

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 166**

51 Int. Cl.:

C23C 14/22 (2006.01)

C23C 14/56 (2006.01)

C23C 14/02 (2006.01)

C23C 28/02 (2006.01)

B21F 19/00 (2006.01)

C23C 14/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2004 E 04740558 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 1776488**

54 Título: **Método para la producción de un cable metálico revestido con una capa de latón**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.09.2016

73 Titular/es:

NV BEKAERT SA (100.0%)
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE

72 Inventor/es:

PAVAN, FEDERICO y
AGRESTI, SIMONE

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 582 166 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

Método para la producción de un cable metálico revestido con una capa de latón

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para producir un cable metálico revestido para reforzar materiales elastoméricos, tales como por ejemplo productos semiacabados que se pueden usar para la fabricación de neumáticos, cámaras de aire, bandas transportadoras, correas o cables de transmisión.

10 En particular, la presente invención se refiere a un método para producir un cable metálico revestido que comprende un núcleo metálico y una capa de revestimiento fabricada de un material de aleación metálica, tal como por ejemplo latón, así como a un cable metálico revestido de este tipo.

15 La presente invención se refiere además a un método para producir un cable metálico que comprende una pluralidad de los cables metálicos revestidos mencionados anteriormente así como a un cable de dicho metal.

Técnica anterior

20 Generalmente, los métodos de fabricación de neumáticos hacen uso de cables o cordones metálicos revestidos (estos últimos que comprenden una pluralidad de cables trenzados entre sí) que están incluidos en un material elastomérico para formar, por ejemplo, una capa de cinta o una capa de carcasa de un neumático.

25 En un cable metálico de este tipo se proporciona un núcleo metálico, normalmente con una capa de revestimiento metálico para realizar la doble función de proporcionar al cable una resistencia adecuada a la corrosión y de asegurar una buena adherencia del mismo al material elastomérico vulcanizado.

30 Por ejemplo, los documentos EP-A-0 669 409, EP-A-0 694 631 y EP-A-0 949 356 –todos a nombre del solicitante– desvelan métodos para la producción de un cable metálico revestido que comprende la etapa de depositar electroquímicamente una capa de revestimiento metálico sobre un núcleo metálico, dicha capa de revestimiento metálico que consiste en una aleación de al menos dos componentes metálicos.

35 En caso de que se proporcione una capa de revestimiento de latón sobre un núcleo de acero mediante deposición electroquímica, el método implica esencialmente las siguientes etapas:

- una etapa de electrodeposición en dos baños electrolíticos distintos, en la que se llevan a cabo sucesivamente un galvanizado de cobre y un galvanizado de cinc del núcleo de acero;
- una etapa de tratamiento térmico para permitir la difusión del cinc hacia el cobre para formar la aleación de latón;
- una etapa de decapado en solución ácida, normalmente ácido fosfórico, para eliminar los óxidos de cinc que se hayan formado sobre la superficie de la capa de revestimiento debido a la etapa de tratamiento térmico; y
- una etapa de estiramiento para obtener el diámetro final deseado del cable revestido con latón.

45 Los métodos convencionales de este tipo, aunque esencialmente apropiados para este fin, tienen sin embargo una serie de inconvenientes que todavía no se han superado, tales como, por ejemplo, el excesivo número de etapas, la duración excesiva de la etapa de difusión anteriormente mencionada, la reducción de la resistencia mecánica del cable debido a dicha etapa de difusión (por ejemplo, una reducción en la resistencia a la tracción del cable de acero revestido, cuya reducción puede ser igual al 5 % de la resistencia a la tracción original del material), el espesor irregular de la capa de latón, la formación de latón β que tiene una estructura cúbica centrada en el cuerpo (que hace que la etapa de estiramiento sea extremadamente difícil y da como resultado un desgaste excesivo de las matrices de estiramiento) y la presencia de zonas en el cable que no están completamente revestidas y/o que contienen cantidades inaceptables de impurezas (tales como óxidos que se proceden no solo del ácido usado en la etapa de decapado anteriormente mencionada, sino también de los óxidos presentes en el baño de galvanizado de cobre y de los presentes en el lubricante usado normalmente en la etapa de estiramiento).

60 El documento EP-A-1 004 689, a nombre del solicitante, desvela un método para producir un cable metálico revestido que comprende la etapa de depositar electroquímicamente una capa de revestimiento metálico sobre un núcleo metálico, dicha capa de revestimiento metálico que consiste en una aleación de al menos dos componentes metálicos. Más en particular, el documento EP-A-1 004 689 desvela un método para producir un cable metálico revestido con latón en el que la capa de revestimiento de latón se forma depositando –por medio de una técnica electroquímica o, como alternativa, de una técnica de deposición de vapor químico– capas alternas de cobre no aleado y cinc sobre el núcleo y a continuación, estirando el núcleo revestido de este modo en condiciones de temperatura y presión adecuadas para alea el cobre y el cinc para formar una capa de revestimiento de latón sobre el núcleo. De acuerdo con este método de la técnica anterior, las capas electrodepositadas más externas y más

internas están fabricadas de cobre y la difusión requerida de las capas alternas electrodepositadas de cobre y cinc para formar la capa de revestimiento de latón deseada se produce durante la operación de trefilado, después de la deposición de las capas de revestimiento alternas de cobre y cinc. Además, la capa de revestimiento de latón final, es decir, la capa de revestimiento de latón en el cable estirado, preferentemente tiene un contenido de cobre en la parte más externa mayor que el contenido de cobre en cualquier parte restante de la capa de revestimiento de latón.

Como ya se ha mencionado anteriormente con referencia a los métodos de la técnica anterior que implican una etapa de deposición electroquímica, la solución técnica desvelada en el documento EP-A-1 004 689 presenta algunos inconvenientes que todavía no han sido superados, tales como la reducción de la resistencia mecánica del cable, el espesor irregular de la capa de latón, la formación de latón β , y la presencia de zonas en el cable que no están completamente revestidas y/o que contienen cantidades inaceptables de impurezas.

Una tecnología de deposición adicional que se puede usar para proporcionar un núcleo metálico con una capa de revestimiento metálico es la técnica de bombardeo iónico.

La técnica de bombardeo iónico consiste esencialmente en un bombardeo iónico de uno o más cátodos (es decir, dianas fabricadas del material a depositar), normalmente a una energía igual a 200 a 500 eV aproximadamente, con iones de un gas portador, que se obtiene bajo la acción de un campo eléctrico generado por la aplicación de un voltaje entre los cátodos y un ánodo (es decir, el núcleo metálico a revestir). Más específicamente, los iones del gas portador se aceleran hacia los cátodos, provocando esencialmente una serie de colisiones con la consiguiente emisión de átomos del cátodo dirigidos hacia el ánodo, hacia el que también se aceleran los electrones libres. Los electrones libres se ionizan por colisión con otros átomos del gas portador, por lo que el proceso se repite y la auto-sostiene mientras se suministre suficiente energía.

El documento EP-A-0 241 721 desvela un método para revestir continuamente un núcleo metálico de diámetro pequeño (menos de 30 μm) por medio de una técnica de bombardeo iónico. En particular, el método desvelado por dicho documento de la técnica anterior comprende la etapa de revestir el núcleo metálico con una capa metálica del mismo tipo que el núcleo —es decir, fabricado del mismo elemento metálico que el núcleo o de una aleación de material metálico que comparte al menos un componente con el elemento metálico del núcleo— y la etapa de estiramiento del núcleo revestido. La etapa de revestimiento se lleva a cabo por bombardeo iónico de los cátodos que tienen la misma composición que la capa a obtener. En otras palabras, cuando una capa fabricada de un material de aleación metálica se deba depositar sobre el núcleo metálico, los cátodos estarán fabricados de una aleación tal que tiene la composición deseada. Como resultado, es necesario sustituir los cátodos cuando se requiera un cambio de la composición de revestimiento de la aleación, con la interrupción del proceso de producción y con un incremento de los costes de producción. El documento JP 58, 0 612 97 desvela un cable de acero que tiene un revestimiento de aleación que incluye al menos dos componentes metálicos y tres partes radiales. La parte central tiene una composición diferente que la parte interna y externa. El documento EP269144 A1 desvela el uso de bombardeo iónico por magnetrón para la aplicación de revestimientos que mejoran la adherencia de elastómeros a los cables de acero. El documento GB-A-1 300 487 desvela un método para el revestimiento de un cable de acero con latón por bombardeo iónico de un cátodo que comprende el transporte del cable de acero a lo largo de una trayectoria paralela al cátodo y situada parcialmente en el exterior del cátodo tanto en la trayectoria hacia como desde el cátodo. La trayectoria puede comprender una pluralidad de sucesivas longitudes de avance y de retroceso paralelas entre sí y separadas.

Sumario de la invención

En el campo de cables metálicos revestidos para reforzar materiales elastoméricos, que comprende un núcleo metálico y una capa de revestimiento metálico fabricada de un material de aleación metálica que incluye al menos un primer componente metálico y al menos un segundo componente metálico, la capa de revestimiento que está dispuesta en una posición radial con respecto al núcleo metálico y en contacto con la misma, el mercado normalmente requiere que la capa de revestimiento metálico sea adecuada para los diferentes tipos de materiales elastoméricos en los que se han de incorporar los cables, por ejemplo en procesos de fabricación de neumáticos.

En particular, se requiere que el material de aleación metálica de la capa de revestimiento tenga una composición que es adecuada para obtener una adhesión adecuada del cable metálico revestido con el material elastomérico a reforzar. La adhesión del cable metálico revestido con el material elastomérico depende de la reactividad de la capa de revestimiento, en concreto, de su parte más externa. A fin de obtener una adhesión adecuada del cable metálico revestido con el material elastomérico, se ha de asegurar un equilibrio entre la reactividad del material elastomérico y la reactividad de la capa de revestimiento del cable metálico revestido. Por ejemplo, en caso de que la reactividad del material elastomérico sea baja, es necesario incrementar la reactividad de la capa de revestimiento del cable metálico revestido con el fin de obtener una buena adherencia entre ellos.

En este sentido, en caso de que se considere, por ejemplo, una capa de revestimiento de latón, el solicitante ha observado que la reactividad de la capa de revestimiento —y por lo tanto su adherencia al material elastomérico a reforzar— depende del espesor de una capa externa fabricada de sulfuros de cobre (y, en menor medida, de cinc) que se forma cuando el neumático se vulcaniza, en concreto, como resultado de la reacción entre el azufre

contenido en la mezcla de caucho del material elastomérico y el cobre (y, en menor medida, el cinc) contenidos en la capa de revestimiento de los cordones de refuerzo de los productos semiacabados que constituyen, por ejemplo, un neumático, por lo general las capas de cinta del neumático.

5 En particular, con referencia a dicho ejemplo, el espesor de dicha capa externa fabricada de sulfuros de cobre tiene que ser suficientemente grande para conferir un grado de reactividad adecuado con el cable metálico revestido, pero no demasiado grande para evitar la fragilidad, lo que comprometería la adhesión del cable metálico revestido al material elastomérico.

10 Por ejemplo, en caso de que se considere un cable de acero revestido con latón, normalmente se requiere que el cable esté provisto de una capa de revestimiento que tiene un contenido de cobre del 60 % al 72 % en peso, este porcentaje que depende de la reactividad química específica del material elastomérico a reforzar por el cable de acero.

15 El solicitante ha observado que, de acuerdo con los métodos de fabricación de cables metálicos revestidos conocidos en la técnica, es posible modificar la composición de la capa de revestimiento metálico (por ejemplo, es posible modificar el contenido de cobre de una capa de latón que cubre un núcleo metálico), solo modificando las condiciones de deposición, hecho que generalmente requiere una interrupción en el proceso de fabricación del cable. Por ejemplo, en caso de que la capa de revestimiento se forme por medio de una técnica de deposición electroquímica, la composición de la capa de revestimiento metálico se puede modificar sustituyendo los baños electrolíticos y/o variando las condiciones del proceso electrolítico. Como alternativa, en caso de que la capa de revestimiento se forme por medio de una técnica de deposición por bombardeo iónico, la composición de la capa de revestimiento metálico se puede modificar sustituyendo el cátodo con uno diferente que tenga la composición de aleación metálica deseada a depositar sobre el núcleo metálico.

25 En vista de lo anterior, por una parte, el solicitante ha percibido la necesidad de proporcionar un método para producir un cable metálico revestido que permita modificar la composición –en términos de porcentaje de cada uno de sus componentes– del material de aleación metálica de la capa de revestimiento, y en particular de su parte más externa como responsable principal de la reactividad de la capa de revestimiento, de modo que la reactividad del cable metálico revestido se puede modificar con respecto a la reactividad del material elastomérico a reforzar con dicho cable metálico revestido.

30 Por otra parte, el solicitante ha percibido la necesidad de proporcionar un método para producir un cable metálico revestido de longitud indefinida de una manera esencialmente continua, es decir sin interrumpir esencialmente el proceso de producción, y de una manera extremadamente flexible, a fin de satisfacer puntualmente las cambiantes demandas del mercado en cuanto a la composición de la aleación metálica a depositar.

35 El logro de este resultado en la obtención de una producción flexible sin interrumpir el proceso de producción ha sido uno de los objetivos del solicitante.

40 En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, la expresión "continua" se usa para indicar la ausencia, entre las etapas del método de producción, de depósitos intermedios de productos semiacabados, para así producir de forma continua en una única línea de producción un cable metálico revestido que tiene una longitud indefinida o un cordón metálico de longitud indefinida que se obtiene trenzando entre sí una pluralidad de cables metálicos revestidos.

45 El solicitante además se ha dado cuenta de que no solo se podría explotar una posible modificación de la composición del material de aleación metálica de la capa de revestimiento con respecto a la parte más externa de la capa de revestimiento, que es directamente responsable de la adhesión del cable al material elastomérico que se ha reforzado, sino también con respecto a la parte más interna de la capa de revestimiento, es decir, de la parte en la interfase con el núcleo metálico. La modificación de la composición de la parte más interna de la capa de revestimiento, de hecho, permite mejorar la resistencia a la corrosión en la interfase del núcleo metálico/capa de revestimiento de modo que se mejora la adherencia del cable al material elastomérico a reforzar, en particular en condiciones de envejecimiento.

50 El solicitante ha comprobado que se puede conseguir el resultado anteriormente mencionado al proporcionar un método para producir un cable metálico revestido basado en una técnica de deposición por bombardeo iónico que comprende la etapa de transporte del núcleo metálico a revestir a lo largo de una trayectoria predeterminada de una manera esencialmente continua y configurando adecuadamente dicha trayectoria. En particular, el solicitante ha comprobado que, sorprendentemente, es posible una modificación de la composición de al menos una parte radial de la capa de revestimiento –en términos de porcentaje de cada uno de sus componentes– configurando la trayectoria anteriormente mencionada de tal manera que al menos alguna de sus partes se encuentre fuera de la zona definida por las dimensiones geométricas del cátodo, en concreto, fuera de la zona obtenida por la proyección perpendicular de la superficie del cátodo sobre el plano en que se encuentra la trayectoria del núcleo metálico. En otras palabras, el solicitante ha comprobado que es posible una modificación de la composición de al menos una parte radial de la capa de revestimiento mediante una etapa de bombardeo iónico que se realiza al menos

parcialmente fuera de la zona obtenida por la proyección perpendicular de la superficie del cátodo en el plano en el que se encuentra la trayectoria del núcleo metálico. Como resultado, al menos una parte radial de la capa de revestimiento está formada por los átomos emitidos por el cátodo a lo largo de una dirección incidente que está inclinada con respecto a una dirección normal al cátodo.

5 Esta modificación de la composición convenientemente no implica ninguna interrupción en el proceso de fabricación del cable metálico revestido, sino que solo necesita un cambio adecuado en la configuración de la trayectoria del núcleo metálico a revestir.

10 Más en particular, el solicitante ha comprobado que la parte de la capa de revestimiento formada por los átomos emitidos por el cátodo que incide sobre el núcleo metálico, cuando este último se transporta fuera de la zona definida por las dimensiones geométricas del cátodo sorprendentemente está enriquecido en uno de los componentes metálicos del material de aleación metálica. En otras palabras, el solicitante ha comprobado que se puede modificar la reactividad de al menos una parte radial del cable metálico revestido sin interrumpir el proceso de fabricación del cable (por ejemplo, para proporcionar un cátodo de una composición diferente deseada como se requiere con los métodos de la técnica anterior) mediante la selección adecuada del ángulo de incidencia de los átomos del material de la aleación metálica emitidos por el cátodo y que incide sobre el núcleo metálico.

20 A modo de ejemplo ilustrativo, el solicitante ha comprobado que, usando un cátodo de latón que tiene un contenido de cobre del 60 % en peso aproximadamente, es posible depositar sobre el núcleo metálico una capa de revestimiento de latón que tiene al menos una parte radial que incluye un contenido de cobre que varía del 60 % aproximadamente al 68 % en peso aproximadamente con respecto a la parte restante de la capa de revestimiento variando la parte de la trayectoria del núcleo metálico que se encuentra en el exterior de la zona definida por las dimensiones geométricas del cátodo, es decir, variando el ángulo de inclinación de la dirección incidente de los átomos emitidos por el cátodo de 0° aproximadamente a 75° aproximadamente con respecto a la dirección incidente normal al cátodo.

30 Por lo tanto, el método de la presente invención permite producir un cable metálico revestido cuya composición de la capa de revestimiento, en particular la composición de al menos una parte radial de la misma, por ejemplo, la parte más externa y/o más interna, se puede modificar sin interrumpir el proceso de fabricación para ajustar la reactividad de la capa de revestimiento en base a la reactividad de cualquier material elastomérico deseado.

35 De acuerdo con un primer aspecto de la misma, la presente invención se refiere a un método para producir un cable metálico revestido que comprende un núcleo metálico y una capa de revestimiento fabricada de un material de aleación metálica que incluye al menos un primer componente metálico y al menos un segundo componente de acuerdo con la reivindicación 1.

40 En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, la expresión "cátodo" (o "magnetron") se usa para indicar un conjunto que comprende el material de revestimiento (que es el objetivo, preferentemente en forma de placa) y una pluralidad de imanes que están dispuestos por debajo del material de revestimiento y que crean una trampa magnética para las partículas cargadas –por ejemplo, iones de argón– delante del material de revestimiento. Además, como el proceso de bombardeo iónico provoca el calentamiento del material de revestimiento, por lo general el cátodo además comprende un sistema de refrigeración, normalmente una pluralidad de canales para el paso de agua de enfriamiento en su interior.

45 En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, la expresión "en las proximidades de al menos un cátodo" se usa para indicar una disposición de la trayectoria del núcleo metálico según la cual el núcleo metálico se transporta a una distancia de bombardeo iónico útil del cátodo, es decir, ni demasiado lejos ni demasiado cerca del cátodo con el fin de evitar un revestimiento incompleto y/o no homogéneo del núcleo.

50 Gracias a estas medidas, de manera ventajosa es posible producir un cable metálico de forma continua que comprende un núcleo metálico y una capa de revestimiento fabricada de un material de aleación metálica que incluye al menos una parte radial (por ejemplo, la parte radialmente más externa y/o más interna, es decir, la(s) parte(s) de la capa de revestimiento responsable(s) principalmente de la adhesión de la capa de revestimiento al material a reforzar) que tiene una composición deseada que se puede modificar dentro de un cierto intervalo. A fin de obtener una composición deseada de la parte radialmente más externa de la capa de revestimiento, por ejemplo, es suficiente con preparar la parte final de la trayectoria (es decir la parte de la trayectoria en la cual el núcleo metálico recibe el revestimiento final) fuera del volumen anteriormente mencionado, mientras que para obtener una composición deseada de la parte radialmente más interna de la capa de revestimiento, es suficiente con preparar la parte inicial de la trayectoria (es decir la parte de la trayectoria en la cual el núcleo metálico recibe el revestimiento inicial) fuera del volumen anteriormente mencionado.

60 De esta forma, para satisfacer las demandas de un mercado en constante cambio, cuando se requiera modificar la composición de al menos una parte del material de aleación metálica, por ejemplo la composición de la aleación metálica que forma la parte radialmente más externa de la capa de revestimiento, de una primera a una segunda composición con el fin de ajustar la reactividad del cable metálico revestido en función del tipo de material

5 elastomérico a reforzar, es necesario modificar la trayectoria del núcleo metálico con respecto al cátodo, en concreto, la parte de la trayectoria que se encuentra fuera de la zona definida por la proyección perpendicular del cátodo sobre el plano que contiene la trayectoria del núcleo metálico o, en otras palabras, modificar el ángulo de incidencia anteriormente mencionado de los átomos emitidos por el cátodo en función de la composición deseada de la aleación metálica.

10 Por ejemplo, a partir de un primer lote de producción con un núcleo metálico revestido con una capa de latón que tiene una primera composición, de manera ventajosa es posible pasar a un segundo lote de producción con un núcleo metálico revestido con una capa de latón que comprende al menos una parte radialmente externa que tiene una segunda composición, diferente de la primera composición, incrementando o reduciendo adecuadamente la longitud de la parte final de la trayectoria a lo largo de la cual se transporta el núcleo metálico que se encuentra en el exterior de la zona anteriormente mencionada. De esta forma, durante la etapa final de la acción de bombardeo iónico, se incrementa el ángulo definido entre la normal al cátodo y el vector radial que representa el haz de la aleación metálica dirigido hacia la parte del núcleo metálico dispuesto en el exterior del volumen anteriormente mencionado o, respectivamente, se reduce.

15 En particular, un incremento adecuado de la parte de la trayectoria que se encuentra fuera de la zona anteriormente mencionada o, en otros términos, un incremento adecuado en la desviación del haz de latón emitido hacia el núcleo metálico con respecto a la normal al cátodo de latón, implica un incremento correspondiente en la cantidad de cobre depositado por bombardeo iónico sobre el núcleo metálico, permitiendo producir de este modo un cable metálico revestido con una capa de latón que tiene una mayor reactividad.

20 De esta forma, con un cátodo que tiene una primera composición de latón, de manera ventajosa es posible obtener un cable metálico revestido con una capa de latón que comprende al menos una parte radialmente externa que tiene una segunda composición diferente de dicha primera composición, dicha segunda composición que incluye un contenido de cobre de hasta un 8 % mayor con respecto al contenido de cobre presente en la parte restante de la capa de latón.

25 Además, como se ha mencionado anteriormente, de manera ventajosa también es posible modificar la composición del material de aleación metálica de la parte más interna de la capa de revestimiento, es decir, la parte de la capa de revestimiento en la interfase con el núcleo metálico. A fin de obtener una composición deseada de la parte radialmente interna de la capa de revestimiento, de hecho, es suficiente con preparar la parte inicial de la trayectoria (es decir, la parte de la trayectoria en la que se recubre inicialmente el núcleo metálico) fuera del volumen anteriormente mencionado.

30 De esta forma, de manera ventajosa se puede incrementar la resistencia a la corrosión de la capa de revestimiento, en particular bajo condiciones de envejecimiento, aumentando así la adhesión del cable al material elastomérico a reforzar. Además, de manera ventajosa también se puede ajustar la adherencia de la capa de revestimiento al núcleo metálico, que a su vez afecta a la adhesión de todo el cable al material elastomérico a reforzar, en función del material metálico del cual está fabricado el núcleo metálico.

35 Además, gracias a que la capa de revestimiento se deposita por medio de una técnica de bombardeo iónico, según la cual la vaporización del material a depositar se activa mediante un plasma, de manera ventajosa es posible obtener un cable metálico que comprende una capa de revestimiento cuya(s) parte(s) radial(es) es (son) uniforme(s) y homogénea(s). Dichas características de uniformidad y homogeneidad de la capa de revestimiento son particularmente importantes para los fines de proporcionar el cable metálico con una resistencia a la corrosión deseada.

40 Además, la técnica de deposición por bombardeo iónico permite obtener una capa de revestimiento que tiene una estructura cristalina convenientemente deformable en una etapa de estiramiento posterior, como se describe con más detalle a continuación en la presente descripción. Más en particular, si la capa de revestimiento está fabricada de latón, la técnica de deposición por bombardeo iónico permite obtener una capa de latón que tiene una estructura cristalina que consiste en latón α (cúbica centrada en las caras). La deformabilidad del latón α facilita que se realice una etapa de estiramiento posterior y asegura una reducción notable del desgaste de las matrices de estiramiento que se usan en la etapa de estiramiento.

45 Gracias a la disposición de la técnica de deposición por bombardeo iónico, la cantidad de impurezas, tales como por ejemplo óxidos, presentes en la capa de revestimiento de manera ventajosa está muy reducida con respecto a la cantidad presente en los cables producidos mediante los métodos de electrodeposición de la técnica anterior.

50 A fin de obtener una capa de revestimiento que incluye al menos una parte radial enriquecida en al menos un componente de la aleación metálica, el ángulo de inclinación de la dirección incidente de los átomos emitidos por el cátodo se puede incrementar desde 0 ° aproximadamente (es decir, perpendicularmente a la superficie del cátodo emisor de luz) a 75 ° aproximadamente con respecto a la dirección incidente normal a cátodo, más preferentemente entre 30 ° aproximadamente y 75 ° aproximadamente y, aún más preferentemente, entre 45 ° aproximadamente y 70 ° aproximadamente.

Preferentemente, la trayectoria anteriormente mencionada a lo largo de la cual se transporta el núcleo metálico se encuentra en un plano dispuesto esencialmente paralelo a dicho al menos un cátodo.

5 En este caso, puesto que la distancia entre el cátodo y el núcleo metálico es esencialmente constante, las condiciones de deposición son esencialmente iguales en cada punto de la trayectoria del núcleo metálico, siempre que el núcleo metálico a revestir sea transportado dentro del volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno de al menos un cátodo, de modo que la capa de revestimiento resultante es uniforme, homogénea y tiene una composición de aleación metálica esencialmente idéntica a la del cátodo.

10 De acuerdo con una forma de realización preferida del método de la invención, para obtener al menos una parte radial de la capa de revestimiento de la aleación metálica que tiene una composición predeterminada, la trayectoria indicada anteriormente comprende al menos una parte situada en el exterior del volumen anteriormente mencionado. En otras palabras, la trayectoria incluye al menos una primera parte dispuesta dentro de la zona definida por la proyección perpendicular del cátodo sobre el plano que contiene la trayectoria del núcleo metálico y una segunda parte dispuesta fuera de la zona anteriormente mencionada.

15 En otras palabras, la parte del núcleo metálico revestido, mientras se transporta fuera de la zona obtenida mediante la proyección perpendicular del cátodo sobre el plano en que se encuentra la trayectoria del núcleo metálico, recibe un haz de la aleación metálica a lo largo de una dirección incidente que está inclinada con un ángulo predeterminado con respecto a la normal al cátodo.

20 Preferentemente, la relación entre la longitud de la parte de la trayectoria que sobresale con respecto al cátodo (es decir, que sobresale del contorno del cátodo) y la distancia entre el al menos un cátodo y el núcleo metálico a revestir está comprendida entre 1,5 aproximadamente y 3,2 aproximadamente.

25 Gracias a dicha característica preferida, de manera ventajosa es posible enriquecer en un componente metálico, tal como por ejemplo cobre en caso de que la capa de revestimiento esté fabricada de latón, al menos una parte radial de la capa de revestimiento.

30 De acuerdo con una forma de realización preferida del método de la invención, el núcleo metálico se transporta desde una posición de recepción inicial situada en el exterior del volumen anteriormente mencionado a una posición de recepción final que se encuentra dentro de dicho volumen.

35 En otras palabras, el metal de la aleación obtenida por bombardeo iónico se dirige inicialmente a lo largo de una dirección incidente que está inclinada con respecto a la normal al cátodo y finalmente se dirige a lo largo de una dirección incidente que es esencialmente paralela a la normal al cátodo.

40 De esta forma, la capa de revestimiento depositada correspondiente tiene una parte radialmente interna, cuya composición tiene un contenido más alto de un componente metálico (por ejemplo, cobre en caso de que la capa de revestimiento esté fabricada de latón) con respecto al contenido de dicho componente metálico presente en la aleación metálica que constituye el cátodo (por ejemplo, latón), la parte restante de la capa de revestimiento que tiene una composición constante que es igual a la composición del cátodo.

45 Como alternativa, el núcleo metálico se transporta desde una posición de recepción inicial que se encuentra dentro de dicho volumen a una posición de recepción final situada en el exterior de dicho volumen.

50 De esta forma, la capa de revestimiento depositada correspondiente tiene una parte radialmente externa, cuya composición tiene un contenido más alto de un componente metálico (por ejemplo, cobre en caso de que la capa de revestimiento esté fabricada de latón) con respecto al contenido de dicho componente metálico presente en la aleación metálica que constituye el cátodo (por ejemplo, latón), la parte restante de la capa de revestimiento que tiene una composición constante que es igual a la composición del cátodo.

55 De acuerdo con una forma de realización alternativa adicional del método de la invención, el núcleo metálico se transporta desde una posición de recepción inicial situada en el exterior de dicho volumen a una posición de recepción final situada en el exterior de dicho volumen.

60 De esta forma, la capa de revestimiento correspondiente tiene una parte radialmente interna y una parte radialmente externa cuyas composiciones tienen un contenido más alto de un componente metálico (por ejemplo, cobre en caso de que la capa de revestimiento esté fabricada de latón) con respecto al contenido de dicho componente metálico presente en la aleación metálica que constituye el cátodo (por ejemplo, latón), la parte restante de la capa de revestimiento, es decir, la parte radialmente central de la capa de revestimiento, que tiene una composición constante que es igual a la composición del cátodo.

65 Preferentemente, el ángulo definido entre la dirección de incidencia del haz de la aleación metálica y la normal al cátodo es de 0 ° aproximadamente a 75 ° aproximadamente.

Preferentemente, los componentes metálicos de la capa de revestimiento se seleccionan del grupo constituido por: cobre, cinc, manganeso, cobalto, estaño, molibdeno, hierro, níquel, aluminio y sus aleaciones.

5 Preferentemente, la capa de revestimiento está fabricada de una aleación seleccionada del grupo que consiste en: Cu-Zn (latón), Zn-Co, Zn-Mn, Zn-Fe, Zn-Al, Cu-Mn, Cu-Sn, Cu-Zn-Mn, Cu-Zn-Co, Cu-Zn-Sn, Zn-Co-Mo, Zn-Fe-Mo, Zn-Ni-Mo. Además de Cu-Zn, aleaciones particularmente preferidas son Cu-Mn, Zn-Co y Zn-Mn, que proporcionan al cable metálico una resistencia notable a la corrosión.

10 La etapa de transporte anteriormente mencionada se lleva a cabo, de una manera convencional per se, dentro de una unidad de bombardeo iónico en la que se proporciona al menos un cátodo fabricado de la aleación metálica a depositar.

15 De acuerdo con una forma de realización preferida del método de la invención, a fin de garantizar una tasa de producción adecuada del cable metálico revestido, la etapa de transporte anteriormente mencionada preferentemente se lleva a cabo a una velocidad comprendida en el intervalo de 10 aproximadamente a 80 m/min aproximadamente.

20 Preferentemente, la etapa de transporte anteriormente mencionada se lleva a cabo a lo largo de una trayectoria que comprende una pluralidad de sucesivas longitudes de avance y de retroceso paralelas entre sí y formando un haz de longitudes de cable.

25 Por lo tanto, de acuerdo con dicha forma de realización, la capa de revestimiento se puede formar por bombardeo iónico del cátodo sobre el núcleo metálico una pluralidad de veces. De esa forma, de manera ventajosa se incrementa el tiempo de residencia del núcleo metálico en la unidad de bombardeo iónico. Preferentemente, el haz de cables se encuentra en un plano horizontal.

30 En la siguiente descripción, el término "haz de cables" se usa para indicar el conjunto de longitudes sucesivas de avance y de retroceso de un núcleo metálico dentro de la unidad de bombardeo iónico, dichas longitudes –cada una de ellas preferentemente paralelas entre sí y que se obtiene invirtiendo la trayectoria del núcleo metálico a cada lado de una cámara de deposición provista en la unidad de bombardeo iónico– que forman un haz de longitudes de cable que está revestido con un material de aleación metálica por medio de una técnica de bombardeo iónico. En otras palabras, el núcleo metálico se transporta según una trayectoria esencialmente con la forma de una serpiente.

35 Preferentemente, la trayectoria anteriormente mencionada comprende una pluralidad de longitudes de avance y de retroceso (que definen una trayectoria multipaso dentro de la unidad de bombardeo iónico), que están separadas entre sí por una distancia predeterminada.

40 La unidad de bombardeo iónico puede estar provista de una abertura de entrada y una abertura de salida dispuestas respectivamente en el mismo lado o en lados opuestos de la unidad de bombardeo iónico.

El número de longitudes de avance y de retroceso, es decir, el número de pasos al que se somete el núcleo metálico en el interior de la unidad de bombardeo iónico se selecciona convenientemente en función del espesor predeterminado de la capa de revestimiento a formar.

45 Además, la distancia entre dos longitudes adyacentes se selecciona en función del tamaño de la unidad de bombardeo iónico, teniendo en cuenta que hay un valor mínimo de dicha distancia al cual puede producirse un revestimiento insuficiente del cable del núcleo debido a una exposición insuficiente de la superficie del núcleo a los átomos metálicos emitidos por el cátodo. En caso de que esta distancia se reduzca notablemente, puede suceder que no se alcancen algunas zonas de la superficie del núcleo de manera uniforme por la aleación metálica mediante bombardeo iónico, lo que afecta negativamente a la calidad de la capa de revestimiento.

50 De acuerdo con una configuración preferida del haz de cables, este último se encuentra en un plano horizontal y se compone de longitudes de cable que son esencialmente paralelas a la extensión longitudinal de la unidad de bombardeo iónico. Por ejemplo, en una unidad de bombardeo iónico que tiene una extensión longitudinal de 5 m aproximadamente y una anchura de unos 50 a 60 cm, el número de pasos del núcleo metálico dentro de dicha unidad preferentemente está comprendido entre 15 y 65, la distancia entre longitudes adyacentes que preferentemente está comprendida entre 0,2 cm aproximadamente y 0,8 cm aproximadamente. De acuerdo con una de esas trayectorias del núcleo metálico en la unidad de bombardeo iónico, es posible depositar una capa de revestimiento que tiene un espesor comprendido entre 0,5 μm aproximadamente y 2,0 μm aproximadamente sobre el núcleo metálico en un tiempo de deposición comprendido entre 1,0 min aproximadamente y 3,0 min aproximadamente dependiendo de la potencia proporcionada a los cátodos.

65 De acuerdo con una configuración alternativa del haz de cables, este último se encuentra preferentemente en un plano horizontal y comprende longitudes de cable que son esencialmente perpendiculares a la extensión longitudinal de la unidad de bombardeo iónico.

De acuerdo con una configuración alternativa adicional del haz de cables, este último se encuentra en un plano vertical, configuración que es adecuada en particular cuando la unidad de bombardeo iónico se extiende de una manera esencialmente vertical.

5 De acuerdo con una forma de realización preferida del método de la invención, la etapa de bombardeo iónico anteriormente mencionada se lleva a cabo por medio de una técnica de bombardeo iónico que implica un bombardeo iónico de al menos un cátodo fabricado del material de aleación metálica deseada.

10 Gracias al efecto ejercido por el campo magnético creado por el magnetrón sobre las partículas cargadas eléctricamente, y en particular gracias a una acción de confinamiento de los electrones en las proximidades del cátodo y a un incremento de la densidad del plasma, la velocidad de deposición se incrementa de manera ventajosa.

15 Para realizar la etapa de bombardeo iónico anteriormente mencionada, es posible usar una unidad de bombardeo iónico convencional, que incluye al menos una cámara de deposición al vacío provista de una bomba de vacío – adecuada para la creación de una presión predeterminada– y con medios para suministrar un gas portador.

Preferentemente, dicha presión predeterminada está comprendida entre 10^{-3} mbar aproximadamente y 10^{-1} mbar aproximadamente. Más preferentemente, dicha presión predeterminada es del orden de 10^{-2} mbar.

20 La etapa de bombardeo iónico preferentemente se lleva a cabo por bombardeo iónico de al menos un primer cátodo y al menos un segundo cátodo que se proporcionan en la al menos una cámara de deposición al vacío. Preferentemente, dichos cátodos se encuentran en planos paralelos, de tal manera como para dirigir los átomos de la aleación metálica emitidos desde los cátodos a lo largo de las respectivas primera y segunda direcciones opuestas de bombardeo iónico.

25 De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, se disponen a continuación al menos un primer cátodo y al menos un segundo cátodo ambos fabricados de un material de aleación metálica y, respectivamente, por encima del plano horizontal definido por el haz de cables a revestir, este último que constituye el ánodo de la unidad de bombardeo iónico. En este caso, de manera ventajosa se consigue la formación de una capa de revestimiento uniforme fabricada de dicha aleación metálica. Según una realización preferida adicional, se disponen al menos dos primeros cátodos y, al menos, dos segundos cátodos todos fabricados del mismo material de aleación metálica por encima y, respectivamente, por debajo del plano horizontal definido por el haz de cables a revestir.

30 Como alternativa, la etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo por bombardeo iónico de un solo cátodo fabricado de la aleación metálica deseada. En este caso, el núcleo metálico se recubre preferentemente en un primer lado, a continuación se gira por medio de una polea con el fin de exponer el cátodo a un segundo lado opuesto del núcleo metálico de modo que este último también quede revestido finalmente en dicha segunda cara. De esta forma, de manera ventajosa se obtiene un revestimiento uniforme sobre el núcleo metálico. A fin de realizar esta realización del método de la invención, dicho giro que se puede obtener convenientemente dotando a una unidad de bombardeo iónico con una abertura de entrada y una abertura de salida, ambas dispuestas en el mismo lado de la unidad de bombardeo iónico, de forma que, de manera ventajosa, recubre los dos lados del núcleo metálico con la misma cantidad de material de aleación.

35 Cuando un primero y un segundo cátodos están dentro de la unidad de bombardeo iónico en lados opuestos con respecto al haz de cables, el primer cátodo puede estar fabricado de una primera aleación metálica, mientras que el segundo cátodo puede estar fabricado de un componente metálico diferente de los componentes que constituyen la primera aleación metálica o de una segunda aleación metálica diferente de la primera aleación metálica. De esta forma, sobre el núcleo metálico se puede depositar una variedad de aleaciones metálicas, incluyendo más de dos componentes metálicos.

40 De acuerdo con la presente divulgación la trayectoria del núcleo metálico está dispuesta de tal manera que al menos una parte de la trayectoria se encuentra fuera del volumen anteriormente mencionado, es decir, se proporciona una longitud predeterminada de dicha trayectoria para que sobresalga de al menos un borde del cátodo(s).

45 Preferentemente, el cátodo(s) tiene(n) forma de placa, más preferentemente forma de placa(s) rectangular(es) o circular(es).

50 Más preferentemente, para incrementar la productividad del método de la invención, la etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo mediante la disposición de al menos dos primeros cátodos y, al menos, dos segundos cátodos (todos ellos fabricados de una primera aleación metálica o, como alternativa, fabricados de una primera y de una segunda aleación metálica) que forman respectivos pares de cátodos de modo que los cátodos de cada par están situados en lados opuestos con respecto al haz de cables, y depositando los metales sobre el núcleo metálico a lo largo de las respectivas primera y segunda direcciones opuestas de bombardeo iónico. Preferentemente, los cátodos están dispuestos según una configuración de cuadrilátero sustancial que esencialmente rodea el haz de cables.

65

De manera análoga a la forma de realización según la cual se usa un solo cátodo, cada par de cátodos comprende preferentemente dos cátodos planos dispuestos en un plano esencialmente paralelo al núcleo metálico a revestir. En este caso, de acuerdo con la invención, la trayectoria está dispuesta de tal manera que al menos una parte de la trayectoria se encuentra fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno del conjunto de cátodos, que por tanto sobresale con respecto a al menos un cátodo de una longitud predeterminada.

Aún más preferentemente, para incrementar todavía más la productividad del método de la invención, la etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo mediante la disposición longitudinalmente a lo largo del haz de cables de una pluralidad de grupos de cátodos, cada uno de dichos grupos que consiste en dos pares de un primer y segundo cátodos como se ha descrito anteriormente, que preferentemente están dispuestos como se ha descrito anteriormente. Preferentemente, cada grupo de cátodos consiste en cuatro cátodos que están dispuestos según una configuración de cuadrilátero sustancial que esencialmente rodea el haz de cables.

Una forma de realización preferida del método de la presente invención proporciona que la etapa de bombardeo iónico se lleve a cabo de manera simultánea en una pluralidad de núcleos metálicos que son transportados —a lo largo de una dirección de transporte predeterminada— dentro de la unidad de bombardeo iónico. De acuerdo con dicha realización, de manera ventajosa se puede incrementar más la productividad del método.

De acuerdo con una realización preferida adicional, el método de la invención comprende las etapas de proporcionar una primera cámara de deposición al vacío y una segunda cámara de deposición al vacío que están dispuestas en serie, y de depositar el material de aleación metálica en al menos una de dichas cámaras de deposición al vacío transportando el núcleo metálico a revestir sucesivamente a través de dichas cámaras de deposición al vacío.

De acuerdo con dicha realización, la etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo solo en una cámara de deposición al vacío mientras que la segunda se ajusta en modo de espera. De esa forma, cuando los cátodos de la cámara operativa se consumen totalmente y se han de suministrar nuevos cátodos, no tiene que interrumpirse el método de producción puesto que la etapa de bombardeo iónico se puede llevar a cabo en la segunda cámara que se conmuta a un modo operativo mientras que la primera cámara se pone en modo de espera. Esto se traduce en un incremento ventajoso de la productividad del método de la invención. Generalmente, la cámara de deposición al vacío que está operativa se encuentra a una primera presión predeterminada adecuada para realizar la etapa de bombardeo iónico.

Preferentemente, dicha etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo hasta que se alcanza un espesor inicial predeterminado de dicha capa de revestimiento, la expresión "espesor inicial" se usa para indicar el espesor obtenido después de la etapa de bombardeo iónico y antes de cualquier posible etapa adicional proporcionada aguas abajo de la etapa de bombardeo iónico.

Si la reactividad de la capa de revestimiento se ajusta mediante el ajuste correspondiente del contenido de un componente metálico presente en la parte radialmente más externa de la capa de revestimiento, el espesor inicial de la parte radialmente más externa de la capa de revestimiento preferentemente es del 3 al 10 % aproximadamente del espesor inicial de toda la capa de revestimiento.

A modo de ejemplo ilustrativo, el método de la invención permite depositar sobre un núcleo metálico una capa de revestimiento que tiene un espesor inicial adecuado del orden de algunos micrómetros, preferentemente comprendido entre 0,5 μm aproximadamente y 3,0 μm aproximadamente, la capa de revestimiento exterior que tiene un espesor inicial comprendido preferentemente entre 0,015 μm aproximadamente y 0,3 μm aproximadamente.

Preferentemente, el método de la invención además comprende la etapa de transporte del núcleo metálico hacia al menos una pre-cámara que se somete a una segunda presión predeterminada que es mayor que dicha primera presión predeterminada, dicha al menos una pre-cámara que está dispuesta aguas arriba de dicha al menos una cámara de vacío.

De esa forma, de manera ventajosa se consigue la condición de vacío deseada en al menos dos etapas posteriores, es decir, de una manera escalonada, que es más simple y más conveniente desde un punto de vista económico que la consecución de una condición de vacío en una sola etapa.

Además, la disposición de al menos una pre-cámara de manera ventajosa permite preservar la cámara de deposición al vacío (en la que se lleva a cabo la etapa de bombardeo iónico) de contaminación por polvos y agentes externos en general, tales como el oxígeno, que son perjudiciales para la eficacia de la formación de la capa de revestimiento y su pureza.

Dicho efecto ventajoso se puede conseguir introduciendo un flujo de un gas químicamente inerte en la al menos una pre-cámara. Preferentemente, la al menos una pre-cámara contiene el mismo gas usado como gas portador en la al menos una cámara de deposición al vacío, lo que permite usar un suministro de gas del mismo tipo tanto para la pre-cámara como para la cámara de deposición al vacío.

Más preferentemente, el gas químicamente inerte anteriormente mencionado es argón, que es conveniente desde un punto de vista económico, lo que resulta en una reducción de los costes de producción.

5 Preferentemente, aguas abajo de la al menos una cámara de deposición al vacío se proporciona una pre-cámara adicional sometida a la segunda presión predeterminada anteriormente mencionada.

10 Preferentemente, dicha segunda presión predeterminada está comprendida entre 0,2 aproximadamente y 10 mbar aproximadamente, más preferentemente entre 2,0 aproximadamente y 5,0 mbar aproximadamente y, aún más preferentemente, del orden de 0,5 a 1,0 mbar aproximadamente.

15 De acuerdo con una de sus realizaciones preferidas adicionales, el método de la invención comprende la etapa de proporcionar una primera cámara de deposición al vacío y una segunda cámara de deposición al vacío dispuestas en serie tal como se ha descrito anteriormente, la primera cámara de deposición al vacío que está dispuesta aguas abajo de una primera pre-cámara como se ha descrito anteriormente y la segunda cámara de deposición al vacío que está dispuesta aguas abajo de una segunda pre-cámara separando las dos cámaras de deposición al vacío con una tercera pre-cámara que está dispuesta aguas abajo de la segunda cámara de deposición al vacío.

20 De acuerdo con una forma de realización preferida del método de la invención, el núcleo metálico tiene un diámetro inicial predeterminado y la etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo hasta que se alcanza un espesor inicial predeterminado de la capa de revestimiento. El método además comprende la etapa de estiramiento del núcleo metálico revestido hasta que el núcleo metálico tenga un diámetro final más pequeño que dicho diámetro predeterminado inicial y la capa de revestimiento tenga un espesor final más pequeño que dicho espesor predeterminado inicial.

25 En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, las expresiones "diámetro inicial del núcleo" y "espesor inicial de la capa de revestimiento" se usan para indicar el diámetro del núcleo metálico y, respectivamente, el espesor de la capa de revestimiento antes de que se lleve a cabo la etapa de estiramiento.

30 En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, las expresiones "diámetro final del núcleo" y "espesor final de la capa de revestimiento" se usan para indicar el diámetro del núcleo metálico y, respectivamente, el espesor de la capa de revestimiento después de que se lleve a cabo la etapa de estiramiento.

35 Preferentemente, la etapa de estiramiento se lleva a cabo en un baño de emulsión que comprende una cantidad predeterminada de un agente lubricante, por ejemplo un aceite lubricante convencional per se, de modo que de manera ventajosa se mejora la capacidad de estiramiento del cable.

40 Más preferentemente, el agente lubricante se selecciona del grupo que consiste en: compuestos que contienen fósforo (por ejemplo, fosfatos orgánicos), compuestos que contienen azufre (por ejemplo, tioles, tioésteres, tioéteres), compuestos que contienen cloro (por ejemplo, cloruros orgánicos). Preferentemente, dichos lubricantes son los denominados "lubricantes de presión extrema", es decir, lubricantes que se descomponen a alta presión y temperatura (por ejemplo, dando lugar a la formación de fosfuros, sulfuros y cloruros de hierro, cobre o cinc).

45 Preferentemente, la etapa de estiramiento del cable revestido se lleva a cabo por medio matrices de estiramiento fabricadas de carburo de wolframio o de diamante, que son convencionales per se.

50 Además, gracias a que la capa de revestimiento se deposita mediante una técnica de bombardeo iónico, la variación porcentual de la cantidad de dicho agente lubricante en dicha capa de revestimiento es inferior al 1 % en peso aproximadamente, más preferentemente comprendida entre el 0,01 % aproximadamente y el 1 % en peso aproximadamente, en la dirección radial del cable con respecto al peso de la aleación metálica que forma la capa de revestimiento.

55 De manera análoga, la variación porcentual de la cantidad de dicho agente lubricante en dicha capa de revestimiento es inferior al 1 % en peso aproximadamente, más preferentemente comprendida entre el 0,01 % aproximadamente y el 1 % en peso aproximadamente, en la dirección axial del cable con respecto al peso de la aleación metálica que forma la capa de revestimiento.

60 Preferentemente, la etapa de estiramiento se lleva a cabo de tal manera como para obtener un núcleo metálico que tiene un diámetro final que se reduce en un 75-95 % aproximadamente con respecto a su diámetro inicial, más preferentemente un 80-90 % aproximadamente y, aún más preferentemente, un 85 % aproximadamente con respecto al diámetro inicial.

65 De acuerdo con una forma de realización preferida del método de la invención, la etapa de estiramiento se lleva a cabo de tal manera como para obtener una capa de revestimiento que tiene un espesor final que se reduce un 75-95 % aproximadamente con respecto al espesor inicial del mismo, más preferentemente un 78-88 % aproximadamente y, aún más preferentemente, un 83 % aproximadamente del espesor inicial.

Preferentemente, el diámetro inicial del núcleo metálico está comprendido entre 0,85 mm aproximadamente y 3,00 mm aproximadamente y la etapa de estiramiento se lleva a cabo de tal manera como para obtener un núcleo metálico que tiene un diámetro final comprendido en el intervalo de 0,10-0,50 mm.

5 Preferentemente, el espesor inicial de la capa de revestimiento es de al menos 0,5 μm aproximadamente. Más preferentemente, el espesor inicial de la capa de revestimiento está comprendido entre 0,5 aproximadamente y 3 μm aproximadamente y, todavía más preferentemente, entre 0,5 aproximadamente y 2 μm aproximadamente.

10 De esa manera, se obtiene un valor adecuado del espesor inicial de la capa de revestimiento en vista de la etapa de estiramiento del núcleo metálico revestido, lo que permite obtener el valor deseado de diámetro final del núcleo y un incremento ventajoso de las propiedades de resistencia mecánica del cable. Para fines ilustrativos, un cable que tiene una carga inicial de ruptura –es decir, antes de la etapa de estiramiento del núcleo revestido– igual a 1200 MPa aproximadamente puede alcanzar –debido a la etapa de estiramiento del núcleo revestido– una carga de rotura final de 3200 MPa aproximadamente.

15 Preferentemente, la etapa de estiramiento se lleva a cabo de tal manera como para obtener una capa de revestimiento que tiene un espesor final comprendido en el intervalo de 80-350 nm.

20 Si el espesor inicial de la parte radialmente externa está comprendido entre 50 aproximadamente a 150 nm aproximadamente, después de la etapa de estiramiento del espesor final de dicha parte está comprendido en el intervalo de 25-75 nm.

25 Por ejemplo, en el caso de una capa de latón tiene que se ha de depositar, si el contenido de cobre de la parte radialmente externa de la capa de revestimiento es aproximadamente un 1-8 % mayor que el contenido de cobre de la parte restante de la capa de revestimiento, después de la etapa de estiramiento el contenido de cobre de la parte radialmente externa de la capa de revestimiento es aproximadamente un 0,5-3 % mayor que el contenido de cobre de la parte restante de la capa de revestimiento.

30 Se pueden llevar a cabo métodos de fabricación adicionales para la producción de un cordón metálico como producto final usando el núcleo revestido como producto de partida. A modo de ejemplo ilustrativo, para producir un cordón metálico que comprende una pluralidad de cables metálicos revestidos, se puede proporcionar una etapa de trenzado de dicha pluralidad de cables metálicos revestidos después de que se lleve a cabo la etapa de estiramiento sobre los núcleos revestidos.

35 El método de la presente invención opcionalmente también puede incluir una o más etapas preliminares dirigidas a obtener un núcleo metálico de un diámetro predeterminado a partir de una barra de cable.

40 Por ejemplo, se puede llevar a cabo una eliminación mecánica de los óxidos presentes en la barra de cable, conocida en la técnica con el término de desincrustación. La etapa de desincrustación se realiza para suavizar la barra de cable, es decir, para eliminar esencialmente la rugosidad de la misma. De esa forma, de manera ventajosa se elimina cualquier aspereza de la superficie, que puede tener una profundidad notable en el caso de una barra de acero, normalmente en el intervalo de 1,5 μm a 2,0 μm aproximadamente, mejorando así la adherencia de la capa de revestimiento al núcleo en la etapa de deposición sucesiva y la eficacia de la etapa de deposición. La etapa de desincrustación preferentemente va seguida por un estiramiento en seco de la barra de cable, al final de la cual se obtiene un núcleo metálico que tiene un diámetro inicial predeterminado.

45 Posteriormente a estas etapas preliminares, de acuerdo con una realización preferida del método de la invención, el núcleo metálico se somete a un tratamiento de superficie dirigido a eliminar los óxidos opcionalmente presentes en la superficie del núcleo metálico. El tratamiento superficial preferentemente comprende las etapas de decapado, lavado y opcionalmente secado del núcleo metálico. La etapa de decapado se lleva a cabo introduciendo el núcleo metálico en un baño de decapado, tal como por ejemplo un baño que contiene ácido sulfúrico. Sucesivamente, el núcleo decapado se lava por medio de agua y opcionalmente se seca, preferentemente mediante aire caliente producido por un ventilador (por ejemplo, a una temperatura de 70 °C aproximadamente a 90 °C aproximadamente, más preferentemente a una temperatura de 80 °C aproximadamente).

50 Como alternativa a la etapa de decapado, el núcleo se puede someter a tratamientos superficiales alternativos, tales como por ejemplo ataque químico, limpieza y activación mediante una técnica de ataque por plasma, por ejemplo mediante la transmisión de iones de argón sobre la superficie del núcleo.

55 De acuerdo con una forma de realización alternativa del método de la invención, el tratamiento superficial anteriormente mencionado, tal como, por ejemplo, el decapado o cualquier otro tratamiento alternativo adecuado para este fin, se puede llevar a cabo sobre una barra de cable, preferentemente desincrustado preliminar, y el tratamiento de la superficie va seguido de un estiramiento en seco destinado a obtener un núcleo metálico que tiene un diámetro inicial predeterminado.

65

5 El núcleo metálico preferentemente se trata superficialmente de acuerdo con uno de los procedimientos mencionados anteriormente antes de revestirse con el fin de predisponer la superficie del núcleo metálico a la aplicación del revestimiento, es decir, para obtener un núcleo metálico adecuado para recibir uniformemente la capa de revestimiento sobre toda su superficie. Gracias a este tratamiento preliminar, de manera ventajosa es posible obtener un cable metálico de mejor calidad. En otras palabras, de manera ventajosa esencialmente se elimina toda macrorrugosidad o irregularidad de la superficie del núcleo, haciendo así que la superficie del núcleo sea adecuada para la deposición de la capa de revestimiento sobre la misma.

10 Preferentemente, el núcleo metálico también se trata térmicamente antes de revestirse, a fin de obtener de manera ventajosa una estructura adecuada para una deformación en frío, tal como la deformación involucrada en la etapa de estiramiento opcional mencionada. Preferentemente, el tratamiento térmico –que se realiza para provocar el recocido del metal– consiste en un tratamiento térmico patentado que se puede llevar a cabo en un horno.

15 En caso de que se refiera al acero, la etapa patentada está dirigida a dotar al núcleo de acero de una estructura perlítica que tiene un coeficiente de endurecimiento mecánico muy alto y por lo tanto se puede estirar fácilmente.

20 A modo de indicación solamente, dicho tratamiento térmico del núcleo metálico preferentemente comprende la etapa de calentamiento gradual del núcleo a una temperatura predeterminada, tal como por ejemplo comprendida entre 900 °C aproximadamente y 1050 °C aproximadamente durante un tiempo de 20-40 s aproximadamente, y la etapa de enfriamiento posterior del núcleo hasta una temperatura predeterminada, tal como por ejemplo comprendida entre 520 °C aproximadamente y 580 °C aproximadamente durante un tiempo de 5-20 s aproximadamente. Preferentemente, la etapa de enfriamiento se lleva a cabo introduciendo el núcleo metálico en un baño de plomo fundido. Como alternativa, la etapa de enfriamiento se lleva a cabo introduciendo el núcleo metálico en un baño de sales fundidas (es decir, cloratos, carbonatos), pasando el núcleo metálico a través de polvos de óxido de circonio o por medio de aire.

25 Según una realización preferida, el método de la invención además comprende la etapa de estiramiento en seco del núcleo antes del tratamiento térmico anteriormente mencionado, preferentemente de tal manera como para obtener una leve reducción del diámetro del núcleo, tal como por ejemplo comprendida entre el 1 % aproximadamente y el 3 % aproximadamente.

30 El método de la presente invención preferentemente además comprende un tratamiento térmico adicional, que preferentemente se lleva a cabo en las mismas condiciones de trabajo mencionadas anteriormente y que comprende una etapa de calentamiento gradual adicional y una etapa de enfriamiento posterior del núcleo metálico.

35 Cuando se proporcionan un primer y un segundo tratamiento térmico, preferentemente se lleva a cabo un estiramiento en seco adicional después del primer tratamiento térmico. Si se proporcionan tratamientos térmicos adicionales, preferentemente se realiza un estiramiento en seco entre cada par de tratamientos térmicos.

40 Cuando se proporciona un solo tratamiento térmico, preferentemente se lleva a cabo un leve estiramiento en seco adicional usando una matriz de estiramiento que se conecta en su entrada preferentemente de forma estanca a gases con la cámara de deposición al vacío. Más preferentemente, dicha etapa de estiramiento leve se puede llevar a cabo por medio de la denominada matriz de estiramiento dividida, que esencialmente comprende una matriz de estiramiento que tiene dos mitades simétricas. Gracias a esta característica, la matriz de estiramiento de manera ventajosa se puede sustituir de forma simple, sin interrumpir el método de producción.

45 Las etapas de transporte y de bombardeo iónico anteriormente mencionadas, así como cualquiera del tratamiento de superficie opcional, tratamiento térmico, y las etapas de estiramiento del método de la invención, se llevan a cabo preferentemente de una manera esencialmente continua, sin interrupciones sustanciales entre dos etapas.

50 De esa forma, de manera ventajosa es posible obtener un cable metálico revestido con una capa de revestimiento metálico que tiene un espesor deseado por medio de un método de producción que se lleva a cabo de manera continua desde la etapa de producción del núcleo metálico del cable a la etapa opcional de estiramiento del núcleo revestido, incluyendo opcionalmente tratamientos convencionales preliminares adicionales efectuados sobre el núcleo o tratamientos de acabado adicionales efectuados sobre el núcleo revestido (por ejemplo, un tratamiento de fosfatación del núcleo o del núcleo revestido con el fin de mejorar su estiramiento).

55 De acuerdo con un segundo aspecto de la misma, la presente invención se refiere a un cable metálico revestido – que se puede usar para reforzar materiales elastoméricos de acuerdo con la reivindicación 13.

60 Preferentemente, la primera composición anteriormente mencionada es igual a la tercera composición anteriormente mencionada.

65 Preferentemente, la aleación metálica es latón.

En caso de que la capa de revestimiento sea de latón, la parte radialmente interna y la parte radialmente externa tienen un contenido de cobre del 1 % aproximadamente al 8 % aproximadamente –preferentemente del 2 % aproximadamente al 5 % aproximadamente– en peso superior al contenido de cobre de la parte central.

5 Gracias a esta característica, en concreto, gracias a la protección conferida por el cobre, que es electroquímicamente más noble que el acero, dentro de dicho intervalo preferido, se alcanza una resistencia a la corrosión mejorada del cable. La consecución de esta mejora en la resistencia a la corrosión, a su vez, de manera ventajosa permite obtener una mejor adhesión entre el cable y el material elastomérico a reforzar, en particular en condiciones de envejecimiento.

10 En caso de que la capa de revestimiento sea de latón, la parte central preferentemente tiene un contenido de cobre del 60 al 72 %. Más preferentemente, la parte central preferentemente tiene un contenido de cobre del 64 aproximadamente al 67 % en peso aproximadamente.

15 Preferentemente, el núcleo está fabricado de acero, lo que de manera ventajosa permite conferir una mejor resistencia mecánica al cable, propiedad que se desea especialmente cuando el cable está destinado a reforzar materiales elastoméricos usados para la fabricación de un neumático.

20 Preferentemente, la capa de revestimiento se deposita por medio de una técnica de bombardeo iónico que se realiza hasta que se alcance un espesor inicial predeterminado de dicha capa de revestimiento, dicha parte radialmente más externa de la capa de revestimiento que tiene un espesor inicial del 3 al 10 % aproximadamente del espesor inicial total de la capa de revestimiento, y dicha parte radialmente más interna de la capa de revestimiento que tiene un espesor inicial del 3 al 10 % aproximadamente del espesor inicial total de la capa de revestimiento.

25 Preferentemente, el espesor inicial de dicha capa de revestimiento está comprendido entre 0,5 aproximadamente y 3 μm aproximadamente. Más preferentemente, el espesor inicial de dicha capa de revestimiento está comprendido entre 0,5 aproximadamente y 2 μm aproximadamente.

30 Preferentemente, dicho cable metálico revestido se somete a una etapa de estiramiento hasta que se obtiene una capa de revestimiento que tiene un espesor final del 75 al 95 % aproximadamente con respecto a su espesor inicial.

35 Preferentemente, la capa de revestimiento metálico está provista de una cantidad predeterminada de fósforo de manera que ventajosamente se mejora la capacidad de estiramiento del cable sin afectar la adhesión de la capa de revestimiento al material elastomérico en el que está previsto incorporar el cable revestido. Este efecto se puede conseguir, por ejemplo, mediante la inclusión de una cantidad predeterminada de fósforo en al menos uno de los cátodos.

40 Preferentemente, el material de revestimiento comprende fósforo en una cantidad del 1-3 % en peso aproximadamente, más preferentemente en una cantidad del 2 % en peso aproximadamente, con respecto al peso total del metal de revestimiento.

45 De manera ventajosa, mediante la inclusión de fósforo en dicha cantidad preferida en los componentes metálicos a depositar sobre el núcleo metálico, la etapa de bombardeo iónico permite depositar una capa de latón que comprende fósforo exactamente en la misma cantidad (es decir, 1-3 %) de una manera uniforme. Por lo tanto, puesto que el fósforo se encuentra uniformemente presente en todo el espesor de la capa de revestimiento, gracias a la acción lubricante del fósforo se mejora la etapa de estiramiento posterior, independientemente del grado de estiramiento que se haya establecido.

50 A fin de producir un cable metálico revestido como se ha descrito anteriormente, se puede usar un aparato que comprende:

a) al menos una unidad de bombardeo iónico;

55 b) al menos un dispositivo para el transporte de una manera esencialmente continua del núcleo metálico a lo largo de una trayectoria predeterminada dentro de dicha unidad de bombardeo iónico;

c) al menos un primer cátodo dispuesto dentro de dicha unidad de bombardeo iónico, el al menos un cátodo que está fabricado de una aleación metálica que incluye al menos un primer componente metálico y al menos un segundo componente metálico.

60 La unidad de bombardeo iónico preferentemente es una unidad de bombardeo iónico puesto que de manera ventajosa esta técnica aumenta la velocidad de deposición de la capa metálica esencialmente gracias al efecto ejercido sobre las partículas cargadas eléctricamente mediante un campo magnético, esto último que induce una acción de confinamiento sobre los electrones en las cercanías del cátodo(s) y por lo tanto el aumento de la densidad del plasma.

65

Preferentemente, el dispositivo de transporte comprende al menos un dispositivo para la alimentación del núcleo metálico en la unidad de bombardeo iónico a lo largo de una respectiva primera longitud de avance y al menos un contra-dispositivo para alimentar de nuevo el núcleo metálico a lo largo de una respectiva longitud de retroceso, longitud de retroceso que está separada con respecto a la longitud de avance por una distancia predeterminada. De esta forma, de manera ventajosa se incrementa el tiempo de residencia del núcleo metálico en la unidad de bombardeo iónico.

La presente invención además se refiere a un método para producir un cordón metálico para reforzar un material elastomérico, así como a un cordón metálico de este tipo, dicho método que comprende las etapas de producir una pluralidad de cables metálicos revestidos por medio del método descrito anteriormente y la etapa de trenzado posterior de dicha pluralidad de cables metálicos revestidos entre sí.

A fin de producir un cordón metálico del tipo anteriormente mencionado, se puede usar un aparato que comprende, además de los componentes del aparato mencionado anteriormente con referencia a la producción de un cable metálico revestido, un dispositivo para trenzar una pluralidad de cables metálicos revestidos.

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas adicionales de la invención serán más evidentes de la descripción de algunas realizaciones preferidas de un método de acuerdo con la invención para la producción de un cable metálico revestido que comprende un núcleo metálico y una capa de revestimiento fabricada de un material de aleación metálica que incluye al menos un primer componente y al menos un segundo componente, en lo sucesivo fabricada con referencia al dibujo adjunto en el que, con fines ilustrativos y no limitativos, se representa una realización preferida de un aparato para producir un cable metálico revestido del tipo anteriormente mencionado.

En detalle, la Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de una realización preferida de un aparato para producir un cable metálico revestido que comprende un núcleo metálico y una capa de revestimiento fabricada de un material de aleación metálica.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Una primera forma de realización preferida del proceso de la presente divulgación se describe con referencia al aparato ilustrado en la Figura 1, en la que se muestra una configuración preferida del cátodo.

Como será más evidente a partir de lo siguiente, el método permite obtener de manera ventajosa un cable metálico que incluye un núcleo metálico y una capa de revestimiento fabricada de un material de aleación metálica que incluye al menos un primer componente metálico y al menos un segundo componente metálico, la capa de revestimiento que comprende una parte radialmente interna, una parte radialmente externa y una parte central dispuesta entre la parte radialmente interna y la parte radialmente externa, en la que tanto la parte radialmente interna como la parte radialmente externa están fabricadas de dicha aleación metálica que tiene una primera composición y la parte central está fabricada de dicha aleación metálica que tiene una segunda composición diferente de la primera composición. A modo de ejemplo ilustrativo, a continuación se describe una forma de realización preferida del método que está destinado a producir un cable que incluye un núcleo de acero y una capa de revestimiento de latón en la que cada una de las partes radialmente externa e interna incluye preferentemente un contenido de cobre del 1 % aproximadamente al 8 % aproximadamente con respecto a la parte central de la capa de revestimiento. Como será más fácilmente evidente a partir de lo siguiente, este efecto se consigue mediante la disposición de dos partes de la trayectoria, a lo largo de la cual se transporta el núcleo de acero, fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno de al menos un cátodo fabricado de latón.

Con referencia a la Figura 1, un primer cátodo 1 y un segundo cátodo 2, ambos fabricados de latón, están dispuestos paralelos entre sí dentro de una unidad de bombardeo iónico con magnetron 3 que comprende una cámara de deposición al vacío 4 (que se somete a una primera presión predeterminada), y una primera y una segunda pre-cámaras (no mostradas) ambas sometidas a una segunda presión predeterminada superior a dicha primera presión predeterminada. La primera y la segunda pre-cámaras están dispuestas aguas arriba y, respectivamente, aguas abajo de la cámara de deposición al vacío 4.

En la Figura 1, el primer cátodo 1 y el segundo cátodo 2 tienen forma de placa y están dispuestos por encima y, respectivamente, por debajo de un núcleo de acero 6 a revestir.

Los cátodos 1, 2 están a una distancia d predeterminada del núcleo de acero 6.

A fin de incrementar la productividad, una pluralidad de cátodos 1 y una correspondiente pluralidad de cátodos opuestos 2 –todos fabricados en latón que tienen la composición anteriormente mencionada– están dispuestos sucesivamente a lo largo del desarrollo longitudinal de la cámara de deposición al vacío 4 de la unidad de bombardeo iónico con magnetron 3.

La unidad de bombardeo iónico con magnetron 3 además comprende un dispositivo (no se muestra puesto que es convencional per se) para el transporte del núcleo de acero 6 a lo largo de una trayectoria predeterminada de una manera esencialmente continua.

5 En particular, el dispositivo de transporte comprende: a) una pluralidad de dispositivos para la alimentación del núcleo de acero 6 en la unidad de bombardeo iónico con magnetron 3, a lo largo de una pluralidad respectiva de longitudes de avance, y b) una pluralidad de contra-dispositivos para realimentar el núcleo de acero 6, a lo largo de una pluralidad respectiva de longitudes de retroceso, las longitudes de retroceso que están separadas con respecto a las longitudes de avance por una distancia p predeterminada. Dicha pluralidad de dispositivos y contra-dispositivos
10 no se muestran como es convencional per se. Por ejemplo, dichos dispositivos y contra-dispositivos pueden comprender poleas y las respectivas contra-poleas que están dispuestas en lados opuestos de la unidad de bombardeo iónico con magnetron 3.

15 De esta forma, el núcleo de acero 6 forma un haz de cables 5 que comprende una pluralidad de longitudes sucesivas de avance y de retroceso del cable esencialmente paralelas a la extensión longitudinal de la unidad de bombardeo iónico con magnetron 3, que de manera ventajosa aumenta el tiempo de residencia del núcleo de acero 6 en el interior de la cámara de deposición al vacío 4. En la realización mostrada en la Figura 1, el haz de cables 5 se encuentra en un plano horizontal que es paralelo a los cátodos 1, 2 y está igualmente separado de los cátodos 1, 2 de la distancia d mencionada.

20 Como se ha descrito anteriormente, cada longitud de avance está separada con respecto a la longitud de retroceso adyacente por la distancia p. Para una cámara de deposición al vacío 4 que tiene una anchura de 25 cm aproximadamente –en la que un núcleo de acero 6 que tiene un diámetro de 1,40 mm se transporta de acuerdo con una trayectoria que consta de 45 pasos– un valor adecuado de la distancia p entre las longitudes adyacentes del núcleo de acero 6 es de 5 mm aproximadamente.
25

De acuerdo con la invención, para obtener tanto una parte radialmente interna como radialmente externa de la capa de revestimiento que tiene un contenido de cobre mayor que el contenido de cobre de la parte central de la capa de revestimiento, la trayectoria anteriormente mencionada está dispuesta de tal manera que dos partes de la trayectoria (una parte inicial y una parte final) a lo largo de la cual se transporta el núcleo de acero 6 se encuentran fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno de los cátodos 1 y 2.
30

Más en particular, según la realización preferida mostrada en la Figura 1, el haz de cables 5 sobresale con respecto a los bordes axiales de ambos cátodos 1, 2 de una misma longitud predeterminada 1, que en la realización mostrada en la Figura 1 es de 7,5 cm aproximadamente. Más en particular, en dicha forma de realización preferida, el haz de cables 5 sobresale con respecto a ambos cátodos 1 y 2 de dicha longitud 1 de tal manera que se define un ángulo θ , comprendido preferentemente entre 45° y 70° aproximadamente, entre la normal a los cátodos 1 y 2 y el vector radial que representa el haz de átomos emitidos por los cátodos 1, 2 hacia las partes del núcleo de acero 6 presente en el haz de cables 5 que sobresale con respecto a los cátodos 1 y 2.
35
40

A fin de obtener un contenido de cobre, tanto de la parte radialmente externa como de la parte radialmente interna superior al 4 % aproximadamente con respecto al contenido de cobre presente en la parte central de la capa de revestimiento, el ángulo θ preferentemente es de 69° aproximadamente.

45 Generalmente, el valor del ángulo θ se selecciona en función de la composición de latón deseada de la parte radialmente más externa de la capa de revestimiento, que a su vez se selecciona en función de la reactividad del material elastomérico que tiene que adherirse a dicha capa de revestimiento.

Según la realización preferida mostrada en la Figura 1, el ángulo θ tiene el mismo valor para la parte radialmente interna y la radialmente externa, de manera que dichas partes tienen el mismo contenido de cobre.
50

A continuación se describe una forma de realización preferida del método de la invención para producir un cable de acero revestido que comprende un núcleo de acero 6 y una capa de revestimiento de latón.

55 El método puede incluir una serie de etapas preliminares dirigidas a obtener un núcleo de acero 6 de un diámetro predeterminado a partir de una barra de cable y una serie de tratamientos preliminares realizados sobre el núcleo de acero 6, como por ejemplo un tratamiento superficial a fin de eliminar cualquier macrorrugosidad de la superficie de acero con el fin de mejorar la adherencia de la capa de latón al núcleo de acero 6, así como un tratamiento térmico con el fin de obtener una estructura perlítica que es más adecuada para la deformación en frío sucesiva durante la etapa de estiramiento.
60

De acuerdo con dicho método, el núcleo de acero 6 se transporta en primer lugar a lo largo de la trayectoria predeterminada anteriormente mencionada de una manera esencialmente continua, por ejemplo a una velocidad comprendida en el intervalo de 10 aproximadamente a 80 m/min aproximadamente.
65

En una segunda etapa del método, los cátodos 1 y 2 de latón se someten a bombardeo iónico sobre el núcleo de acero 6, preferentemente de una manera esencialmente simultánea.

Preferentemente, la etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo estableciendo una presión del orden de 10^{-3} - $5 \cdot 10^{-2}$ mbar en la cámara de deposición al vacío 4, un voltaje aplicado a los electrodos comprendido entre 100 aproximadamente y 1000 V aproximadamente y una corriente comprendida entre 0,1 aproximadamente y 10 A aproximadamente. La etapa de bombardeo iónico consiste esencialmente en un bombardeo iónico de los cátodos 1, 2 con iones del gas portador obtenidos bajo la acción de un campo eléctrico generado por la aplicación del voltaje anteriormente mencionado. Más específicamente, los iones del gas portador se aceleran hacia los cátodos 1, 2, provocando esencialmente una serie de colisiones con la consiguiente emisión de átomos de los cátodos 1, 2 dirigidos hacia el ánodo, es decir, hacia el núcleo de acero, hacia el que también se aceleran los electrones libres. Los electrones libres se ionizan por colisión de otros átomos de gas portador, por lo que el proceso se repite y se auto-sostiene mientras se suministre suficiente energía.

Al cumplir con los valores de voltaje, de corriente y de presión del gas preferidos anteriormente mencionados, de manera ventajosa se consigue una velocidad de deposición de cobre comprendida en el intervalo de 100 aproximadamente a 1000 nm/min aproximadamente, dependiendo de la distancia d entre los cátodos 1, 2 y el núcleo de acero 6. Se ha comprobado que es particularmente preferida una distancia d entre los cátodos 1, 2 y el núcleo de acero 6 que oscila de aproximadamente unos pocos cm a algunas decenas de cm –en función del tamaño de los cátodos 1, 2– en términos de eficacia de la deposición. Por ejemplo, con una distancia d de 3 cm aproximadamente, la velocidad de deposición es de 800 nm/min aproximadamente.

La etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo hasta que se obtiene un espesor inicial predeterminado del revestimiento de latón, como por ejemplo comprendida entre 0,5 aproximadamente y 3,0 μm aproximadamente.

Dos partes, una parte inicial y una parte final, de la trayectoria anteriormente predeterminada a lo largo de la cual se transporta el núcleo de acero 6 se encuentran fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno de los cátodos 1, 2, de manera que las respectivas partes de la capa de revestimiento formada fuera de dicho volumen están fabricadas de latón que tiene una segunda composición diferente de la primera composición.

Más en particular, de acuerdo con la realización mostrada en la Figura 1, dos partes de la trayectoria anteriormente predeterminada a lo largo de la cual se transporta el núcleo de acero 6 se encuentran fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno de los cátodos 1, 2, de modo que las partes de la capa de revestimiento formada fuera de dicho volumen están fabricadas de latón que tiene una segunda composición diferente de la primera composición.

En otras palabras, gracias a esta disposición de la trayectoria a lo largo de la cual se transporta el núcleo de acero 6, el núcleo de acero 6 recibe respectivos haces de átomos de cobre destinados a formar una parte radialmente interna y una parte radialmente externa de la capa de revestimiento a lo largo de las respectivas direcciones incidentes cada una inclinada del ángulo θ predeterminado con respecto a la normal a los cátodos 1 y 2, lo que permite cambiar el contenido de cobre de la parte radialmente interna y la parte radialmente externa de la capa de revestimiento con respecto al contenido de cobre de la parte central de la capa de revestimiento. Más en particular, el núcleo de acero 6 se transporta sucesivamente desde una posición de recepción inicial en la que el latón se somete a bombardeo iónico a lo largo de una dirección incidente que está inclinada el ángulo θ con respecto a la normal a los cátodos 1, 2 a una posición de recepción intermedia –es decir, una posición en la que el núcleo de acero 6 se transporta dentro del volumen anteriormente mencionado definido por la disposición de los cátodos 1, 2– en la que el latón se somete a bombardeo iónico a lo largo de una dirección incidente que es esencialmente paralela a la normal a los cátodos 1, 2 y, por último, a una posición de recepción final en la que el latón se somete a bombardeo iónico a lo largo de una dirección incidente que está inclinada el mismo ángulo θ con respecto a la normal a los cátodos 1, 2.

De acuerdo con la realización mostrada en la Figura 1, la parte radialmente externa de la capa de revestimiento puede estar provista de un espesor de 50 a 100 nm aproximadamente en función de la velocidad de transporte a la que se somete el núcleo de acero 6. De una manera similar, la parte radialmente interna de la capa de revestimiento puede estar provista de un espesor de 50 a 100 nm aproximadamente en función de la velocidad de transporte a la que se somete el núcleo de acero 6.

En una etapa adicional de la forma de realización preferida del método de la presente invención, el núcleo revestido se estira hasta que el núcleo de acero 6 tiene un diámetro final más pequeño que un diámetro inicial predeterminado y la capa de latón tiene un espesor final más pequeño que un espesor inicial predeterminado.

Por ejemplo, el diámetro inicial del núcleo de acero 6 está comprendido entre 0,85 mm aproximadamente y 3 mm aproximadamente y la etapa de estiramiento se realiza de tal manera como para obtener un núcleo de acero 6 que tiene un diámetro final comprendido en el intervalo de 0,10 a 0,50 mm.

Preferentemente, la etapa de estiramiento del núcleo revestido se lleva a cabo en un baño de emulsión, por ejemplo que contiene un aceite lubricante, y se lleva a cabo mediante matrices de estiramiento que preferentemente están fabricadas de carburo de wolframio.

5 Al final de dicha etapa de estiramiento, se obtiene un cable de acero revestido uniforme y homogéneamente con una capa de revestimiento de latón.

Todas las etapas del método de la invención se llevan a cabo preferentemente de una manera continua sustancial.

10 Se pueden idear otras formas de realización preferidas del método de la invención sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, para evitar cualquier interrupción en el proceso de bombardeo iónico debido al consumo de los cátodos de cobre, la etapa de bombardeo iónico se puede llevar a cabo en una primera cámara de deposición al vacío, una segunda cámara de deposición al vacío que está dispuesta en serie con la primera y que se encuentra en modo de espera. En la segunda cámara de deposición al vacío puede haber dispuestos cátodos análogos en forma de placa como se ha descrito anteriormente. Ambas primera y segunda cámaras de deposición al vacío contienen un gas portador, tal como por ejemplo argón, a una primera presión predeterminada, preferentemente comprendida entre 10^{-3} mbar aproximadamente y 10^{-1} mbar aproximadamente.

20 En particular, antes de ser transportado en la primera cámara de deposición al vacío, para preservar de polvo y otros contaminantes, la primera y, cuando se usa, la segunda cámara de deposición al vacío, hay dispuesta una primera pre-cámara y una segunda pre-cámara aguas arriba de la primera y, respectivamente, la segunda cámara de deposición al vacío.

25 Además puede haber dispuesta una tercera pre-cámara aguas abajo de la segunda cámara de deposición al vacío. En otras palabras, la primera pre-cámara, la primera cámara de deposición al vacío, la segunda pre-cámara, la segunda cámara de deposición al vacío y la tercera pre-cámara están dispuestas sucesivamente en serie.

30 La primera, la segunda y la tercera pre-cámaras pueden contener argón sometido a una segunda presión predeterminada superior a dicha primera presión predeterminada, por ejemplo del orden de 0,5 mbar.

De esa forma, de manera ventajosa se logra la condición de vacío deseada de 10^{-3} mbar a 10^{-1} mbar en cada cámara de deposición al vacío de una manera escalonada.

35 La invención se describe adicionalmente por medio de los siguientes ejemplos ilustrativos.

Ejemplo 1 (Invención)

40 Se usó una unidad de bombardeo iónico con magnetrón que comprende una cámara de deposición al vacío sometida a una primera presión predeterminada de $5 \cdot 10^{-2}$ mbar aproximadamente. Una primera pre-cámara y una segunda pre-cámara, ambas sometidas a una segunda presión predeterminada superior a dicha primera presión predeterminada (e igual a 0,5 mbar aproximadamente) están dispuestas aguas arriba y, respectivamente, aguas abajo de la cámara de deposición al vacío. La cámara de deposición al vacío y las pre-cámaras contenían argón como gas portador a los valores de presión anteriormente mencionados. Aguas abajo de la segunda pre-cámara, se dispusieron matrices de estiramiento fabricadas de carburo de wolframio en un baño que contiene un aceite lubricante, en concreto, una emulsión en agua al 10 % en peso de un agente lubricante.

50 La cámara de deposición al vacío comprende 5 pares de primeros y segundos cátodos rectangulares en forma de placas (45 x 7 x 1 cm) de latón (Cu 67 %, Zn 33 %), dispuestos en lados opuestos del haz de cables formados por el núcleo de acero transportado a lo largo de la trayectoria multipaso mencionada.

La distancia d entre cada uno de los cátodos y el haz de cables era igual a 3 cm aproximadamente.

55 Un núcleo de acero que tiene un diámetro de 1,14 mm aproximadamente se revistió con una capa de latón que tiene un espesor inicial de 1,5 μ m. Más en particular, el núcleo de acero se transporta de una manera esencialmente continua en la pre-cámara a una velocidad de 70 m/min aproximadamente y, sucesivamente, en la cámara de deposición al vacío a lo largo de una trayectoria multipaso situada en un plano esencialmente horizontal. A fin de obtener una parte radialmente externa y una parte radialmente interna de la capa de revestimiento, dos respectivas partes (una parte inicial y una parte final) de dicha trayectoria se dispusieron fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno del montaje de cátodos dispuestos como se ha descrito anteriormente. De esta forma, las partes correspondientes de la capa de revestimiento formada fuera de dicho volumen (es decir, la parte radialmente más interna y la parte radialmente más externa) tenían una segunda composición diferente de una primera composición de la parte de la capa de revestimiento formada en el interior de dicho volumen (es decir, una parte central, que tenía esencialmente las mismas composiciones de los cátodos).

65 Más en particular, en dichas partes de la trayectoria dispuestas fuera de dicho volumen, el ángulo de inclinación del haz de latón con respecto a la normal a los cátodos era de 69 ° aproximadamente.

La trayectoria comprendía un número total de 39 longitudes de avance y de retroceso cada una que mide 250 cm y separadas por una distancia p de 6 mm aproximadamente. Las dos partes de la trayectoria dispuestas fuera del volumen anteriormente mencionado sobresalían 8 cm aproximadamente con respecto al borde del cátodo respectivo.

5 El núcleo de acero se transporta de esta forma desde una posición de recepción inicial en la que latón se somete a bombardeo iónico a lo largo de una dirección de incidencia inclinada de 69° con respecto a la normal a los cátodos a una posición de recepción intermedia en la que el latón se somete a bombardeo iónico a lo largo de una dirección incidente paralela a la normal a los cátodos y, por último, a una posición de recepción final en la que el latón se somete a bombardeo iónico a lo largo de una dirección de incidencia inclinada 69° con respecto a la normal a los cátodos.

15 De esta forma, se obtuvieron una parte radialmente externa que tiene un espesor inicial de 100 nm y un contenido de cobre del 71,1 % en peso aproximadamente, una parte central que tiene un espesor inicial de $1,3 \mu\text{m}$ y un contenido de cobre del 67,2 % aproximadamente, es decir, esencialmente igual al contenido de cobre de la aleación de latón que constituye los cátodos, así como una parte radialmente interna que tiene un espesor inicial de 100 nm y un contenido de cobre del 71,1 % en peso aproximadamente.

20 Los cátodos se someten a bombardeo iónico sobre el núcleo de acero de una manera esencialmente simultánea hasta que se obtuvo un espesor inicial total de latón de $1,5 \mu\text{m}$ aproximadamente. La fuente de alimentación conectada a los cátodos de cobre era de 9 kW. Se usó un voltaje de 360 V aproximadamente y una corriente de 2,50 A aproximadamente. De acuerdo con esas condiciones de trabajo (valores de potencia, voltaje, corriente, presión de gas) se logró una velocidad de deposición de cobre de 800 nm/min aproximadamente.

25 Posteriormente, el núcleo de acero revestido de la forma descrita anteriormente se transportó en la segunda pre-cámara a una velocidad de 70 m/min aproximadamente y, finalmente, se estiró en el baño de emulsión hasta un diámetro de 0,20 mm, que corresponde a una capa de latón que tiene un espesor final de $0,20 \mu\text{m}$. Como resultado de dicha etapa de estiramiento, la capa de revestimiento comprendía una parte central que tiene un espesor de $0,19 \mu\text{m}$ y un contenido promedio de cobre del 67,2 %, una parte radialmente interna de la capa de revestimiento que tiene un espesor de 50 nm y una parte radialmente externa de la capa de revestimiento que tiene un espesor de 50 mm, tanto la parte radialmente interna como la parte radialmente externa que tienen un contenido de cobre del 69,9 %.

35 Finalmente, se proporciona una etapa de trenzado de una pluralidad de cables de acero revestidos con latón obtenidos como se ha descrito anteriormente para así formar un cordón.

Ejemplo 2 (Comparativo)

40 Se usó la unidad de bombardeo iónico con magnetrón descrita en el Ejemplo 1. La cámara de deposición al vacío comprende 5 pares de primeros y segundos cátodos rectangulares en forma de placas ($45 \times 7 \times 1$ cm) de latón (Cu 67 %, Zn 33 %), dispuestos en lados opuestos de un haz de cables a una distancia d de 3 cm del mismo.

45 Un núcleo de acero, que tiene un diámetro de 1,14 mm aproximadamente, se recubrió con una capa de revestimiento de latón que tiene un espesor inicial de $1,5 \mu\text{m}$. El núcleo de acero se transporta en la primera pre-cámara como se describe en el Ejemplo 1 y, posteriormente, en la cámara de deposición al vacío a lo largo de una trayectoria que comprende un número total de 13 longitudes de avance y de retroceso cada una que mide 250 cm y separadas por una distancia p de 6 mm aproximadamente y en las mismas condiciones operativas descritas en el Ejemplo 1 a excepción de la potencia suministrada a los cátodos, que se ajustó a 34 kW aproximadamente. Además, a diferencia del Ejemplo 1, ninguna parte de dicha trayectoria estaba dispuesta fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno del conjunto de cátodos dispuestos como se ha descrito anteriormente.

55 En otras palabras, el ángulo de inclinación del haz de latón con respecto a la normal a los cátodos era de 0° aproximadamente a lo largo de toda la trayectoria, por lo que la trayectoria no sobresale de ninguno de los bordes de los cátodos (lo que resulta en un haz de cables que esencialmente tiene la misma anchura que los cátodos). Como consecuencia de una disposición de la trayectoria de este tipo, el contenido promedio de cobre de la capa de revestimiento era del 67,1 % aproximadamente a lo largo de todo el espesor de la capa de revestimiento.

60 Posteriormente, el núcleo de acero revestido con latón se transportó en la segunda pre-cámara y, finalmente, se estiró en el baño de emulsión a un diámetro de 0,20 mm, que corresponde a una capa de latón que tiene un espesor final de $0,20 \mu\text{m}$.

65 Finalmente, se proporciona una etapa de trenzado de una pluralidad de cables de acero revestidos con latón obtenidos como se ha descrito anteriormente para formar un cordón.

Ejemplo 3 (Invención)

ES 2 582 166 T3

Se usó la unidad de bombardeo iónico con magnetrón descrita en el Ejemplo 1. La cámara de deposición al vacío comprende 5 pares de primeros y segundos cátodos rectangulares en forma de placas (45 x 7 x 1 cm) de latón (Cu 67 %, Zn 33 %), dispuestas en lados opuestos de un haz de cables a una distancia de 3 cm del mismo.

5 Un núcleo de acero, que tiene un diámetro de 1,30 mm aproximadamente, se recubrió con una capa de latón que tiene un espesor inicial de 1,5 μm . El núcleo de acero se transporta en la primera pre-cámara y, posteriormente, en la cámara de deposición al vacío como se describe en el Ejemplo 1.

10 El núcleo de acero se transporta de una manera esencialmente continua en la pre-cámara a una velocidad de 60 m/min aproximadamente, y sucesivamente en la cámara de deposición al vacío a lo largo de una trayectoria multipaso situada en un plano esencialmente horizontal y que comprende un número total de 39 longitudes de avance y de retroceso cada una que mide 250 cm y separadas por una distancia p de 5 mm aproximadamente. Dos partes de dicha trayectoria, una parte inicial y una parte final, se dispusieron fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno del conjunto de cátodos dispuestos como se ha descrito anteriormente. De esta forma, las partes correspondientes de la capa de revestimiento formadas fuera de dicho volumen (es decir, la parte radialmente más interna y la parte radialmente más externa) tenían una segunda composición diferente de una primera composición de la parte de la capa de revestimiento formada en el interior de dicho volumen (es decir, la parte central).

20 Las partes de la trayectoria dispuesta en el exterior del volumen anteriormente mencionado sobresalían 6 cm aproximadamente de los bordes del cátodo respectivo, lo que resulta, en correspondencia con dichas partes de trayectoria, en un ángulo incidente de inclinación del haz de latón emitido por los cátodos con respecto a la normal a los cátodos de 63 ° aproximadamente.

25 Las otras condiciones operativas eran idénticas a las descritas en el Ejemplo 1.

30 De esta forma, se obtuvieron una parte radialmente externa y una parte radialmente interna de la capa de revestimiento, ambas que tienen un espesor inicial de 100 nm y un contenido de cobre del 69,1 % en peso aproximadamente, así como una parte central que tiene un espesor inicial de 1,3 μm y un contenido de cobre del 67 % aproximadamente.

35 Posteriormente, el núcleo de acero revestido con latón se transportó en la segunda pre-cámara y, finalmente, se estiró en el baño de emulsión a un diámetro de 0,22 mm, que corresponde a una capa de latón que tiene un espesor final de 0,20 μm .

40 Como resultado de dicha etapa de estiramiento, se obtuvieron la capa de revestimiento comprendida de una parte central que tiene un espesor final de 0,19 μm que incluye un contenido promedio de cobre del 67,1 %, y las partes radialmente interna y externa de la capa de revestimiento, ambas que tienen un espesor final de 50 nm y un contenido promedio de cobre del 69 %.

45 Finalmente, se proporciona una etapa de trenzado de una pluralidad de cables de acero revestidos con latón obtenido como se ha descrito anteriormente para formar un cordón.

Los distintos cordones obtenidos a partir de los cables de acero revestidos producidos de acuerdo con los Ejemplos 1-3 tenían diferentes reactividades. Más en particular, los cables del Ejemplo 1 tenían una reactividad mayor que la reactividad de los cordones del Ejemplo 3 que, a su vez, tenían una reactividad mayor que la reactividad de los cordones del Ejemplo 2.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para producir un cable metálico revestido que comprende un núcleo de acero (6) y una capa de revestimiento fabricada de un material de aleación metálica que incluye al menos un primer componente metálico y al menos un segundo componente metálico, seleccionándose dichos primer y segundo componentes metálicos de la capa de revestimiento del grupo que consiste en cobre, cinc, manganeso, cobalto, estaño, molibdeno, hierro, níquel, y aluminio, comprendiendo el método las etapas de:
- 10 a. transportar dicho núcleo de acero a lo largo de una trayectoria predeterminada de una manera esencialmente continua, estando situada dicha trayectoria predeterminada en las proximidades de al menos un cátodo (1, 2) fabricado de dicho material de aleación metálica que tiene una primera composición; y
- b. someter a bombardeo iónico dicho al menos un cátodo (1, 2) sobre dicho núcleo de acero (6) que se transporta a lo largo de dicha trayectoria predeterminada para obtener dicha capa de revestimiento;
- 15 en el que al menos una parte de dicha trayectoria predeterminada se encuentra fuera de un volumen definido por una generatriz esencialmente perpendicular a una línea de contorno de dicho al menos un cátodo (1, 2), de modo que la capa de revestimiento formada cuando dicho núcleo de acero se transporta en correspondencia con dicha al menos una parte de dicha trayectoria predeterminada tiene una segunda composición diferente de la primera composición, y en el que dicha etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo por medio de una técnica de bombardeo
- 20 iónico que implica un bombardeo iónico de dicho al menos un cátodo (1, 2);
- en el que dicha al menos una parte de la trayectoria que se encuentra fuera de dicho volumen sobresale de al menos un borde de dicho al menos un cátodo (1, 2) de una longitud predeterminada (l), y la relación entre dicha longitud (l) de la parte de la trayectoria que sobresale de al menos un borde de dicho al menos un cátodo (1, 2) y la distancia (d) entre dicho al menos un cátodo (1, 2) y el núcleo de acero (6) está comprendida entre 1,5 y 3,2.
- 25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha trayectoria se encuentra en un plano dispuesto esencialmente paralelo a dicho al menos un cátodo (1, 2).
- 30 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho núcleo de acero (6) se transporta desde una posición de recepción inicial que se encuentra dentro de dicho volumen hasta una posición de recepción final situada en el exterior de dicho volumen.
- 35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho núcleo de acero (6) se transporta desde una posición de recepción inicial situada en el exterior de dicho volumen hasta una posición de recepción final que se encuentra dentro de dicho volumen.
- 40 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho núcleo de acero (6) se transporta desde una posición de recepción inicial situada en el exterior de dicho volumen hasta una posición de recepción final situada en el exterior de dicho volumen.
- 45 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa de transporte se lleva a cabo a lo largo de una trayectoria que comprende una pluralidad de longitudes sucesivas de avance y de retroceso paralelas entre sí para formar un haz (5) de longitudes de cable.
- 50 7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que longitudes de avance y de retroceso adyacentes están separadas por una distancia predeterminada (p).
8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha etapa de bombardeo iónico se lleva a cabo hasta que se alcanza un espesor inicial predeterminado de dicha capa de revestimiento.
- 55 9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la capa de revestimiento formada cuando dicho núcleo de acero se transporta en correspondencia con dicha al menos una parte de dicha trayectoria predeterminada es una parte radialmente externa de la capa de revestimiento.
- 60 10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la capa de revestimiento formada cuando dicho núcleo de acero se transporta en correspondencia con dicha al menos una parte de dicha trayectoria predeterminada es una parte radialmente interna de la capa de revestimiento.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la capa de revestimiento formada cuando dicho núcleo de acero se transporta en correspondencia con dicha al menos una parte de dicha trayectoria predeterminada tiene un espesor inicial del 3-10 % aproximadamente del espesor inicial de toda la capa de revestimiento.
- 65 12. El método de acuerdo con la reivindicación 8, que además comprende la etapa de estiramiento del cable de acero revestido hasta que el núcleo de acero (6) tiene un diámetro final más pequeño que un diámetro inicial predeterminado y la capa de revestimiento tiene un espesor final más pequeño que dicho espesor predeterminado inicial.

- 5 13. Un cable metálico revestido que comprende un núcleo de acero (6) y una capa de revestimiento fabricada de un material de aleación metálica que incluye al menos un primer componente metálico y al menos un segundo componente metálico, dicha aleación metálica que es latón, dicha capa de revestimiento que comprende una parte radialmente interna, una parte radialmente externa y una parte central dispuesta entre dicha parte radialmente interna y dicha parte radialmente externa, en el que la parte radialmente interna tiene una primera composición, la parte radialmente externa tiene una tercera composición y la parte central tiene una segunda composición diferente tanto de la primera composición como de la tercera composición en la que dicha parte radialmente externa tiene un espesor final comprendido entre 25 nm aproximadamente y 75 nm aproximadamente
- 10 caracterizado por que dicha parte radialmente interna tiene un contenido de cobre del 1 % al 8 % en peso mayor que el contenido de cobre de dicha parte central.
- 15 14. El cable metálico revestido de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha primera composición es igual a dicha tercera composición.
- 15 15. El cable metálico revestido de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la parte radialmente externa tiene un contenido de cobre del 1 % al 8 % en peso mayor que el contenido de cobre de la parte central.
- 20 16. El cable metálico revestido de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la parte central tiene un contenido de cobre del 60 al 72 %.
- 25 17. Un método para producir un cable metálico que comprende las etapas de producir una pluralidad de cables metálicos revestidos producidos por un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-12 y la etapa adicional de trenzar dicha pluralidad de cables metálicos revestidos entre sí.
- 25 18. Un cordón metálico para reforzar un material elastomérico, que comprende una pluralidad de cables metálicos revestidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13-16, estando dichos cables metálicos revestidos trenzados entre sí.

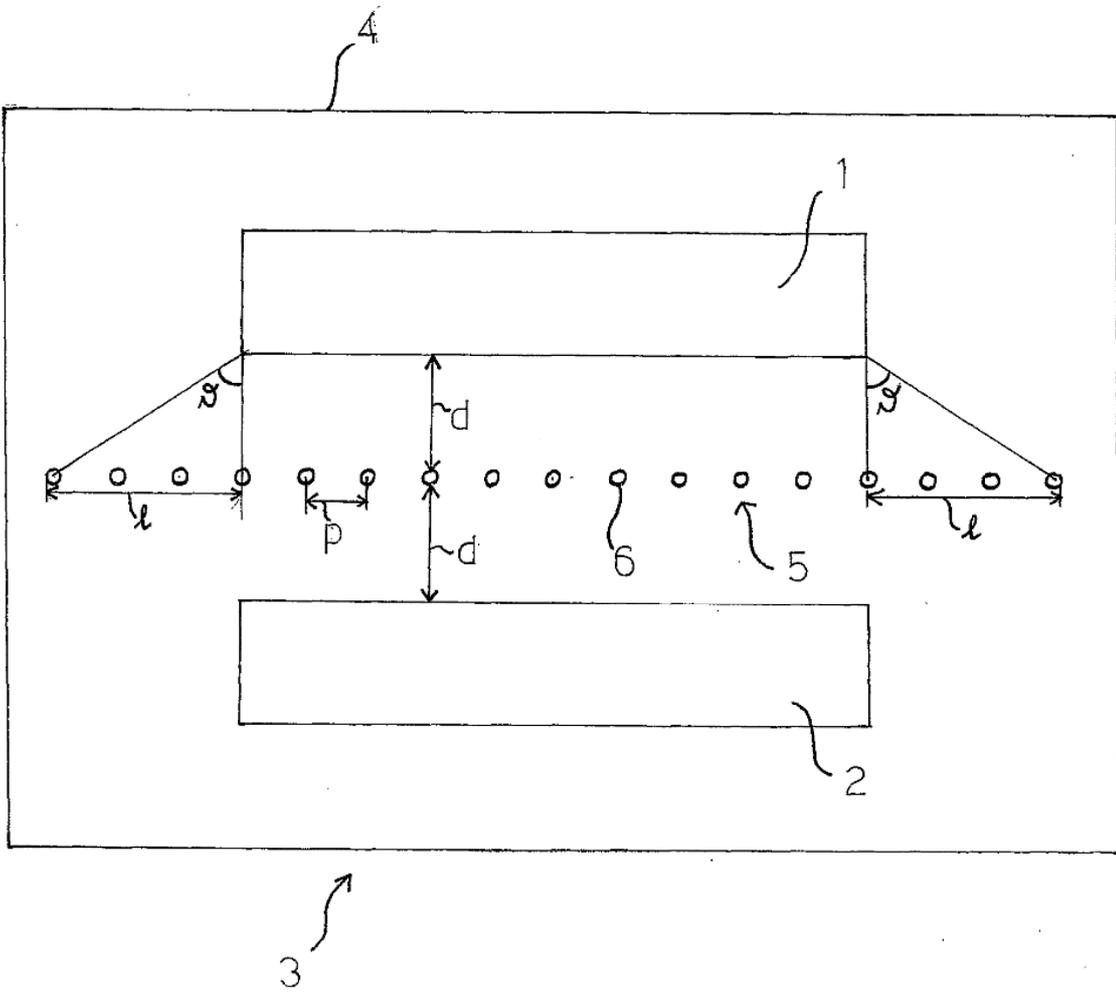


Fig-1