 100 MPa o menos, y una alta conductividad, como más del 61 %, por ejemplo más del 61,5 % o incluso hasta el 63 %. Tal como se utiliza aquí, un conductor de aluminio duro es un conductor de aluminio que no está en estado recocido.

20 Tal como se utilizan en el presente documento, las relaciones en la composición de un conductor se expresan siempre en porcentajes en peso % (m/m).

Tal como se utilizan aquí, los elementos de los grupos 3, 4 o 5 son los elementos del grupo 3, grupo 4 o grupo 5 según la tabla de Mendeljev.

25 Tal como se utiliza aquí, un conductor significa un solo alambre. El trenzado de conductores, alrededor de un núcleo o no, da como resultado un cable desnudo. Estos cables pueden utilizarse, por ejemplo, como cables de alta tensión.

30 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un conductor adecuado para su uso en un cable de alta tensión. El conductor comprende una aleación de aluminio, en la que la aleación de aluminio comprende uno o más de un elemento de los grupos 3, 4 o 5 y/o un lantánido, cada uno con una concentración en la gama de 0,006 a 0,03 % (m/m), preferentemente en la gama de 0,006 a 0,027 % (m/m), como por ejemplo en la gama de 0,008 a 0,025 % (m/m), y en la que el conductor ha sido sometido a un tratamiento térmico, de modo que el conductor tiene una conductividad de 61 % IACS o más. Dentro de la presente invención, se encontró sorprendentemente que, tras un tratamiento térmico adecuado, se puede obtener un conductor de aluminio con una conductividad relativamente alta basado en estas aleaciones de aluminio. Esta conductividad relativamente elevada puede ser, por ejemplo, igual o superior a la del aluminio puro duro (61 % IACS), hasta la conductividad del aluminio puro blando (63 % IACS); dependiendo de la composición específica de la aleación y del tratamiento térmico específico que se hayan seleccionado. Cuando se hace referencia al aluminio puro, se hace referencia al aluminio técnicamente puro con al menos un 99,7 % de aluminio. Esto puede utilizarse ventajosamente en la preparación de diversos conductores de aluminio blando o duro con características mejoradas, es decir, con una mayor conductividad, resistencia a la tracción y/o resistencia térmica en comparación con los conductores de aluminio conocidos. Además, en ciertas realizaciones, la mejora de una o varias de estas características puede obtenerse ventajosamente sin sacrificar las otras características, de nuevo en comparación con los conductores de aluminio ya conocidos.

50 En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender un 99,5 % (m/m) o más de aluminio, preferiblemente un 99,65 % (m/m) o más. Una mayor fracción de masa de aluminio suele conducir ventajosamente a un conductor con mayor conductividad.

55 En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender además entre 0,00 y 0,02 % (m/m) de itrio y/o erbio, preferentemente 0,01 % (m/m). Una pequeña fracción de masa de itrio y/o erbio suele conducir ventajosamente a un conductor con una mayor resistencia térmica. En las realizaciones de la presente invención, el itrio y/o el erbio pueden utilizarse como elemento único, en combinación entre sí o en combinación con uno o varios elementos de los grupos III, IV y V de la tabla de Mendeljev.

60 En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender además entre 0,1 y 0,3 % (m/m) de hierro, preferentemente de 0,12 a 0,18 % (m/m). Una pequeña fracción de masa de hierro suele conducir a una mayor resistencia a la tracción y una mayor temperatura de recristalización, con una influencia menor en la conductividad.

65 En algunas realizaciones, el tratamiento térmico puede comprender, por ejemplo, un tratamiento a una temperatura de 185 a 315 °C durante 12 a 24 horas. Dependiendo de la temperatura elegida, se puede obtener ventajosamente un conductor blando o duro; un conductor blando tiene normalmente una conductividad más alta pero una resistencia a la tracción más baja que un conductor duro. La duración de este tratamiento térmico, de hasta 24 horas, es de manera ventajosa considerablemente más corta que la que suele ser necesaria para los conductores conocidos de aluminio duro con una elevada resistencia térmica, en los que el tratamiento térmico puede alcanzar,

por ejemplo, hasta 6 días.

En las realizaciones,

- 5 los elementos del grupo 3 pueden ser escandio o itrio o una combinación de ellos, los elementos del grupo 4 pueden ser titanio, circonio o hafnio o una combinación de ellos, los elementos del grupo 5 pueden ser niobio o tántalo o una combinación de ellos, y el lantánido puede ser lantano, cerio, praseodimio o erbio o una combinación de ellos.
- 10 En realizaciones, este conductor puede tener una sección transversal con una forma más bien ovalada, como circular (FIG. 1.a) En otras realizaciones, este conductor puede tener una sección transversal con una forma más angular, como más bien trapezoidal (FIG. 1.b). Un diámetro más angular puede conducir ventajosamente a un cable con un mejor llenado del espacio.
- 15 En la tabla 1 que figura a continuación, se comparan algunas realizaciones preferibles de los conductores de aluminio de acuerdo con la presente invención con conductores de aluminio conocidos. En una primera realización preferente, la aleación de aluminio puede comprender de 0,008 a 0,010 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede comprender un tratamiento a una temperatura de 270 a 290 °C durante 12 a 24 horas. Además, la aleación de aluminio también puede comprender de 0,00 a 0,02 % (m/m) de itrio y/o erbio, como 0,01 % (m/m) de itrio, y de 0,1 a 0,3 % (m/m) de hierro, como 0,12 a 0,18 % (m/m). De este modo, se pueden obtener ventajosamente conductores de aluminio blando con una resistencia a la tracción considerablemente superior en comparación con los conductores de aluminio blando puro (+/- 50% superior), con una misma conductividad (63 %) y una mayor resistencia térmica (180/220). Estos conductores pueden utilizarse ventajosamente, por ejemplo, en cables de alta tensión del tipo "conductores de aluminio con núcleo de material compuesto (ACCC™)" o "conductores de aluminio con soporte de acero (ACSS)", en los que, en ambos casos, la resistencia a la tracción del cable y, por tanto, la resistencia frente a la flexión bajo carga, aumenta debido a la mayor resistencia a la tracción del conductor de aluminio blando.
- 20
- 25
- 30 En una segunda realización preferente, la aleación de aluminio puede comprender de 0,013 a 0,020 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede comprender un tratamiento a una temperatura de 185 a 225 °C durante 12 a 24 horas. Además, la aleación de aluminio también puede comprender de 0,00 a 0,02 % (m/m) de itrio y/o erbio, como 0,01 % (m/m) de itrio, y de 0,1 a 0,3 % (m/m) de hierro, como 0,12 a 0,18 % (m/m). De este modo, pueden obtenerse ventajosamente conductores de aluminio duro con características

Tabla 1

	Puro		1	2	3
	La presente invención				
Tipo de conductor					
	Suave	Duro	Suave	Duro	Duro
Composición química (en %(m/m))					
Zr	-	-	0,008- 0,010	0,013 - 0,020	0,020 - 0,025
Y	-	-	0,01	0,01	0,01
Fe	-	-	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18
Mg	-	-	-	-	-
Si	-	-	-	-	-
Tratamiento térmico					
En	Alambre		Alambre	Alambre	Alambre
Temp 1	420 °C	NINGUNO	280 +/- 10	205 +/- 20	220 +/- 20
Tiempo 1	15	-	18 +/- 6	18 +/- 6	18 +/- 6
Temp 2	-	-	-	-	-
Tiempo 2	-	-	-	-	-
Resistencia térmica (en °C)					
1 hora		150	255	230	255
400 horas		120	220	180	220

Resistencia térmica (en °C)					
40 años		80	180	150	180
Resistencia a la tracción (en MPa)					
- hasta	60 -	170	90	169	169
2,6 -	60 -	170	90	166	166
2,9 -	60 -	165	90	162	162
3,5 -	60 -	160	90	162	162
3,8 -	60 -	160 -	90	159	159
4,0 -	60 -	160 -	90	159	159
Conductividad (en % IACS)					
	63,00	61,00	63,00	61,50	61,00
Extender (en %)					
			> 15 %	> 2,5 %	> 2,5 %

correspondientes a los conductores AT1 AlZr, aunque con una conductividad mayor (61,5 % frente a 60 %). Estos conductores pueden, por ejemplo, utilizarse ventajosamente en cables de alta tensión del tipo ACCC™, en los que la resistencia a la tracción del cable aumenta aún más, más que en el caso de los conductores de aluminio mencionados anteriormente de la primera realización preferible, a expensas de una reducción de la conductividad (61,5 % frente a 63 %). Por otra parte, estos conductores también pueden utilizarse ventajosamente, por ejemplo, en cables de alta tensión del tipo "conductor de aluminio reforzado con acero (ACSR)", en los que la resistencia térmica y la conductividad del cable aumentan en comparación con el aluminio duro puro.

En una tercera realización preferente, la aleación de aluminio puede comprender de 0,020 a 0,025 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede comprender un tratamiento a una temperatura de 200 a 240 °C durante 12 a 24 horas. Además, la aleación de aluminio también puede comprender de 0,00 a 0,02 % (m/m) de itrio y/o erbio, como 0,01 % (m/m) de itrio, y de 0,1 a 0,3 % (m/m) de hierro, como 0,12 a 0,18 % (m/m). De este modo, se pueden obtener ventajosamente conductores de aluminio duro con la misma conductividad que el aluminio duro puro (61 %) pero con una mayor resistencia a la temperatura. Alternativamente, estos conductores también pueden compararse con las aleaciones de aluminio actuales con alta resistencia térmica, donde los conductores de acuerdo con esta tercera realización preferente tienen una resistencia térmica entre la de los conductores AT1 y AT3 AlZr (180/220 frente a 150/180 y 210/240) pero con una conductividad más alta (61 % frente a 60 %). Estos conductores pueden, por ejemplo, volver a utilizarse ventajosamente en cables de alta tensión del tipo ACCC™, en los que la resistencia a la tracción del cable aumenta aún más, de nuevo más que en el caso de los conductores de aluminio mencionados anteriormente de la primera realización preferible, a expensas de una reducción de la conductividad (61 % frente a 63 %). Por otra parte, estos conductores pueden por ejemplo también otra vez utilizarse de manera conveniente en cables de alto voltaje del tipo ACSR, donde la resistencia térmica aumenta aún más, más que en el caso para los conductores de aluminio mencionados anteriormente de la segunda realización preferente de la conductividad, y la misma conductividad que el aluminio duro puro. Esto último también puede ser una ventaja en la práctica, ya que permite cambiar los conductores de aluminio duro puro existentes por conductores de aluminio de acuerdo con la presente invención, sin necesidad de realizar ajustes en el resto del sistema.

Cabe señalar que las tolerancias en las temperaturas pueden depender además de la composición, los oligoelementos y, por ejemplo, las variaciones en el tipo de horno. En caso necesario, el experto en la materia podrá aportar una caracterización más específica, en función de las variaciones locales, como el proceso de temperatura, el empaquetado, los diámetros del alambre, la composición exacta, etc.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un uso del conductor del primer aspecto en un cable de alta tensión. En las realizaciones, el conductor puede corresponderse con las realizaciones del primer aspecto.

En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un cable de alta tensión (1) que comprende un núcleo (2) y uno o varios conductores (3) de acuerdo con el primer aspecto. Una representación esquemática de dicho cable se muestra en la FIG. 1. En las realizaciones, el conductor puede corresponderse con las realizaciones del primer aspecto.

En algunas realizaciones, el núcleo puede ser de material compuesto, acero o invar.

En algunas realizaciones, el núcleo puede ser de material compuesto o de acero, la aleación de aluminio puede contener de 0,008 a 0,010 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede consistir, por ejemplo, en un tratamiento a una temperatura de 270 a 290 °C durante 12 a 24 horas. En algunas realizaciones, el núcleo puede ser de material compuesto o acero, la aleación de aluminio puede contener de 0,013 a 0,020 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede consistir en un tratamiento a una temperatura de 185 a 225 °C durante 12 a 24 horas.

En algunas realizaciones, el núcleo puede ser de material compuesto o acero, la aleación de aluminio puede contener de 0,020 a 0,025 % (m/m) de circonio, y el tratamiento térmico puede consistir en un tratamiento a una temperatura de 200 a 240 °C durante 12 a 24 horas.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a una aleación de aluminio adecuada para su uso en el conductor de acuerdo con el primer aspecto, que comprende uno o varios de un elemento del grupo 3, 4 o 5 y/o un lantánido, cada uno con una concentración en el intervalo de 0,006 a 0,03 % (m/m), preferentemente en el intervalo de 0,006 a 0,027 % (m/m) como por ejemplo en el intervalo de 0,008 a 0,025 % (m/m).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender un 99,5 % (m/m) o más de aluminio, preferiblemente un 99,65 % (m/m) o más.

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender además entre 0,00 y 0,02 % (m/m) de itrio o erbio, preferentemente 0,01 % (m/m).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede comprender además entre 0,1 y 0,3 % (m/m) de hierro, preferentemente de 0,12 a 0,18 % (m/m).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio puede estar totalmente recocida.

En las realizaciones,

los elementos del grupo 3 pueden ser escandio o itrio o una combinación de ellos, los elementos del grupo 4 pueden ser titanio, circonio o hafnio o una combinación de ellos, los elementos del grupo 5 pueden ser niobio o tántalo o una combinación de ellos, y el lantánido puede ser lantano, cerio, praseodimio o erbio o una combinación de ellos.

En un quinto aspecto, la presente invención se refiere a un uso de las aleaciones de aluminio de acuerdo con el cuarto aspecto en el conductor de acuerdo con el primer aspecto. En las realizaciones, el aluminio puede corresponderse con las realizaciones del cuarto aspecto.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un método para la producción de un conductor adecuado para su uso en un cable de alta tensión. El método incluye la fusión de aluminio técnicamente puro en un horno de fusión, la aleación de los elementos de aleación, la colada continua de un perfil, el laminado del perfil dentro de un intervalo de temperaturas de 380 °C a 540 °C, el trefilado de alambres a partir de un tren de laminado hasta el diámetro final y el tratamiento térmico de los alambres con diámetro final. El método puede además incluir una etapa de deformación final, realizada en una máquina de trefilado o en una máquina de cable. El método además también puede incluir el trenzado de los alambres en una máquina de cableado para conductores desnudos.

Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que el tratamiento térmico que determina las características con respecto a la conductividad y la resistencia a la tracción se lleve a cabo en los alambres con el diámetro final y no en el tren de laminado. El resultado es un conductor que combina las características únicas de una buena conductividad, una buena resistencia a la tracción y una buena resistencia térmica.

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, la aleación de los elementos de aleación incluye la adición de elementos de aleación de modo que la composición se corresponda con las indicadas para los conductores descritos en el aspecto mencionado anteriormente.

En algunas realizaciones, la laminación del perfil puede tener lugar en un intervalo de temperatura comprendido entre 420 °C y 520 °C, por ejemplo en un intervalo de temperatura comprendido entre 440 °C y 500 °C.

En algunas realizaciones de la presente invención, el método también incluye el enfriamiento del perfil en el rodillo a una temperatura comprendida entre 80 °C y 330 °C, por ejemplo a una temperatura comprendida entre 250 °C y 320 °C o a una temperatura comprendida entre 80 °C y 160 °C o a una temperatura comprendida entre 150 °C y 250 °C. Es una ventaja de algunas realizaciones de la presente invención que la resistencia a la tracción puede ser alta, particularmente cuando la temperatura es más baja al retirar el perfil del rodillo.

En algunas realizaciones, los diámetros de los rodillos están en un rango de 8 mm a 25 mm, por ejemplo en un rango de 9,5 mm a 18 mm, como por ejemplo en un rango de 9,5 mm a 12 mm.

En algunas realizaciones, los diámetros finales de los alambres, o los diámetros finales equivalentes -es decir, el diámetro medio- si los alambres no son redondos sino de otra forma con respecto a la forma de su perfil, están comprendidos entre 1 mm y 7 mm, por ejemplo entre 2 mm y 5 mm.

En algunas realizaciones, el tratamiento térmico de los alambres se ha trefilado en su diámetro final, un tratamiento térmico por lotes o en línea. Cabe señalar que el tratamiento térmico del conductor trefilado cuando se encuentra en su diámetro final permite obtener las características específicamente buenas del conductor, sin que sean necesarios otros tratamientos térmicos, como la homogeneización de un lingote, el recocido o el envejecimiento.

En las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas se han incluido aspectos específicos y preferentes de la invención.

A título ilustrativo, pero no limitativo, en las tablas 2 a 4 siguientes se dan otros ejemplos de aleaciones según ejemplos de la presente invención.

Tabla 2

	Puro		1	2	3	4
	La presente invención					
	Tipo de conductor					
	Suave	Duro	Suave	Suave	Duro	Duro
	Composición química (en %(m/m))					
Sc	-	-	0,005-	0,027	0,005-	0,027
Y y/o Er	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe	-	-	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18	0,12 -
Mg	-	-	-	-	-	-
Si	-	-	-	-	-	-
	Tratamiento térmico					
En	Alambre		Alambre	Alambre	Alambre	Alambre
Temp 1 (en °C)	420 °C	NINGUNO	280 +/- 10	280 +/- 10	220 +/- 20	220 +/- 20
Tiempo 1 (en horas)	15	-	18 +/- 6	18 +/- 6	18 +/- 6	18 +/- 6
Temp 2 (en °C)	-	-	-	-		-
Tiempo 2 (en horas)	-	-	-	-		-
	Resistencia térmica (en °C)					
1 hora		150	255	255	230	280
400 horas		120	220	220	180	240
40 años		80	180	180	150	210
	Resistencia a la tracción (en MPa)					
- a 2,6 mm	60 -	170	90	125	169	169
2,6 - 2,9 mm	60 -	170	90	125	166	166
2,9 - 3,5 mm	60 -	165	90	125	162	162
3,5 - 3,8 mm	60 -	160	90	125	162	162
3,8 - 4,0 mm	60 -	160 -	90	125	159	159
4,0 - 4,5 mm	60 -	160 -	90	125	159	159
	Conductividad (en % IACS)					
	63,0	61,00	63,00	62,0	62,0	61,00

	Conductividad (en % IACS)					
	Extensión					
	>30	1 – 2 %	> 50 %	> 8 %	> 2,5 %	> 2,5 %

Tabla 3

	Puro		1	2	3	4
	La presente invención					
	Tipo de conductor					
	Suave	Duro	Suave	Suave	Duro	Duro
	Composición química (en %(m/m))					
Er	-	-	0,025	0,01	0,025	0,01
Y	-	-	0,01	0,025	0,01	0,025
Fe	-	-	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18
Mg	-	-	-	-	-	-
Si	-	-	-	-	-	-
	Tratamiento térmico					
En	Alambre		Alambre	Alambre	Alambre	Alambre
Temp 1 (en °C)	420 °C	NINGUNO	280 +/- 10	280 +/-10	220 +/- 20	220 +/- 20
Tiempo 1 (en horas)	15	-	18 +/- 6	18 +/- 6	18 +/- 6	18 +/- 6
Temp 2 (en °C)	-	-	-	-		-
Tiempo 2 (en horas)	-	-	-	-		-
	Resistencia térmica (en °C)					
1 hora		150	255	255	230	230
400 horas		120	220	220	180	180
40 años		80	180	180	150	150
	Resistencia a la tracción (en MPa)					
- a 2,6 mm	60 -	170	90	90	169	169
2,6 - 2,9 mm	60 -	170	90	90	166	166
2,9 - 3,5 mm	60 -	165	90	90	162	162
3,5 - 3,8 mm	60 -	160	90	90	162	162
3,8 - 4,0 mm	60 -	160 -	90	90	159	159
4,0 - 4,5 mm	60 -	160 -	90	90	159	159
	Conductividad (en % IACS)					
	63,00	61,00	63,00	63,0	61,50	61,50
	Extensión					
	>30 %	1-2 %	> 15 %	> 15 %	> 2,5 %	> 2,5 %

Tabla 4

ES 2 982 339 T3

	Puro		1	2	3
	La presente invención				
Tipo de conductor					
	Suave	Duro	Suave	Duro	Duro
Composición química (en %(m/m))					
Hf	-	-	0,008- 0,010	0,013 - 0,020	0,020 - 0,025
Y o Er	-	-	0,01	0,01	0,01
Fe	-	-	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18	0,12 - 0,18
Mg	-	-	-	-	-
Si	-	-	-	-	-
Tratamiento térmico					
En	Alambre		Alambre	Alambre	Alambre
Temp 1 (en °C)	420 °C	NINGUNO	280 +/-10	205 +/- 20	220 +/- 20
Tiempo 1 (en horas)	15	-	18 +/- 6	18 +/- 6	18 +/- 6
Temp 2 (en °C)	-	-	-	-	-
Tiempo 2 (en horas)	-	-	-	-	-
Resistencia térmica (en °C)					
1 hora		150	255	230	255
400 horas		120	220	180	220
40 años		80	180	150	180
Resistencia a la tracción (en MPa)					
- a 2,6 mm	60 - 65	170	90	169	169
2,6 -	60 - 65	170	90	166	166
2,9 -	60 - 65	165	90	162	162
3,5 -	60 - 65	160	90	162	162
3,8 -	60 - 65	160 -	90	159	159
4,0 -	60 - 65	160 -	90	159	159
Conductividad (en % IACS)					
	63,00	61,00	63,00	62,00	61,50
Extensión					
	>30 %	1-2 %	> 15 %	> 2,5 %	> 2,5 %

REIVINDICACIONES

1. Una línea aérea de alta tensión que comprende un conductor, el conductor que comprende una aleación de aluminio,
5 en la que la aleación de aluminio comprende uno o varios elementos de los grupos 3, 4 o 5 y, opcionalmente, un lantánido, cada uno de ellos con una concentración comprendida entre 0,006 y 0,030 % (m/m), preferentemente comprendida entre 0,006 y 0,027 % (m/m) como, por ejemplo, entre 0,008 y 0,025 % (m/m), y
10 en la que el conductor haya sido sometido a un tratamiento térmico a una temperatura comprendida entre 185 °C y 315 °C durante un período comprendido entre 12 horas y 24 horas, de modo que el conductor tenga una conductividad igual o superior al 61 % IACS.
2. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la aleación de aluminio comprende un 99,5 % (m/m) o más de aluminio, preferiblemente un 99,65 % (m/m) o más.
15
3. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en la que la aleación de aluminio comprende de 0,00 a 0,02 % (m/m) de itrio y/o erbio, preferentemente 0,01 % (m/m).
4. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la aleación de aluminio comprende además de 0,1 a 0,3 % (m/m) de hierro, preferentemente de 0,12 a 0,18 % (m/m).
20
5. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque:
25 - el elemento del grupo 3 es escandio o itrio o una combinación de los mismos,
- el elemento del grupo 4 es titanio, circonio o hafnio o una combinación de los mismos,
- el elemento del grupo 5 es niobio o tántalo o una combinación de los mismos, y
- el lantánido es lantano, cerio, praseodimio o erbio o una combinación de los mismos.
6. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
30 en la que la aleación de aluminio comprende de 0,008 a 0,010 % (m/m) de circonio, y
en la que el tratamiento térmico comprende un tratamiento a una temperatura de 270 a 290 °C durante 12 a 24 horas.
7. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5,
35 en la que la aleación de aluminio comprende de 0,013 a 0,020 % (m/m) de circonio, y
en la que el tratamiento térmico comprende un tratamiento a una temperatura de 185 a 225 °C durante 12 a 24 horas.
40
8. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5,
en la que la aleación de aluminio comprende de 0,020 a 0,025 % (m/m) de circonio, y
45 en la que el tratamiento térmico comprende un tratamiento a una temperatura de 200 a 240 °C durante 12 a 24 horas.
9. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende un núcleo y uno o varios conductores.
10. La línea aérea de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 10, en la que el núcleo comprende material compuesto o acero o invar.
50
11. Un método para la fabricación de una línea aérea de alta tensión de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 10, el método comprende
55 - fundir aluminio técnicamente puro en un horno de fusión,
- alear los elementos de aleación,
- colar continuamente un perfil y laminado en línea del perfil dentro de una gama de temperaturas comprendida entre 380 °C y 540 °C,
60 - trefilar un conductor de un tren de laminado hasta el diámetro final, y
- tratar térmicamente los alambres con diámetro final.

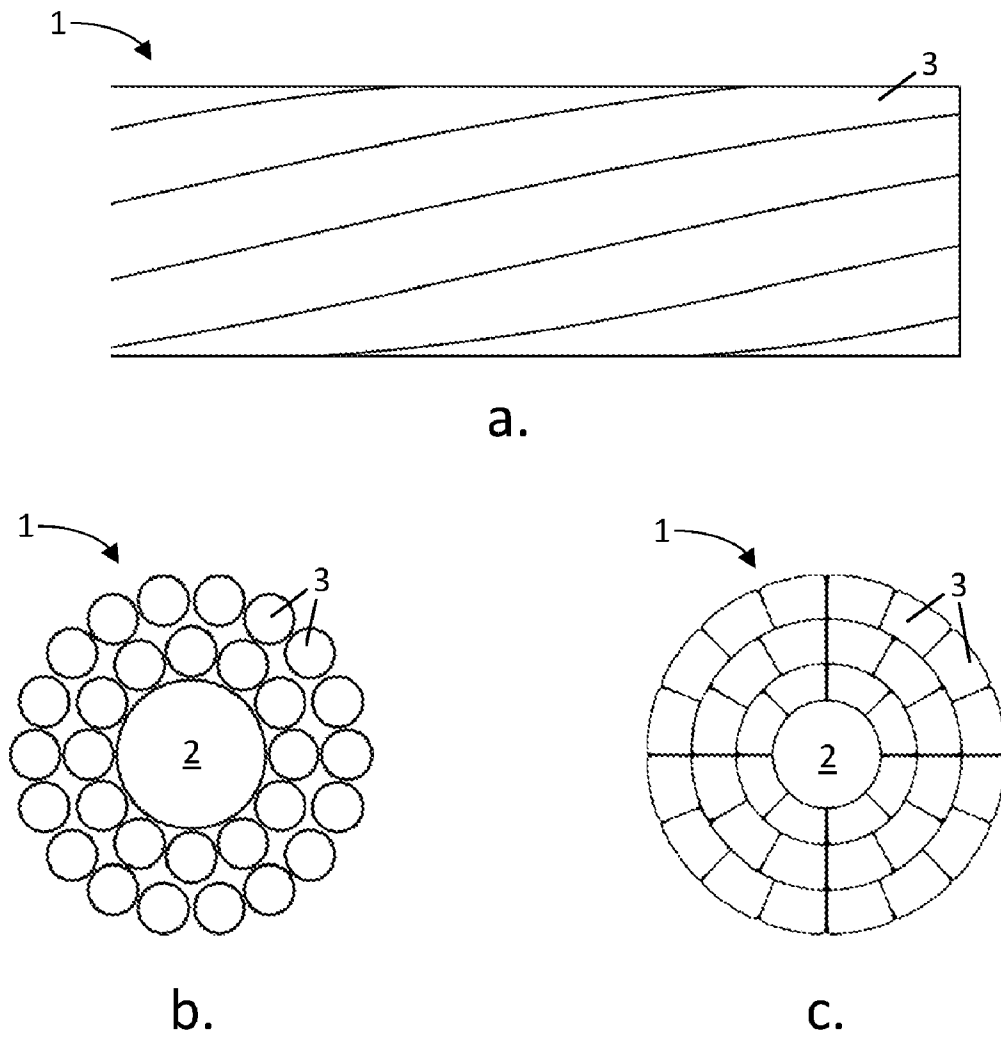


FIG. 1