(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 739 040**

(51) Int. Cl.:

H01B 3/00	(2006.01)
H01B 7/00	(2006.01)
B24C 1/00	(2006.01)
H01B 13/16	(2006.01)
H01B 1/02	(2006.01)
H01B 7/29	(2006.01)
H02G 7/00	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2013** **PCT/US2013/070154**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015** **WO15053796**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2013** **E 13895379 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019** **EP 3055868**

(54) Título: **Conductor aéreo recubierto**

(30) Prioridad:

10.10.2013 US 201314051080

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.01.2020

(73) Titular/es:

GENERAL CABLE TECHNOLOGIES CORPORATION (50.0%)
4 Tesseneer Drive
Highland Heights KY 41076, US y
EMISSHIELD INC. (50.0%)

(72) Inventor/es:

MHETAR, VIJAY;
DAVIS, CODY R.;
RANGANATHAN, SATHISH KUMAR;
OLVER, JOHN y
DILLARD, JOHN

(74) Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 739 040 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

Conductor aéreo recubierto

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un procedimiento de formación de un conductor aéreo modificado superficialmente mejorado con un recubrimiento que permite que el conductor funcione a menores temperaturas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

A medida que aumenta la necesidad de obtener electricidad, también aumenta la necesidad de obtener líneas de transmisión y distribución de mayor capacidad. La cantidad de energía que una línea de transmisión puede suministrar es dependiente de la capacidad de trasporte de corriente (ampacidad) de la línea. La ampacidad de una línea está limitada por la temperatura de funcionamiento máxima segura del conductor desnudo que trasporta la corriente. Superar esta temperatura puede dar como resultado daños en el conductor o en los complementos de la línea. Además, el conductor se calienta mediante pérdidas óhmicas y el calor solar y se enfría mediante conducción, convección y radiación. La cantidad de calor generado debido a las pérdidas óhmicas depende de la corriente (I) que pasa a través de él y de su resistencia eléctrica (R) mediante la relación pérdidas óhmicas=I^2R. La resistencia eléctrica (R) por sí misma es dependiente de la temperatura. Una mayor corriente y temperatura dan lugar a una mayor resistencia eléctrica, lo que, a su vez, da lugar a más pérdidas eléctricas en el conductor.

Se han propuesto varias soluciones en la técnica. El documento WO 2007/034248 concedido a Simic divulga conductores aéreos recubiertos con un recubrimiento de superficie espectralmente selectiva. El recubrimiento tiene un coeficiente de emisión de calor (E) mayor que 0,7 y un coeficiente de absorción solar (A) que es inferior a 0,3. Simic también requiere que la superficie sea de color blanco para que tenga baja absorción solar.

El documento DE 3824608 divulga un cable aéreo que tiene un recubrimiento de pintura negro con una emisividad superior a 0,6, preferentemente superior a 0,9. La pintura está fabricada de un plástico (por ejemplo, poliuretano) y pigmento de color negro.

El documento FR 2971617 divulga un conductor eléctrico recubierto con una capa polimérica cuyo coeficiente de emisividad es de 0,7 o más y el coeficiente de absorción solar es de 0,3 o inferior. La capa polimérica se produce a partir de poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) y un aditivo con pigmento blanco.

Tanto el documento FR 2971617 como el documento WO 2007/034248 requieren recubrimientos blancos que no son deseables debido al brillo y a la decoloración a lo largo del tiempo. Tanto el documento DE 3824608 como el documento FR 2971617 requieren recubrimientos poliméricos que no son deseables debido a sus cuestionables características térmicas y de envejecimiento en húmedo.

El documento US 20120074122 A1 enseña la aplicación de recubrimientos de alta emisividad, tales como los que se encuentran en los documentos US 7105047 y US 6921431, en o adyacentes a elementos de calentamiento dentro de un horno de cocción para modificar el calor radiante.

Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de obtener un recubrimiento duradero, inorgánico y no blanco para conductores aéreos que permita que los conductores funcionen a temperaturas reducidas.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

La temperatura del conductor es dependiente de una serie de factores, incluyendo las propiedades eléctricas del conductor, las propiedades físicas del conductor y las condiciones climáticas locales. Una manera de que el conductor incremente su temperatura es absorbiendo calor del sol debido a la radiación solar. La cantidad de calor absorbido es dependiente de la superficie del conductor, es decir, del coeficiente de absortividad de la superficie ("absortividad"). Una baja absortividad indica que el conductor absorbe solo una pequeña cantidad de calor debido a la radiación solar.

Una manera de que el conductor reduzca su temperatura es emitiendo calor a través de la radiación. La cantidad de calor irradiado es dependiente del coeficiente de emisividad de la superficie del conductor ("emisividad"). La alta emisividad indica que el conductor está irradiando más calor que un conductor con baja emisividad.

En consecuencia, es un objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento de formación de un conductor aéreo que contiene un agente de emisividad, cuando se somete a prueba de acuerdo con ANSI C119.4-2004, reduce la temperatura de funcionamiento del conductor en comparación con la temperatura del mismo conductor sin el agente de emisividad. El agente de emisividad se puede incorporar directamente en el conductor o recubrirse en el conductor. Preferentemente, la temperatura de funcionamiento se reduce en al menos 5 °C.

El conductor aéreo tiene su superficie expuesta al entorno recubierta con una capa que consiste en un recubrimiento de alta emisividad, tal como los disponibles de Emisshield, Inc. (Blacksburg, VA), que se dispone en la superficie expuesta que altera el rendimiento de la superficie del conductor. La capa de recubrimiento contiene de

aproximadamente un 5 % a aproximadamente un 30 % de un adhesivo inorgánico, de aproximadamente un 45 % a aproximadamente un 92 % de una carga, de aproximadamente un 2 % a aproximadamente un 20 % de uno o más agentes de emisividad, y opcionalmente, de aproximadamente un 1 % a aproximadamente un 5 % de un estabilizante. El recubrimiento proporciona una adhesión y flexibilidad superiores en el conductor, de tal manera que pueda resistir el pelado y la rotura durante el combado repetido del cable.

La capa de recubrimiento del conductor contiene, en peso seco, de aproximadamente un 10 % a aproximadamente un 25 % de silicato de sodio, de aproximadamente un 55 % a aproximadamente un 75 % de SiO_2 en polvo seco, de aproximadamente un 10 % a aproximadamente un 25 % de B_4C, opcionalmente de aproximadamente un 0,5 % a aproximadamente un 5,0 % de nitruro de boro en peso seco y de aproximadamente un 0,5 % a aproximadamente un 2 % de bentonita en polvo. La composición seca se puede preparar como una mezcla húmeda añadiendo de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 40 % de agua desionizada en una base húmeda.

El recubrimiento usado puede contener, como porcentaje en peso seco, de aproximadamente un 13 % a aproximadamente un 15 % de silicato de sodio, aproximadamente un 69 % de SiO_2 en polvo seco, de aproximadamente un 14 % a aproximadamente un 16 % de carburo de boro y de aproximadamente un 1,0 % a aproximadamente un 1,5 % de bentonita en polvo. Esa composición seca se puede preparar como una mezcla acuosa húmeda que tenga de aproximadamente un 36 % a aproximadamente un 38 % de agua desionizada en una base húmeda.

El recubrimiento usado puede contener, como porcentaje en peso seco, de aproximadamente un 13 % a aproximadamente un 15 % de silicato de sodio, aproximadamente un 69 % de SiO_2 en polvo seco, de aproximadamente un 13 % a aproximadamente un 15 % de carburo de boro en peso seco, de aproximadamente un 1,0 % a aproximadamente un 2,0 % de nitruro de boro en peso seco y aproximadamente un 1,0 % a aproximadamente un 1,5 % de bentonita en polvo. Esa composición seca se puede preparar como una mezcla acuosa húmeda que tenga de aproximadamente un 36 % a aproximadamente un 38 % de agua desionizada en una base húmeda.

Como un objetivo de la presente invención, se proporcionan procedimientos para recubrir un conductor aéreo con un recubrimiento inorgánico y flexible que reduce la temperatura de funcionamiento del conductor en comparación con la temperatura del mismo conductor sin el agente radiante de calor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se obtendrán fácilmente una apreciación más completa de la invención y muchas de las ventajas intrínsecas de la misma a medida que la misma se entienda mejor por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considere en conexión con los dibujos adjuntos:

la FIG. 1 es una vista en sección transversal de un conductor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 2 es una vista en sección transversal de un conductor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 3 es una vista en sección transversal de un conductor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 4 es una vista en sección transversal de un conductor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 5 es un dibujo que muestra la disposición de prueba para medir la temperatura de sustratos de metal para una corriente aplicada dada;

la FIG. 6 es un dibujo que muestra un procedimiento continuo de la presente invención;

la FIG. 7 es un dibujo que muestra una sección transversal de la boquilla cargada;

la FIG. 8 es un dibujo que muestra una vista en planta de la boquilla cargada; y

la FIG. 9 es un dibujo que muestra una vista en corte de la boquilla cargada.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN PREFERENTES

La presente invención proporciona un procedimiento para formar un conductor aéreo que contiene un recubrimiento exterior que, cuando se somete a prueba de acuerdo con ANSI C119.4-2004, reduce la temperatura de funcionamiento del conductor en comparación con la temperatura del mismo conductor sin el agente radiante de calor. El agente radiante de calor se puede incorporar directamente en el conductor o recubrirse en el conductor. Preferentemente, la temperatura de funcionamiento se reduce en al menos 5 °C.

En un modo de realización, se proporciona un procedimiento para formar un conductor aéreo desnudo con un recubrimiento de superficie para disminuir la temperatura de funcionamiento del conductor sin cambio significativo en ninguna propiedad eléctrica o mecánica, tal como resistencia eléctrica, resistencia al envejecimiento en caliente, corona, alargamiento en el punto de ruptura, resistencia a la tracción y coeficiente de elasticidad, por ejemplo. La capa de recubrimiento contiene de aproximadamente un 5 % a aproximadamente un 30 %, preferentemente de aproximadamente un 13 % a aproximadamente un 15 %, de un adhesivo inorgánico, de aproximadamente un 45 % a aproximadamente un 92 %, preferentemente de aproximadamente un 68 % a aproximadamente un 69 %, de una carga, de aproximadamente un 2 % a aproximadamente un 20 %, preferentemente de aproximadamente un 14 % a aproximadamente un 17 %, de uno o más agentes de emisividad, y opcionalmente, de aproximadamente un 1 % a aproximadamente un 5 %, preferentemente de aproximadamente un 1 % a aproximadamente un 1,5 %, de un estabilizante. Una vez recubierta sobre un conductor y secada, la capa de recubrimiento es preferentemente inferior a 200 micrómetros, más preferentemente inferior a 100 micrómetros, lo más preferentemente inferior a 30 micrómetros. Pero, en cualquier caso, el grosor es de al menos 5 micrómetros. Los recubrimientos producidos de acuerdo con la presente invención son preferentemente no blancos. Los recubrimientos apropiados para la presente invención están disponibles de Emisshield, Inc. (Blacksburg, VA).

Como se usa en el presente documento, todos los porcentajes (%) son porcentajes peso-peso, también expresados como % peso/peso, % (p/p), p/p, % p/p o simplemente %, a menos que se indique de otro modo. Además, como se usa en el presente documento, el término "mezcla húmeda" se refiere a porcentajes relativos de la composición del recubrimiento protector térmico en solución y "mezcla seca" se refiere a los porcentajes relativos de la composición de la mezcla seca de recubrimiento protector térmico antes de la adición de agua. En otras palabras, los porcentajes de mezcla seca son los presentes sin tener en cuenta el agua. La mezcla húmeda se refiere a la mezcla en solución (con agua). "Porcentaje en peso húmedo" es el peso en una mezcla húmeda, y "porcentaje en peso seco" es el peso en una mezcla seca sin considerar los porcentajes en peso húmedo. Todos los porcentajes mencionados en el presente documento están basados en peso seco de la composición total, a menos que se indique de otro modo.

El adhesivo inorgánico es preferentemente un silicato de metal alcalino/alcalinotérreo, que incluye, pero no se limita a, silicato de sodio, silicato de potasio, silicato de litio, silicato de calcio y silicato de magnesio. El adhesivo inorgánico preferente es silicato de sodio.

La carga es preferentemente un óxido de metal, que incluye, pero no se limita a, dióxido de silicio, óxido de aluminio, dióxido de titanio, óxido de magnesio, óxido de calcio y óxido de boro. La carga preferente es dióxido de silicio.

El agente de emisividad incluye, pero no se limita a, tetraboruro de carbono (carburo de boro), nitruro de boro, tetraboruro de silicio, carburo de silicio, disiliciuro de molibdeno, diboruro de circonio, cromita cúprica y óxidos metálicos, tales como óxidos de hierro, óxidos de magnesio, óxidos de manganeso, óxidos de cobre y cromo, y óxidos de cromo, y derivados de los mismos. El agente de emisividad preferente es carburo de boro y/o nitruro de boro.

El estabilizante incluye, pero no se limita a, bentonita, caolín, arcilla de magnesio-alúmina-sílice y óxido de circonio estabilizado. Otros estabilizantes de arcilla figulina se pueden sustituir en el presente documento como un estabilizante. El estabilizante preferente es bentonita.

El término "sólidos totales" se refiere a la suma de la sílice y el metal alcalino. La proporción en peso es la variable de silicato más importante. La proporción determina la solubilidad del producto, la reactividad y las propiedades físicas. La proporción es la proporción en peso o bien molar de sílice con respecto al metal alcalino. La densidad es una expresión de los sólidos totales y se determina típicamente usando un hidrómetro. A medida que se incrementan las temperaturas, disminuye la densidad. Cuando se incrementa el contenido de sólidos, se incrementa la densidad. El pH es una función de la composición de silicato y la concentración de sólidos. El valor de pH de los silicatos no refleja fielmente el contenido de metal alcalino de la solución, debido a la fuerte capacidad de tamponamiento de la sílice. Esto significa que el pH de una solución de silicato se mantiene constante hasta que se neutraliza casi por completo. La capacidad de tamponamiento de las soluciones de silicato se incrementa al incrementar la proporción de sílice con respecto al metal alcalino.

Los agentes de emisividad están disponibles de varias fuentes. La emisividad es la capacidad relativa de una superficie de emitir calor por radiación, y la proporción de la energía radiante emitida por una superficie con respecto a la energía radiante emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura. La emitancia es la energía irradiada por la superficie de un cuerpo por unidad de área.

Preferentemente, el estabilizante es bentonita en polvo, alúmina tabular o arcilla de magnesio-alúmina-sílice. La bentonita en polvo permite que la preparación se prepare y use en una fecha posterior. Las preparaciones sin bentonita en polvo se deben usar inmediatamente. La bentonita está disponible, por ejemplo, de American Colloid Company (Hoffman Estates, IL) como Polargel®.

Se pueden usar uno o más colorantes en la composición de recubrimiento, preferentemente a una concentración de aproximadamente un 0,02 a un 0,2 % (en peso de la composición seca total). El colorante pueden ser pigmentos orgánicos o inorgánicos, que incluyen, pero no se limitan a, dióxido de titanio, rutilo, titanio, anatina, bruquita,

amarillo de cadmio, rojo de cadmio, verde de cadmio, cobalto naranja, azul de cobalto, azul de cáñamo, azul cerúleo, aureolina, amarillo de cobalto, pigmentos de cobre, azurita, púrpura chino, azul chino, azul egipcio, malaquita, verde de París, azul de ftalocianina BN, verde de ftalocianina G, verdigrís, viridián, pigmentos de óxido de hierro, sanguina, púrpura cardenal, óxido rojo, ocre rojizo, rojo veneciano, azul de Prusia, pigmentos de tierras arcillosas, ocre amarillento, siena natural, siena quemada, pardo de manganeso, siena tostada, pigmentos marinos (ultramar, sombra verde ultramar), pigmentos de cinc (blanco de cinc, ferrita de cinc) y combinaciones de los mismos.

En un modo de realización preferente, la capa de recubrimiento del conductor contiene, en peso seco, de aproximadamente un 10 % a aproximadamente un 25 % de silicato de sodio, de aproximadamente un 55 % a aproximadamente un 75 % de SiO_2 en polvo seco, de aproximadamente un 10 % a aproximadamente un 25 % de B_4C, opcionalmente de aproximadamente un 0,5 % a aproximadamente un 5,0 % de nitruro de boro en peso seco y de aproximadamente un 0,5 % a aproximadamente un 2 % de bentonita en polvo. La composición seca se puede preparar como una mezcla húmeda añadiendo de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 40 % de agua desionizada en una base húmeda.

En un modo de realización lo más preferente de la presente invención, el recubrimiento usado contiene, como porcentaje en peso seco, de aproximadamente un 13 % a aproximadamente un 15 % de silicato de sodio, aproximadamente un 69 % de SiO_2 en polvo seco, de aproximadamente un 14 % a aproximadamente un 16 % de carburo de boro y de aproximadamente un 1,0 % a aproximadamente un 1,5 % de bentonita en polvo. Esa composición seca se puede preparar como una mezcla acuosa húmeda que tenga de aproximadamente un 36 % a aproximadamente un 38 % de agua desionizada en una base húmeda.

En otro modo de realización lo más preferente, el recubrimiento usado contiene, como porcentaje en peso seco, de aproximadamente un 13 % a aproximadamente un 15 % de silicato de sodio, aproximadamente un 69 % de SiO_2 en polvo seco, de aproximadamente un 13 % a aproximadamente un 15 % de carburo de boro en peso seco, de aproximadamente un 1,0 % a aproximadamente un 2,0 % de nitruro de boro en peso seco y aproximadamente un 1,0 % a aproximadamente un 1,5 % de bentonita en polvo. Esa composición seca se puede preparar como una mezcla acuosa húmeda que tenga de aproximadamente un 36 % a aproximadamente un 38 % de agua desionizada en una base húmeda.

Una vez aplicado y curado en un conductor, el recubrimiento ofrece un recubrimiento flexible que no muestra ninguna rotura visible cuando se comba en un mandril de diámetro de 10 pulgadas (254 mm) o inferior. El recubrimiento curado también es resistente al calor y pasa la misma prueba de combado en mandril después del envejecimiento en caliente a 325 ℃ durante un periodo de 1 día y 7 días.

Las FIGS. 1, 2, 3 y 4 ilustran diversos conductores aéreos desnudos de acuerdo con diversos modos de realización que incorporan una superficie espectralmente selectiva.

Como se observa en la FIG 1, el conductor aéreo desnudo 100 incluye, en general, un núcleo de uno o más cables 110, cables conductores 120 de sección transversal redonda alrededor del núcleo y la capa de superficie espectralmente selectiva 130. El núcleo 110 puede ser de acero, acero invar, material compuesto de fibra de carbono o cualquier otro material que proporcione resistencia al conductor. Los cables conductores 120 son cobre, o una aleación de cobre, o un aluminio o aleación de aluminio, incluyendo los tipos de aluminio 1350, aluminio de aleaciones de la serie 6000 o aleación de aluminio-circonio, o cualquier otro metal conductor. Como se observa en la FIG 2, el conductor aéreo desnudo 200 incluye, en general, cables conductores 210 redondos y la capa de superficie espectralmente selectiva 220. Los cables conductores 210 son cobre, o una aleación de cobre, o un aluminio o aleación de aluminio, incluyendo los tipos de aluminio 1350, aluminio de aleaciones de la serie 6000 o aleación de aluminio-circonio, o cualquier otro metal conductor. Como se observa en la FIG 3, el conductor aéreo desnudo 300 de la presente invención incluye, en general, un núcleo de uno o más cables 310, cables conductores 320 en forma trapezoidal alrededor del núcleo y la capa de superficie espectralmente selectiva 330. El núcleo 310 puede ser de acero, acero invar, material compuesto de fibra de carbono o cualquier otro material que proporcione resistencia al conductor. Los cables conductores 320 son cobre, o una aleación de cobre, o un aluminio o aleación de aluminio, incluyendo los tipos de aluminio 1350, aluminio de aleaciones de la serie 6000 o aleación de aluminio-circonio, o cualquier otro metal conductor.

Como se observa en la FIG 4, el conductor aéreo desnudo 400 incluye, en general, cables conductores 410 en forma trapezoidal y la capa de superficie espectralmente selectiva 420. Los cables conductores 410 son cobre, o una aleación de cobre, o un aluminio o aleación de aluminio, incluyendo los tipos de aluminio 1350, aluminio de aleaciones de la serie 6000 o aleación de aluminio-circonio, o cualquier otro metal conductor.

La composición de recubrimiento se puede preparar en un dispersador de alta velocidad (HSD), molino de bolas, molino de esferas o usando otras técnicas conocidas en la técnica. En un modo de realización preferente, se usa un HSD para preparar la composición de recubrimiento. Para preparar la composición de recubrimiento, los aglutinantes, el medio de dispersión y el tensioactivo (si se usan) se llevan a un dispersor de alta velocidad y se prepara una solución. En esa solución, se añaden lentamente el agente radiante de calor, las cargas, los estabilizantes, los colorantes y otros aditivos. Inicialmente, se usa una menor velocidad de agitador para retirar el

aire atrapado y luego se incrementa gradualmente la velocidad hasta 3000 rpm. El mezclado a alta velocidad se realiza hasta que se logra la dispersión deseada de las cargas y otros aditivos en el recubrimiento.

El medio de dispersión puede ser agua o un disolvente orgánico. Los ejemplos de disolventes orgánicos incluyen, pero no se limitan a, alcoholes, cetonas, ésteres, hidrocarburos y combinaciones de los mismos. El medio de dispersión preferente es agua. La mezcla de recubrimiento resultante es una suspensión con un contenido de sólidos totales de aproximadamente un 40-80 %, preferentemente de aproximadamente un 45-55 %, más preferentemente de aproximadamente un 49-51 %. Tras el almacenamiento de esta mezcla, las partículas sólidas se pueden asentar y, de ahí que se necesite agitar esa mezcla de recubrimiento y se pueda diluir adicionalmente para lograr la viscosidad requerida antes de transferirla al aplicador de recubrimiento.

En un modo de realización de la presente invención, se prepara la superficie del conductor aéreo antes de la aplicación de la composición de recubrimiento. El procedimiento de preparación puede ser un tratamiento químico, limpieza con aire comprimido, limpieza con agua caliente o vapor, limpieza con cepillo, tratamiento térmico, arenado, ultrasonidos, mateado, limpieza con disolventes, tratamiento con plasma y similares. En un procedimiento preferente, la superficie del conductor aéreo se somete a mateado mediante arenado.

La composición de la mezcla de recubrimiento se puede aplicar mediante una pistola de pulverización, preferentemente con una presión de 10-45 psi (68,94-310,26 kPa), que se controla a través de la presión del aire. La embocadura de la pistola de pulverización se dispone preferentemente perpendicular al sentido del conductor (a un ángulo de 90° aproximadamente) para conseguir un recubrimiento uniforme en el producto conductor. En casos específicos, se pueden usar dos o más pistolas para obtener recubrimientos más eficaces. El grosor y la densidad del recubrimiento se controlan mediante la viscosidad de la mezcla, la presión de la pistola y la velocidad de la línea de conductor. Durante la aplicación del recubrimiento, la temperatura del conductor aéreo se mantiene preferentemente entre 10° C y 90° C, dependiendo del material del conductor.

De forma alternativa, se puede aplicar la mezcla de recubrimiento al conductor aéreo mediante inmersión o usando una brocha o usando un rodillo. Aquí, el conductor limpio y secado se sumerge en la mezcla de recubrimiento para permitir que la mezcla recubra por completo el conductor. A continuación, se retira el conductor de la mezcla de recubrimiento y se deja secar.

Después de su aplicación, se deja secar el recubrimiento en el conductor aéreo mediante evaporación a temperatura ambiente o bien a temperaturas elevadas hasta 325 °C. En un modo de realización, el recubrimiento se seca mediante exposición directa a la llama, lo que expone el recubrimiento a un calentamiento intenso, pero breve (de aproximadamente 0,1-2 segundos, preferentemente de aproximadamente 0,5-1 segundos).

Se puede usar el recubrimiento desarrollado para conductores aéreos que ya están instalados y se usan actualmente. Los conductores existentes se pueden recubrir con un sistema robótico para el recubrimiento automatizado o semiautomatizado. El sistema automatizado funciona en tres etapas: 1. limpiar la superficie del conductor; 2. aplicar el recubrimiento en la superficie del conductor; y 3. secar el recubrimiento.

Se puede usar la modificación superficial de la presente invención en complementos de conductores aéreos desnudos y en productos y piezas relacionados con la distribución y transmisión eléctrica de conductores aéreos desnudos con el propósito de reducción de la temperatura, por ejemplo, productos de extremos muertos/de terminación, productos de empalmes/conexiones, productos de suspensión y soporte de conductores y piezas de recambio de conductores y racores de compresión. Estos productos están disponibles comercialmente de muchos fabricantes, tales como Preformed Line Products (PLP), Cleveland, OH y AFL, Duncan, SC.

Se puede aplicar el recubrimiento a los conductores de varias maneras. Se puede aplicar recubriendo los cables individuales antes de su ensamblaje en el conductor aéreo desnudo. Aquí, es posible tener todos los cables del conductor recubiertos, o más de forma más económica, solo los cables más exteriores del conductor recubierto. De forma alternativa, se puede aplicar el recubrimiento solo a la superficie exterior del conductor aéreo desnudo. Aquí, se puede recubrir la superficie exterior completa o una parte de la misma.

Se puede aplicar el recubrimiento en un procedimiento discontinuo, un procedimiento semidiscontinuo o un procedimiento continuo. Es preferente el procedimiento continuo. La FIG. 6 ilustra un procedimiento continuo preferente para la presente invención. Después del rodillo de devanado de admisión 102, se hace pasar el conductor 112 a través de un procedimiento de preparación de la superficie por medio de una unidad de pretratamiento 104 antes de que se aplique el recubrimiento en la unidad de recubrimiento 106. Después de que se aplica el recubrimiento, el conductor se puede secar por medio de una unidad de secado/curado 108. Una vez secado, el cable se enrolla en un rodillo 110.

En la unidad de pretratamiento 104, la superficie del conductor 112, se prepara preferentemente mediante chorreado abrasivo. El medio preferente es arena, sin embargo, también se pueden usar esferas de vidrio, crichtonita, granallado con acero. El chorreado abrasivo está seguido de limpieza con aire para soplar los materiales en partículas del conductor 112. Una limpieza con aire consiste en chorros de aire dirigidos por soplado sobre el conductor 112 a un ángulo y en un sentido opuesto al sentido de recorrido del conductor 112. Los chorros de aire crean un anillo de aire de 360° que se une a la circunferencia del conductor 112 y limpia la superficie con la alta

velocidad del aire. En este caso, a medida que el conductor abandona la unidad de pretratamiento 104, se limpia cualquier partícula en el conductor 112 y se envía por soplado de nuevo a la unidad de pretratamiento 104. El chorro de aire funciona típicamente a de aproximadamente 60 (413,69) a aproximadamente 100 psi (689,48 kPa), preferentemente de aproximadamente 70-90 psi (482,63-620,53 kPa), más preferentemente de aproximadamente 80 psi (551,52 kPa). El chorro de aire tiene preferentemente una velocidad (que sale de las boquillas) de aproximadamente 125 mph (55,88 ms) a aproximadamente 500 mph (223,52 ms), más preferentemente de aproximadamente 150 mph (67,06 ms) a aproximadamente 400 mph (178,82 ms), y lo más preferentemente de aproximadamente 250 mph (111,76 ms) a aproximadamente 350 mph (156,46 ms). Después de la limpieza con aire, el número de partículas, que tienen un tamaño superior a 10 micrómetros, en la superficie del conductor es menor que 1000 por pies cuadrados de la superficie del conductor, preferentemente inferior a 100 por pies cuadrados de la superficie. Después de la limpieza con aire, el conductor se calienta preferentemente, por ejemplo, mediante un horno de calentamiento, UV, IR, haz electrónico, llama abierta y similares. Se puede conseguir el calentamiento mediante unidades únicas o múltiples. En un modo de realización preferente, el secado/curado se produce mediante aplicación directa a la llama. Aquí, se hace pasar el cable directamente a través de una llama para calentar la superficie del cable a una temperatura por encima de la temperatura ambiente. La alta temperatura de calentamiento en el pretratamiento permite una menor temperatura de calentamiento posteriormente en la unidad de secado/curado. Sin embargo, el calentamiento no debe ser demasiado intenso como para que afecte a la calidad del recubrimiento (por ejemplo, adherencia, uniformidad, formación de burbujas, etc.). Aquí, es preferente que el conductor no se caliente por encima de aproximadamente 140° C, más preferentemente no más de aproximadamente 120° C.

Una vez que la superficie del conductor 112 está preparada, está lista para su recubrimiento. El procedimiento de recubrimiento tiene lugar en la unidad de recubrimiento, donde el cable pasa a través de una boquilla cargada que deposita una suspensión líquida del recubrimiento sobre la superficie preparada. Las figuras 7-9 muestran una representación de una boquilla 200 cargada en forma anular. La suspensión de recubrimiento se alimenta a la boquilla 200 por medio de un tubo 206. A medida que el conductor 112 pasa a través de la abertura central 204 de la boquilla 200 cargada, la suspensión de recubrimiento recubre el conductor 112 por medio de los orificios de abertura en la superficie interior 202 de la boquilla 200. Preferentemente, la boquilla cargada 200 contiene uno o más, preferentemente dos o más, más preferentemente cuatro, orificios de abertura espaciados uniformemente alrededor de la circunferencia de la superficie interior 202. Una vez que el conductor 112 abandona la boquilla cargada, a continuación, pasa a través de otra limpieza con aire para retirar la suspensión de recubrimiento en exceso y distribuir el recubrimiento uniformemente alrededor del conductor. En el caso de un conductor de hilos trenzados, la limpieza con aire permite que el recubrimiento penetre en las ranuras entre los hilos en la superficie del conductor. Esta limpieza con aire funciona preferentemente en las mismas condiciones que para la limpieza con aire en la unidad de pretratamiento 104.

Una vez que el conductor 112 está recubierto, pasa a través de la unidad de secado/curado 108. Se puede conseguir el secado/curado mediante aire o usando aire caliente a una temperatura de hasta 1000° C y/o la velocidad de la línea de entre aproximadamente 9 pies/min (0,04 m/s) a aproximadamente 500 pies/min (2,54 m/s), preferentemente de aproximadamente 10 pies/min (0,05 m/s) a aproximadamente 400 pies/min (2,03 m/s), dependiendo de la aleación de metal usada en el conductor. El procedimiento de secado puede ser secado gradual, secado rápido o aplicación directa a la llama. También se puede conseguir el secado o curado mediante otras técnicas, como un horno de calentamiento, UV, IR, haz electrónico, productos químicos o pulverización líquida y similares. Se puede conseguir el secado mediante unidades únicas o múltiples. También puede ser vertical u horizontal o a un ángulo específico. En un modo de realización preferente, el secado/curado se produce mediante aplicación directa a la llama. Aquí, el cable preferentemente pasa directamente a través de una llama para calentar la superficie del cable a una temperatura de hasta aproximadamente 300° C, preferentemente de hasta aproximadamente 150° C. Una vez secado/curado, el conductor recubierto se enrolla en un rodillo 110 para su almacenamiento.

El procedimiento continuo, si funciona para un hilo individual (en lugar de todo el cable), funciona preferentemente a una velocidad de la línea de hasta aproximadamente 2500 pies/min (12,70 m/s), preferentemente de aproximadamente 9 (0,04) a aproximadamente 2000 pies/min (10,16 m/s), más preferentemente de aproximadamente 10 (0,05) a aproximadamente 500 pies/min (2,54 m/s), lo más preferentemente de aproximadamente 30 (0,15) a aproximadamente 300 pies/min (1,52 m/s).

El recubrimiento del conductor aéreo se puede usar en diseños de conductores de núcleo de material compuesto. Se usan conductores de núcleo de material compuesto debido a su menor hundimiento a mayores temperaturas de funcionamiento y mayor proporción de resistencia con respecto al peso. Las temperaturas de funcionamiento del conductor reducidas debidas al recubrimiento pueden reducir además el hundimiento de los conductores y reducir la degradación de la resina de polímero en el material compuesto. Se pueden encontrar ejemplos de núcleos de material compuesto, por ejemplo, en las patentes de EE. UU., números 7.015.395, 7.438.971 y 7.752.754.

El conductor recubierto presenta disipación térmica mejorada. La emisividad es la capacidad relativa de una superficie de emitir calor por radiación, y la proporción de la energía radiante emitida por una superficie con respecto a la energía radiante emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura. La emitancia es la energía irradiada por

la superficie de un cuerpo por unidad de área. Se puede medir la emisividad, por ejemplo, mediante el procedimiento divulgado en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2010/0076719 de Lawry *et al*.

Sin una descripción adicional, se cree que un experto en la técnica, usando la descripción precedente y los siguientes ejemplos ilustrativos, puede preparar y utilizar los compuestos de la presente invención y poner en práctica los procedimientos reivindicados. Se proporciona el siguiente ejemplo para ilustrar la presente invención.

Ejemplo

Se prepararon once (11) composiciones de recubrimiento (Exp 1, Exp 2, Exp 3, Exp 4, Exp 5, Exp 6, Exp 7, Exp 8, Exp 9, Exp 10 y Exp 11). Exp 1 contiene una mezcla seca de un 13-15 % de silicato de sodio, un 68-69 % de dióxido de silicio en polvo, un 14-16 % de carburo de boro y un 1-1,5 % de bentonita en polvo.

Exp 2 contiene un 13-15 % de silicato de sodio, un 68-69 % de dióxido de silicio en polvo, un 13-15 % de carburo de boro, un 1-2 % de nitruro de boro y un 1-1,5 % de bentonita en polvo.

Exp. 3-7 contienen B_4C con un peso en polvo seco de un 12-17 %, SiO_2 con un peso en polvo seco de un 60-70 %, polisilicato en una base en peso en polvo seco de un 15-20 %, agua DI en una base en peso húmedo de un 20-25 %. El contenido total de sólidos es de aproximadamente un 50 %.

Exp. 8-11 consisten en B_4C con un peso en polvo seco de un 10-15 %, TiO_2 con un peso en polvo seco de un 7-13 %, tierra de diatomeas con un peso en polvo seco de un 1-5 %, polímero acrílico con un peso seco de un 30-40 % y agua DI en una base en peso húmedo de un 30-50 %. El contenido total de sólidos es de aproximadamente un 50 %.

Las composiciones mencionadas anteriormente se recubren en sustratos de muestra y se curan. El grosor final del recubrimiento es de aproximadamente 1 mm.

A continuación, los sustratos recubiertos se someten a prueba para determinar la reducción de las temperaturas. Se aplica una corriente a través del sustrato de metal con un grosor del recubrimiento de 1 mm y un sustrato de metal no recubierto para medir la mejora del rendimiento del recubrimiento. El aparato de prueba se muestra en la FIG. 5 y consistía principalmente en una fuente de corriente CA de 60 Hz, un amperímetro de pinza RMS real, un dispositivo de registro de datos de temperaturas y un temporizador. Las pruebas se realizaron dentro de un recinto de seguridad con ventanas de 68" (1,73 m) de ancho x 33" (0,84 m) de profundidad para controlar el movimiento del aire alrededor de la muestra. Se localizó una campana de aspiración 64" (1,63 m) por encima del aparato de prueba para la ventilación.

La muestra que se iba a someter a prueba se conectó en serie con una fuente de corriente CA a través de un contacto de relé controlado mediante un temporizador. Se usó el temporizador para activar la fuente de corriente y se controló la duración en el tiempo de la prueba. Se supervisó la corriente CA de 60 Hz que circulaba a través de la muestra mediante un amperímetro de pinza RMS real. Se usó un par térmico para medir la temperatura de la superficie de la muestra. Usando una pinza de resorte, la punta del par térmico se mantuvo firmemente en contacto con la superficie central de la muestra. En el caso de medición en una muestra recubierta, se retiró el recubrimiento en el área donde el par térmico hizo contacto con la muestra para obtener una medición exacta de la temperatura del sustrato. Se supervisó la temperatura del par térmico mediante un dispositivo de registro de datos para proporcionar un registro continuo del cambio de temperatura.

Se sometieron a prueba ambas muestras de cable recubierto para determinar el aumento de temperatura en esta configuración de prueba en condiciones experimentales idénticas. Se ajustó la corriente a un nivel deseado y se supervisó durante la prueba para garantizar que una corriente constante circulara a través de las muestras. Se ajustó el temporizador a un valor deseado y se ajustó el dispositivo de registro de datos de temperaturas para registrar la temperatura en un intervalo de registro de una lectura por segundo.

El componente de metal para las muestras no recubiertas y recubiertas era del mismo material de origen y lote de aluminio 1350. Las dimensiones acabadas de la muestra no recubierta eran 12,0" (30,48 cm) (L) x 0,50" (1,27 cm) (A) x 0,027" (0,07 cm) (A). Las dimensiones acabadas de las muestras recubiertas eran 12,0" (30,48 cm) (L) x 0,50" (1,27 cm) (A) x 0,027" (0,07 cm) (A). El incremento del grosor y ancho se debió al grosor del recubrimiento aplicado.

A continuación, se accedió a los datos de la prueba de temperatura desde el dispositivo de registro de datos y se analizaron usando un ordenador. Las temperaturas (medida en °C) de las muestras recubiertas en comparación con la muestra no recubierta se notifican como % de reducción en relación con la muestra no recubierta y se muestran en las tablas 1 y 2.

Tabla 1							
130 AMP durante 15 MIN	**Reducción de las temperaturas en el conductor no recubierto (%)**						
	Exp 1	**Exp 2**	**Exp 3**	**Exp 4**	**Exp 5**	**Exp 6**	**Exp 7**
Eléctrico	27,8 %	28,0 %	26,2 %	31,1 %	31,1 %	25,3 %	32,8 %

Tabla 2				
130 AMP durante 15 MIN	**Reducción de las temperaturas en el conductor no recubierto (%)**			
	Exp 8	**Exp 9**	**Exp 10**	**Exp 11**
Eléctrico	19,0 %	24,0 %	23,0 %	24,0 %

Se llevó a cabo el rendimiento en el envejecimiento en caliente del recubrimiento disponiendo las muestras recubiertas en un horno con circulación de aire mantenido a 325° C durante un periodo de 1 día y 7 días. Después de que se completara el envejecimiento en caliente, las muestras se dispusieron a temperatura ambiente a 21° C durante un periodo de 24 horas. A continuación, se combaron las muestras en diferentes mandriles cilíndricos con tamaños de mayor diámetro a menor diámetro y se observaron los recubrimientos en cuanto a cualquier rotura visible en cada uno de los tamaños de mandril. Las muestras se comban en mandriles de diámetros de 10 pulgadas (254 mm) o inferiores. Las muestras se notifican como "pasa" en el tamaño de mandril más pequeño si no es visible ninguna rotura visible. Se realizó la prueba de dureza con penetradores introduciendo una serie de penetradores de dureza conocida en el recubrimiento. Si recubrimiento no se retira mediante el penetrador, entonces ese recubrimiento es más duro que el penetrador. Se usaron seis penetradores diferentes, que variaban desde dureza HRC40 a HRC65, siendo el HRC65 el más duro y HRC 40 el más blando. Se realizó la prueba de adhesión por cinta como se especifica mediante ASTM D3359-09. Los resultados de la prueba de combado en mandril, la prueba de dureza con penetradores y la prueba de adhesión por cinta se muestran en las tablas 3-5. La composición de la invención mostró el equilibrio de propiedades de flexibilidad, dureza y retención de la adhesión por cinta superiores antes y después del envejecimiento en caliente.

Tabla 3. Propiedades de los conductores recubiertos antes del envejecimiento en caliente						
EXP 1	**EXP 2**	**EXP 3**	**EXP 4**	**EXP 5**	**EXP 6**	**EXP 7**
Prueba de combado en mandril						
Pasa en mandril de 3" (7,62 cm)	Pasa en mandril de 4" (10,16 cm)	Pasa en mandril de 9" (22,86 cm)	Pasa en mandril de 9" (22,86 cm)	Pasa en mandril de 9" (10,16 cm)	Pasa en mandril de 7" (17,78 cm)	Pasa en mandril de 7" (17,78 cm)
Prueba de dureza con penetradores						
HRC-65+	HRC-50	HRC-50	HRC-55	HRC-45	HRC-65	HRC-50
Prueba de adhesión por cinta						
0 %	0 %	0 %	5-15 %	15-35 %	0 %	0 %

Tabla 4. Propiedades de los conductores recubiertos después del envejecimiento en caliente						
EXP 1	**EXP 2**	**EXP 3**	**EXP 4**	**EXP 5**	**EXP 6**	**EXP 7**
Prueba de combado en mandril						
Pasa en mandril de 4" (10,16 cm)	Pasa en mandril de 7" (17,78 cm)	Pasa en mandril de 7" (17,78 cm)	Pasa en mandril de 9" (22,86 cm)	Pasa en mandril de 9" (22,86 cm)	Pasa en mandril de 7" (17,78 cm)	Pasa en mandril de 6" (15,24 cm)
Prueba de dureza con penetradores						
HRC-65+	HRC-50	HRC-50	HRC-65	HRC-50	HRC-65+	HRC-65+
Prueba de adhesión por cinta						
0 %	5-15 %	0 %	5-35 %	15-15 %	0 %	0 %

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de formación de un conductor aéreo mejorado que comprende las etapas de

a.preparar un conductor desnudo;

b.aplicar una mezcla de recubrimiento líquido a la superficie de un conductor para formar un conductor recubierto, en el que el recubrimiento líquido comprende un 45-55 % de contenido de sólidos y el contenido de sólidos contiene de aproximadamente un 5 % a aproximadamente un 30 % de un adhesivo inorgánico, de aproximadamente un 45 % a aproximadamente un 92 % de un carga y de aproximadamente un 2 % a aproximadamente un 20 % de uno o más agentes de emisividad; y

c.secar el conductor recubierto para formar una capa de recubrimiento en la superficie exterior del conductor desnudo que tenga un grosor de aproximadamente 5 micrómetros a aproximadamente 30 micrómetros.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, el recubrimiento líquido comprende un 50 % de contenido de sólidos y el contenido de sólidos contiene aproximadamente un 13-15 % de silicato de sodio, aproximadamente un 68-69 % de dióxido de silicio en polvo, aproximadamente un 14-16 % de carburo de boro y aproximadamente un 1-1,5 % de bentonita en polvo.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, el recubrimiento líquido comprende un 50 % de contenido de sólidos y el contenido de sólidos contiene aproximadamente un 13-15 % de silicato de sodio, aproximadamente un 68-69 % de dióxido de silicio en polvo, aproximadamente un 13-15 % de carburo de boro, un 1-2 % de nitruro de boro y aproximadamente un 1-1,5 % de bentonita en polvo.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa a comprende las etapas de arenar el conductor y hacer que el conductor arenado pase a través de una limpieza con aire.

5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que después de la limpieza con aire, el número de partículas, que tienen un tamaño superior a 10 micrómetros, en la superficie del conductor es menor que 1000 por pies cuadrados de la superficie del conductor.

6. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la etapa a comprende además la etapa de calentar el conductor después de la limpieza con aire.

7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el calentamiento es mediante exposición directa a la llama.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa b comprende hacer que el conductor pase a través de una boquilla cargada y, a continuación, a través de una limpieza con aire.

9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la boquilla cargada comprende una parte en forma anular con una abertura central a través de la que pasa el conductor desnudo.

10. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la boquilla cargada comprende además un tubo para transportar la mezcla de recubrimiento líquido a la boquilla.

11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la boquilla cargada comprende orificios de abertura a través de los que se deposita la mezcla de recubrimiento líquido sobre el conductor.

12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa c comprende calentar el conductor.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el calentamiento es mediante exposición directa a la llama.

14. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el contenido de sólidos contiene además de aproximadamente un 1 % a aproximadamente un 5 % de un estabilizante.

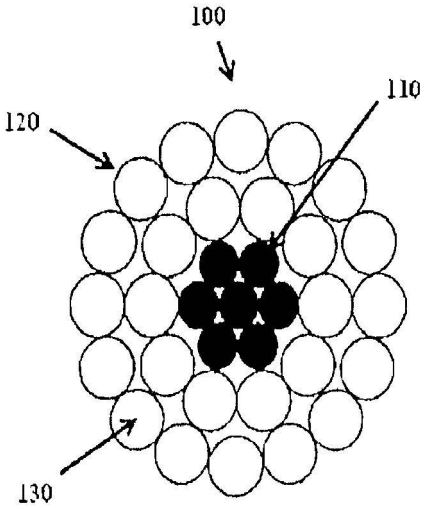

FIG 1

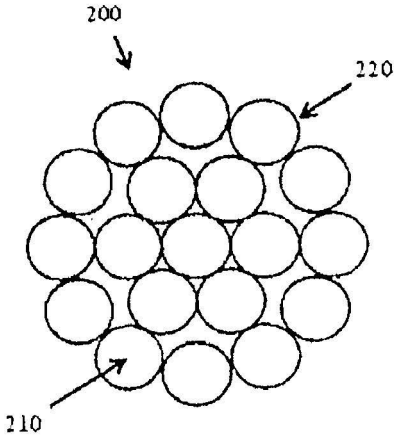

FIG 2

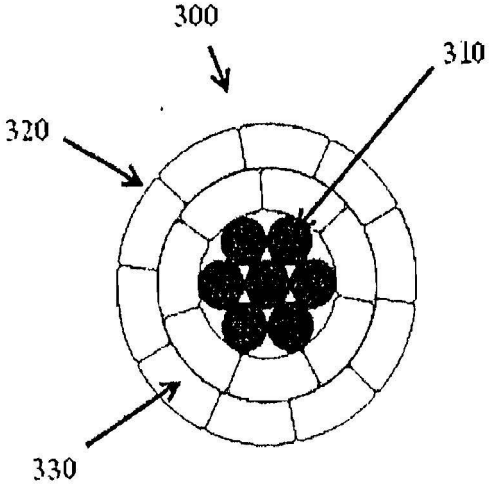

FIG 3

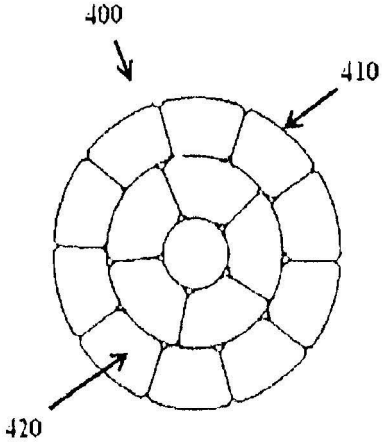

FIG 4

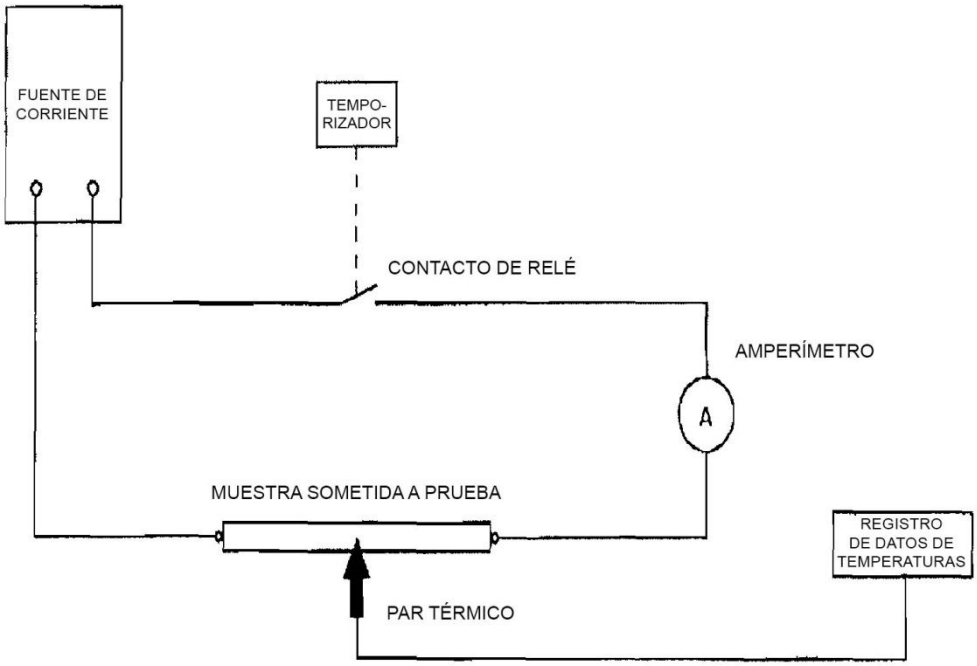
FUENTE DE CORRIENTE
TEMPO-RIZADOR
CONTACTO DE RELÉ
AMPERÍMETRO
A
MUESTRA SOMETIDA A PRUEBA
REGISTRO DE DATOS DE TEMPERATURAS
PAR TÉRMICO

FIG. 5

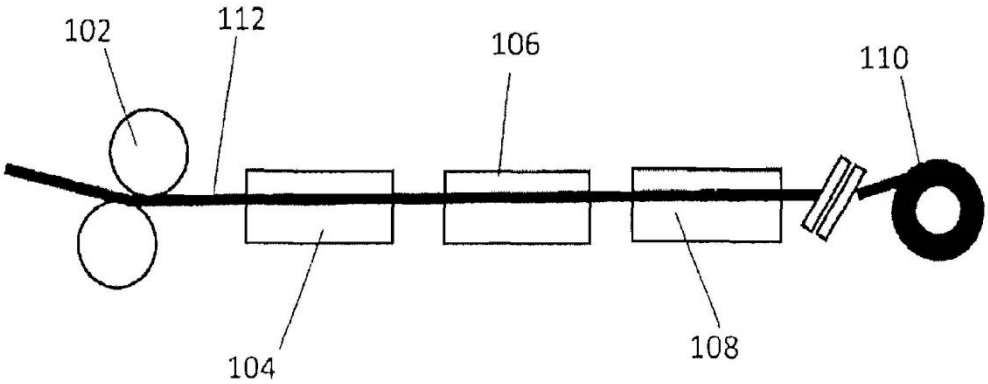
102
112
106
110
104
108

FIG. 6

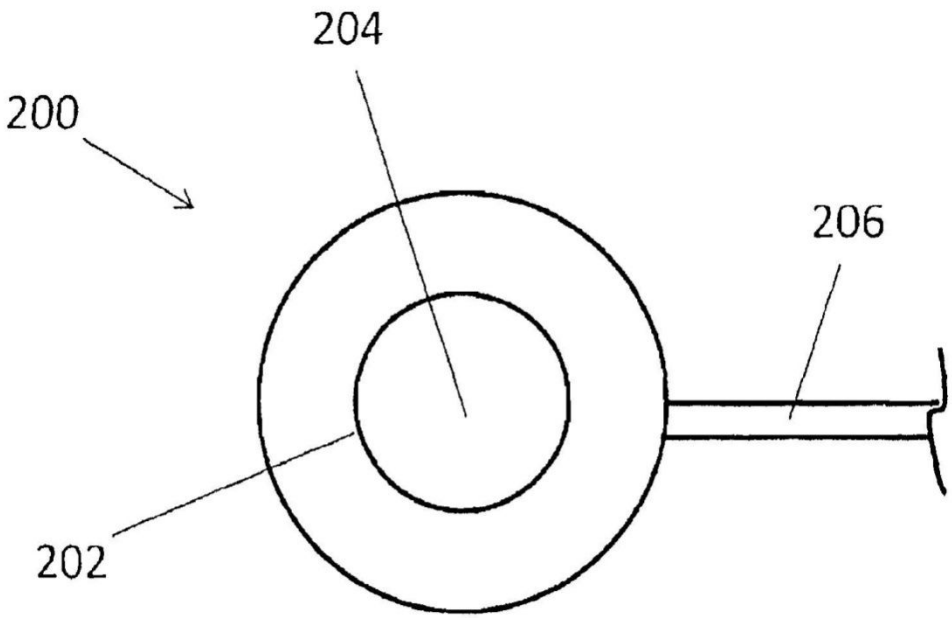

FIG. 7

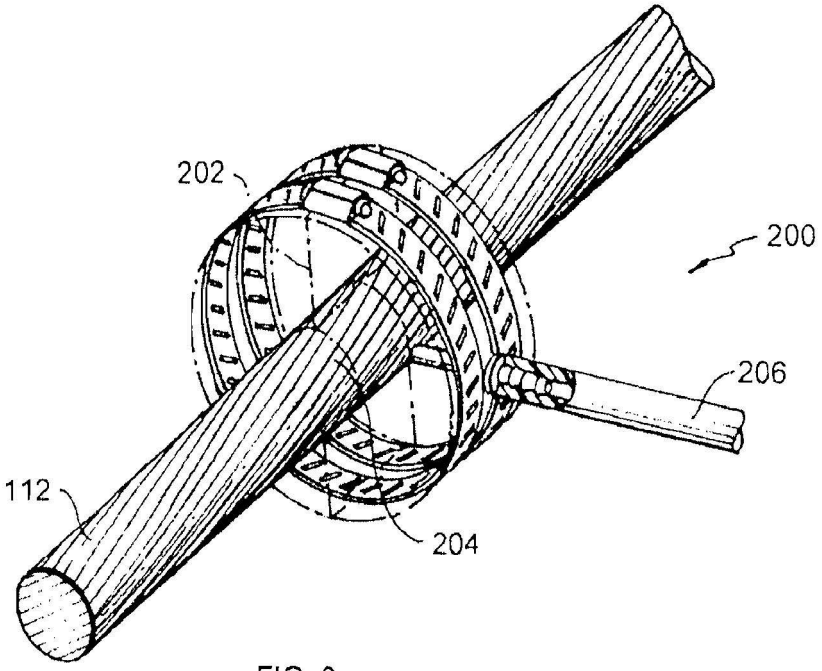

FIG. 8

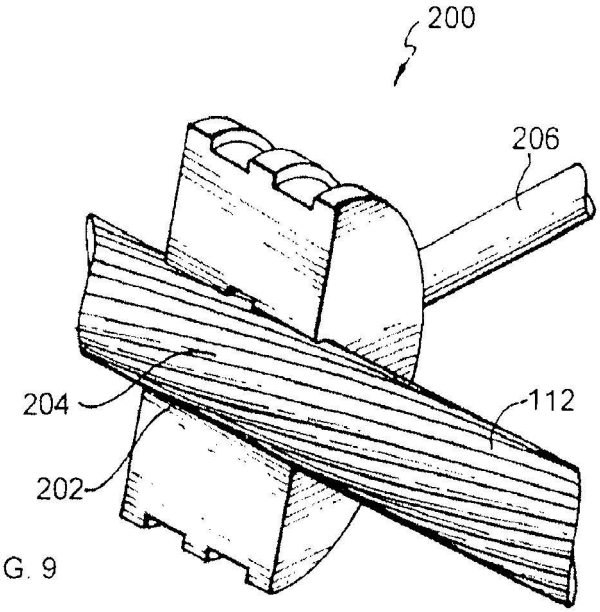

FIG. 9

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- WO 2007034248 A, Simic [0003] [0006]
- DE 3824608 [0004] [0006]
- FR 2971617 [0005] [0006]
- US 20120074122 A1 [0007]
- US 7105047 B [0007]
- US 6921431 B [0007]
- US 7015395 B [0050]
- US 7438971 B [0050]
- US 7752754 B [0050]
- US 20100076719 A, Lawry [0051]