

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 831**

51 Int. Cl.:

B23K 9/173 (2006.01)

B23K 35/02 (2006.01)

B23K 35/30 (2006.01)

C25D 1/04 (2006.01)

C25D 5/26 (2006.01)

C25D 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06026188 .0**

96 Fecha de presentación: **18.12.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1813375**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.08.2007**

54 Título: **Alambre para soldadura por arco eléctrico con una capa eléctricamente conductora de cobre o aleación de cobre**

30 Prioridad:

25.01.2006 US 338507

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

14.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

14.12.2012

73 Titular/es:

**LINCOLN GLOBAL, INC. (100.0%)
17721 RAILROAD STREET
CITY OF INDUSTRY, CA 91748, US**

72 Inventor/es:

**JAMES, MATTHEW J. y
MELFI, TERESA A.**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ-VEGA FEIJOO, María Covadonga

ES 2 392 831 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

Alambre para soldadura por arco eléctrico con una capa eléctricamente conductora de cobre o aleación de cobre

5 La presente invención se refiere a la industria de soldadura por arco y más particularmente a un alambre para soldadura por arco eléctrico novedoso según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 8 respectivamente (véase, por ejemplo, el documento US 3 555 240), que tiene una capa externa eléctricamente conductora única.

Antecedentes de la invención

10 En soldadura por arco eléctrico de secciones de tubería, es una práctica habitual usar uno o más electrodos alimentado(s) a través de rodillos de accionamiento al interior de una ranura entre secciones de tubería adyacentes. La ranura se llena con un fundente granular para proteger el cordón de soldadura formado por el electrodo fundido y las piezas de trabajo fundidas del fondo de la ranura. El proceso de soldadura produce un cordón de soldadura de metal fundido cubierto por la escoria fundida formada a partir del fundente granular. El electrodo, sea alambre macizo o alambre tubular, incluye una capa externa de cobre para facilitar el contacto eléctrico entre el acero del electrodo y la línea de alimentación procedente de una fuente de alimentación para soldadura. La resistividad del cobre es bastante baja de modo que el alambre que pasa a través de la punta de contacto del soplete de soldeo recibe corriente desde la punta de contacto sin gran pérdida de calor en el propio soplete y sin formación de arco eléctrico entre el alambre y la punta de contacto. Por consiguiente, es muy importante que la capa externa del metal de soldadura de avance sea de cobre; sin embargo, durante la operación de alimentación la capa de cobre en el alambre suele crear lascas y partículas de cobre puro que se retiran mecánicamente de la superficie durante la alimentación forzada del alambre para soldadura a través del revestimiento al interior del soplete y a través de la punta de contacto de soplete a la operación de soldadura. Estas lascas o partículas de cobre tienen una masa sustancial y se mezclan con el fundente granular que cubre la operación de soldadura.

Las partículas de cobre dispersadas en el fundente se funden por la escoria fundida y suelen atravesar la escoria fundida en contacto con el cordón de soldadura. El metal del cordón se enfría y solidifica a aproximadamente 2800 °F; sin embargo, el cobre en la escoria fundida permanece fundido y migra a través de la escoria hasta la superficie del cordón de soldadura solidificado. Este cobre fundido tiene una baja tensión superficial y tiende a migrar al metal de soldadura solidificado en los contornos de grano. El cobre en los contornos de grano del cordón de soldadura provoca un agrietamiento posterior, denominado en la industria "agrietamiento de cobre". El agrietamiento de cobre es un ejemplo específico de un fenómeno genérico conocido como fragilización por metal líquido (LME). La LME implica el agrietamiento de un sustrato macizo provocado por un metal líquido. El agrietamiento de cobre se vuelve incluso más pronunciado a medida que el fundente granular se reutiliza acumulando mayores cantidades de lascas o partículas de cobre dispersadas a través del fundente granular. Por tanto, a medida que el fundente se reutiliza, hay una mayor cantidad de partículas de cobre que migran a través de la escoria fundida sobre la parte superior del metal de soldadura solidificado aumentando por tanto la tendencia para el posterior agrietamiento de cobre del cordón de metal de soldadura. Para reducir esta tendencia, la industria de soldadura a veces usa sólo fundente granular nuevo durante cada pasada en el proceso de soldadura de tuberías. Esto es costoso y da como resultado un desperdicio sustancial de excelente fundente granular efectivo. Otro procedimiento para reducir el agrietamiento de cobre es garantizar una acción no abrasiva contra el alambre a medida que se alimenta. Esto requiere una atención costosa y frecuente para reacondicionar todo el equipo de soldadura a menudo durante el uso del equipo para soldadura de tuberías. Estos dos procedimientos implican el objetivo de reducir la cantidad de cobre en el fundente granular. Son procedimientos caros y que llevan tiempo, que requieren una intervención rutinaria y cara. Además, el uso de alambre sin cobre puede llevar a un calentamiento de punta excesivo y a una erosión eléctrica, particularmente a las altas intensidades usadas en la soldadura de tuberías.

50 La invención

La presente invención se refiere a un alambre para soldadura por arco eléctrico según la reivindicación 1. Al usar una aleación de cobre, a diferencia de cobre esencialmente puro, se ha encontrado que la formación de lascas de la aleación de la superficie externa no provoca el agrietamiento de cobre del metal de soldadura. La aleación de cobre tiene aparentemente mayor tensión superficial y no puede migrar a los contornos de grano en el metal de soldadura solidificado por acción capilar o de otro modo. El uso de aleación de cobre, a diferencia de cobre puro, se ha encontrado que reduce drásticamente el agrietamiento de cobre del metal de soldadura, incluso aunque la capa externa todavía produzca una resistividad baja para realizar la conexión eléctrica entre el alambre en movimiento y la punta de contacto conectada a la línea de alimentación de una fuente de alimentación. La sustitución de una aleación de cobre por cobre puro como capa superficial para el alambre para soldadura por arco eléctrico todavía produce una resistividad efectiva mayor de $2,0 \times 10^{-6}$ ohmio-metro a 20 °C. La "resistividad efectiva" es el valor de resistividad de una aleación en la que la resistividad de un metal se multiplica por su porcentaje y se añade a la resistividad del segundo metal multiplicada por su porcentaje. Las resistividades de metales representativos son:

65 Cobre $1,67 \times 10^{-6}$ ohmio-metro s a 20 °C

Aluminio $2,69 \cdot 10^{-8}$ ohmio-metro a 20 °C
 Zinc $5,92 \cdot 10^{-8}$ ohmio-metro a 20 °C
 Níquel $6,84 \cdot 10^{-8}$ ohmio-metro a 20 °C
 Cadmio $7,40 \cdot 10^{-6}$ ohmio-metro a 20 °C
 Estaño $12,80 \cdot 10^{-8}$ ohmio-metro a 20 °C

Por tanto, la resistividad efectiva de una aleación con un 70% de cobre y un 30% de níquel es 3,22. Esto es aproximadamente el 40-50% de la resistividad real del cobre puro.

Una resistividad efectiva baja (2,0-4,0) se consigue si una mayor parte de la aleación es cobre y una menor parte de la aleación es un material de resistividad más elevada tal como níquel, zinc, cromo, cadmio o estaño. Preferiblemente, la aleación es de cobre níquel con aproximadamente un 20-30% de níquel y el resto de cobre. Se ha encontrado que esta aleación tiene una resistividad entre 2,0-4,0, pero no penetrará en los contornos de grano del metal de soldadura solidificado incluso si la aleación migra a través de la escoria fundida en la parte superior del cordón de soldadura posteriormente a la operación de soldadura.

Según otro aspecto de la presente invención, la aleación en el alambre para soldadura es cobre y uno o más metales seleccionados de la clase que consiste en níquel, zinc, cromo, cadmio y estaño. Según la presente invención, el alambre es un alambre tubular, o bien de núcleo metálico o bien con núcleo de fundente. Además, se ha encontrado que el alambre con la aleación de cobre es útil para la soldadura por arco sumergido especialmente cuando es alambre tubular. La capa conductora se aplica sobre la superficie de acuerdo a procedimientos convencionales. El método de aplicación del recubrimiento puede variar según lo determine la fabricación del electrodo novedoso.

En una segunda realización de la invención, el alambre para soldadura por arco eléctrico se define en la reivindicación 8. Éste es de peso pequeño como porcentaje del electrodo. La capa delgada preferida tiene un espesor controlado en el intervalo de 0,03 a 0,35 micrones. Por tanto, todavía se usa cobre puro en los alambres; sin embargo, el cobre disponible para raspar del alambre se reduce drásticamente desde una capa relativamente gruesa como en la técnica anterior hasta una capa ultrafina, tal como menor de aproximadamente 0,5 micrones. Esta reducción de espesor de capa es una reducción de al menos el 50% en la cantidad de cobre en el alambre. En la práctica el cobre tiene un espesor en el intervalo de 0,6-1,70 micrones, pero generalmente en el intervalo de 0,8-1,2 micrones. Se ha encontrado que la cantidad reducida de cobre (menor de 0,5 micrones) todavía produce las características eléctricas deseadas, pero disminuye la tendencia de la capa externa de crear lascas o partículas relativamente grandes de cobre puro. Por tanto, el cobre desprendido del alambre durante la operación de alimentación será de tamaño extremadamente pequeño con una masa sustancialmente reducida. Las partículas de cobre que migran a través de la escoria fundida tendrán una tendencia muy pequeña a penetrar en el cordón de soldadura solidificado.

El objeto principal de la presente invención es proporcionar un alambre para soldadura por arco eléctrico que tiene una capa eléctricamente conductora externa que reduce la tendencia a producir partículas o lascas grandes de cobre sustancialmente puro en la superficie del cordón de soldadura.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un alambre para soldadura por arco eléctrico, como se definió anteriormente, alambre para soldadura que tiene una capa que está formada por una aleación de cobre y otro metal. Al usar una aleación de cobre, la aleación que migra hacia el cordón de soldadura no penetra en los contornos del cordón de soldadura solidificado como masas del mismo tamaño de cobre puro.

Todavía un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un alambre para soldadura por arco eléctrico que tiene una capa eléctricamente conductora, capa que está formada por cobre sustancialmente puro pero tiene un espesor de menos de 0,5 micrones. De esta manera, la masa disponible de partículas retiradas del alambre para soldadura de avance no es suficientemente grande para crear un volumen de cobre suficiente para llevar al agrietamiento de cobre del metal de soldadura.

Estos y otros objetos y ventajas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción considerada junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diseño esquemático de un sistema de soldadura por arco sumergido;
 la figura 2 es una vista en sección transversal ampliada tomada generalmente a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1;
 la figura 2A es una vista en sección transversal, similar a la figura 2, que muestra un electrodo tubular como alambre para soldadura;

la figura 3 es una vista en alzado lateral que ilustra la relación del electrodo y la pieza de trabajo con el fundente circundante tal como se usa en un proceso de soldadura por arco sumergido;

5 la figura 4 es una vista en sección transversal ampliada de la técnica anterior que ilustra la migración o penetración de cobre en un contorno de grano, cuando se depositan partículas grandes de cobre puro en la superficie externa del metal de soldadura solidificado durante el proceso de soldadura por arco mostrado en la figura 3;

10 la figura 5 es una vista en sección transversal ampliada, similar a la figura 4, que muestra la diferencia entre una masa de cobre puro en la superficie del metal de soldadura solidificado tal como se muestra en la figura 4 y una aleación de cobre usada según la presente invención;

la figura 6 es una vista en sección transversal parcial ampliada tomada generalmente a lo largo de la línea 6-6 de la figura 2;

15 la figura 7 es una vista en sección transversal ampliada, similar a la figura 6, que muestra una realización de la presente invención en la que la cantidad de cobre puro se reduce para disminuir el cobre disponible para formar partículas o glóbulos de cobre en la escoria fundida durante el proceso de soldadura tal como se muestra en la figura 3;

20 la figura 8 es una vista en sección transversal ampliada similar a la figura 7 que ilustra ciertas irregularidades superficiales en la superficie externa del alambre para soldadura;

la figura 9 es un diagrama esquemático que ilustra el dispositivo para reducir el espesor de cobre sustancialmente puro tal como se muestra en la figura 7; y,

25 la figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra el dispositivo para la electrodeposición de una aleación de cobre sobre la superficie del alambre de avance para soldadura.

Realización preferida

30 La presente invención se refiere principalmente a soldadura por arco eléctrico sumergido, esquemáticamente ilustrada en la figura 1 como un proceso de AC MIG que usa un alambre para soldadura por arco eléctrico W proporcionado en rollo 10 y extraído del rollo mediante los rodillos 12, 14 de accionamiento. Los rodillos fuerzan el alambre W a través de la punta 16 de contacto hacia la pieza de trabajo WP donde el alambre para soldadura W se funde por la corriente eléctrica procedente de una fuente 20 de alimentación de CA. Para realizar el proceso de soldadura, la línea 22 de alimentación se conecta con la punta 16 de contacto hacia la pieza de trabajo WP. Según la tecnología convencional, el alambre para soldadura W incluye un alambre 30 macizo que tiene una superficie 32 cilíndrica externa cubierta por una capa 40 de baja resistividad. En la técnica anterior, la capa 40 es esencialmente cobre puro con una resistividad de $1,67 \times 10^{-8}$ ohmio-metro. El proceso de soldadura por arco sumergido se ilustra en más detalle en la figura 3 en la que el alambre para soldadura w tiene un extremo 50 inferior orientado hacia la pieza de trabajo WP. La corriente procedente de la fuente 20 de energía crea un arco A a medida que el electrodo o alambre W atraviesa en el sentido de la flecha mostrada en la figura 3. El proceso de soldadura funde el metal de la pieza de trabajo WP y del alambre de avance para soldadura W para crear un charco de metal fundido que finalmente se solidifica para formar un cordón 60 de soldadura. El alambre W se mueve a través de una gran masa de fundente 62 granular para fundir el alambre y la pieza de trabajo para formar el cordón 60. En la práctica, el procedimiento y el mecanismo de soldadura junto con otra eliminación mecánica de la superficie del alambre en movimiento W crea lascas o partículas 70 de cobre que comprenden una masa del metal que forma la capa 40. Estas lascas o partículas son relativamente grandes en algunos casos y se acumulan como glóbulos en el fundente 62 granular tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3. Las partículas o lascas 70 grandes del metal de la capa 40 son masas de cobre puro. Estas masas se funden y migran a través de la escoria 80 fundida en líneas 90 de migración que representan las partículas o masas 70 de cobre fundido moviéndose a través de la escoria fundida. La escoria finalmente se solidifica a una temperatura inferior a la temperatura de solidificación del metal o cordón 60 de soldadura; sin embargo, como se indica mediante la línea 92 de migración, en muchos casos las lascas o partículas 70 de cobre en realidad migran hacia y entran en contacto con el metal de soldadura cuando está solidificándose y formando granos. El resultado del cobre en la superficie del cordón 60 caliente se ilustra en la figura 4 en la que la gran masa de cobre 70a ha migrado a través de la escoria 80 fundida hasta la superficie superior del cordón 60 de soldadura. Este fenómeno es el problema de la técnica anterior al que va dirigida esta invención. En el cordón de soldadura, el cobre puro de la masa 70a tiene una baja tensión superficial y penetra en el contorno 100 de grano de los granos 102, 104. El tamaño de la partícula 70a es desproporcionado con respecto al tamaño 100 de contorno de grano; sin embargo, la figura 4 ilustra esquemáticamente lo que sucede cuando la masa fundida de cobre puro migra a través de la escoria 80 fundida y se une al cordón 60 de metal de soldadura. El cobre puro se introduce en los contornos de grano del cordón de soldadura solidificado reduciendo por tanto la resistencia de la soldadura global con respecto al punto en el que las tensiones residuales existentes formarán una grieta. Esta grieta es un defecto inaceptable. Como se explicó en la parte introductoria de esta descripción se han usado varias técnicas para eliminar la tendencia del cobre a acumularse en la superficie del cordón de soldadura y provocar el

posterior agrietamiento de cobre. La presente invención soluciona este problema de manera positiva, menos costosa y más eficaz. Según la invención, la capa 30 es una aleación de cobre y el cobre constituyente es menor del 90% en peso de la aleación. Según la invención, la capa 40 es una aleación de cobre y uno o más de los metales seleccionados de la clase que consiste en níquel, zinc, cromo, cadmio y estaño. Por supuesto, pueden usarse otros metales de aleación siempre y cuando la resistividad efectiva de capa 40 sea menor de aproximadamente $4,0 \times 10^{-8}$ ohmio-metro. La aleación de cobre de la capa 40 incluye un 60-80% de cobre y un 20-40% de níquel en la realización preferida. Con un 90% de cobre, la resistividad efectiva es aproximadamente 2,2. Cuando el cobre se reduce hasta aproximadamente el 70%, la resistividad efectiva aumenta a aproximadamente 3,2. Por consiguiente, según la invención, la resistividad efectiva de la aleación de cobre está en el intervalo general de 2,0-4,0. Se ha encontrado que la tensión superficial y otras características físicas asociadas con la aleación de cobre son diferentes de la acción física del cobre puro, tal como se muestra en la figura 4. La aleación de cobre tiene una parte principal de cobre y sólo de un 10% a aproximadamente un 40% de otro metal o metales. Cuando una masa 70b de aleación de cobre de este tipo que tiene el mismo tamaño que la masa o partícula 70a en la figura 4 se acumula en la superficie de cordón 60 de metal de soldadura, tal como se muestra en la figura 5, la aleación de cobre no migra al interior del contorno 100 de grano. Por tanto, el uso de una aleación de cobre, tal como contempla la presente invención, no provoca el posterior agrietamiento de cobre del metal de soldadura como en la técnica anterior. No son necesarios procedimientos especiales mecánicos o de mantenimiento para impedir el agrietamiento de cobre cuando se usa una aleación de cobre con un alto porcentaje tal como enseña la presente invención.

El alambre tubular W' tal como se muestra en la figura 2A, se usa para poner en práctica la invención. El alambre para soldadura W' incluye una envoltura 120 externa de metal bajo en carbono que tiene un núcleo 122 central. El núcleo es o bien un núcleo metálico o un núcleo de fundente. La capa 130 de alambre es una aleación de cobre tal como se explicó en conexión con el alambre para soldadura W. Por tanto, la aleación de cobre para la capa conductora externa de alambre para soldadura es, según la presente invención, para alambre tubular tal como se muestra en la figura 2A. El alambre para soldadura W tiene una capa 40 con un espesor a, tal como se muestra en la figura 6. El espesor es normal para alambre para soldadura y es sustancialmente mayor de 1,0 micrones y está formado por una aleación de cobre. La aleación novedosa es tal que la resistividad real es de aproximadamente el 10-80% del nivel de cobre puro. Esto proporciona suficiente conductividad para la corriente usada en el proceso de soldadura. Según la primera realización de la invención, el espesor a no cambia. La aleación de cobre para las capas 40, 130 tiene el espesor normal a siendo la mejora la acción física de la aleación fundida tal como se ilustra en la comparación entre las figuras 4 y 5.

Según otro aspecto de la presente invención, la masa de cada lasca o partícula 70 de cobre en el fundente 62 puede reducirse reduciendo drásticamente el espesor de la capa 40 de la dimensión a mostrada en la figura 6 a la dimensión b mostrada en la figura 7. Según esta realización de la invención, la capa 40a tiene un espesor b, que es menor de 0,50 micrones. Preferiblemente la capa ultradelgada está en el intervalo de 0,03 a 0,35 micrones. Por tanto, cualquier lasca o partícula eliminada de la capa externa del alambre W es más pequeña. Además, con un espesor reducido de la capa, existe una tendencia reducida correspondientemente a proporcionar partículas de cobre en el fundente para provocar deterioro de contorno de grano de la técnica anterior. Esta segunda realización de la invención es una reducción drástica en el espesor de la capa cuando se usa cobre puro. Cuando se usa la novedosa capa delgada de cobre puro, las muescas 30a normal en la superficie 32 se llenan con el cobre de la capa 40a tal como se muestra en la figura 8. Por tanto, el espesor b de la capa 40a permite el llenado de irregularidades a lo largo de la superficie para producir una superficie externa lisa que tiene un revestimiento de cobre puro expuesto sin usar el espesor normal de cobre. Por tanto, hay menos cobre que eliminar de la superficie durante el procedimiento de alimentación usado en el proceso de soldadura.

Las dos realizaciones de la presente invención pueden fabricarse mediante una variedad de procesos de fabricación; sin embargo, en la práctica, cuando la capa 40a se produce con un espesor de menos de aproximadamente 10 micrones, el alambre W se pasa a través de un baño 150 de ácido tal como se muestra en la figura 9. El baño contiene sulfato de cobre de modo que se produce una reacción química en la que las moléculas de cobre reemplazan a las moléculas de hierro en la superficie 32 a medida que el alambre w se transporta a través del baño 150 de ácido. El transportador es convencional y se ilustra esquemáticamente como los rodillos 152, 154 accionados a la velocidad deseada por el motor 156. La velocidad y la concentración química determinan el espesor del cobre puro depositado químicamente en la superficie 32. El tiempo de permanencia en el baño 150 controla el espesor de la capa 40a de cobre según la tecnología de fabricación convencional. Por tanto, el motor 156 funciona a la velocidad deseada para controlar el espesor de la capa 40a a medida que se transporta a través del baño 150 de ácido. Esta es la segunda realización de la presente invención. La realización preferida de la presente invención usa el proceso de fabricación esquemáticamente ilustrado en la figura 10. Un baño 160 electrolítico contiene la disolución de aleación de cobre que va a depositarse en la superficie 32 para formar la capa 40 mediante conexiones eléctricas apropiadas, mostradas como un terminal 162 negativo y un terminal 164 positivo. El baño de metal fundido de la aleación de cobre se deposita por electrodeposición en la superficie 32 para producir la capa 40. Como en la figura 9, el transportador se ilustra como el motor 156 que acciona los rodillos 152, 154 de alimentación. El motor controla la velocidad de alambre w a medida que pasa a través del baño 160 electrolítico para revestir eléctricamente la aleación de cobre en la superficie 32. En la práctica, la capa 40a reducida de cobre puro se crea mediante una reacción química, tal como se muestra en la figura 9. La realización preferida de la presente invención

que emplea la aleación de cobre implica electrodepositar la aleación en el alambre W en movimiento para producir la capa 40, tal como se muestra en la figura 10. La capa puede tener el mismo espesor a que en la técnica anterior o la dimensión b reducida, tal como se comentó en conexión con la segunda realización de la invención. Pueden usarse diversos procesos para obtener la capa externa deseada para el alambre para soldadura W. Un proceso representativo que produce alambre para soldadura se muestra en Inoue 6.079.243.

REIVINDICACIONES

1. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') que tiene una superficie (124) externa metálica y una capa (130) eléctricamente conductora en dicha superficie (124), comprendiendo dicha capa (130) cobre, comprendiendo dicho alambre para soldadura por arco un núcleo (120) lleno con materiales de fundente o materiales (122) metálicos caracterizado porque dicha capa (130) comprende una aleación de cobre y porque el (122) contenido en cobre de dicha aleación está entre del 60 al 90 por ciento en peso de dicha aleación y la resistividad efectiva de dicha capa es mayor de $2,0 \times 10^{-8}$ y hasta aproximadamente $4,0 \times 10^{-8}$ ohmio-metro a 20 °C, siendo la resistividad de dicha aleación de cobre aproximadamente del 10 al 80% de la resistividad de cobre puro.
2. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según la reivindicación 1, en el que dicha superficie (124) externa es cilíndrica.
3. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según la reivindicación 1 ó 2, en el que el contenido en cobre de dicha aleación es aproximadamente el 60-80 por ciento en peso.
4. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha aleación incluye al menos un metal seleccionado del grupo que consiste en cadmio, cromo, níquel, estaño, zinc, o mezclas de los mismos.
5. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha aleación de cobre incluye níquel.
6. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha aleación de cobre comprende aproximadamente el 20-40 por ciento en peso de níquel.
7. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según la reivindicación 6, en el que dicha aleación de cobre incluye aproximadamente el 30 por ciento en peso de níquel.
8. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') que tiene una superficie (124) externa y una capa (40a) eléctricamente conductora en dicha superficie (124), comprendiendo dicha capa cobre, comprendiendo dicho alambre metálico un núcleo (120) lleno con materiales de fundente o materiales (122) metálicos, en el que dicha superficie (124) externa es una superficie externa metálica, caracterizado porque dicha capa (40a) tiene un contenido en cobre de más de aproximadamente el 99 por ciento en peso de cobre, y porque dicha capa (40a) tiene un espesor nominal de menos de aproximadamente 0,5 micrones.
9. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que dicha capa (130, 40a) está electrodepositada sobre dicha superficie (124) externa.
10. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que dicha capa (130, 40a) se deposita químicamente en dicha superficie (124) reemplazando las moléculas de hierro con moléculas de cobre.
11. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la resistividad efectiva de la capa (130, 40a) es de hasta aproximadamente $4,0 \times 10^{-8}$ ohmio-metro a 20 °C.
12. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según la reivindicación 12, en el que la resistividad de la capa (130, 40a) es de hasta aproximadamente $3,0 \times 10^{-8}$ ohmio-metro a 20 °C.
13. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según la reivindicación 12 ó 13, en el que la resistividad de la capa (130, 40a) es al menos aproximadamente $2,0 \times 10^{-8}$ ohmio-metro a 20 °C.
14. Alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que dicha capa (40a) que tiene un espesor de menos de aproximadamente 0,5 micrones, teniendo preferiblemente dicha capa (40a) un espesor de aproximadamente 0,03 a 0,35 micrones.
15. Uso del alambre para soldadura por arco eléctrico (W') según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, para reducir el agrietamiento de cobre en la soldadura por arco sumergido.
16. Uso según la reivindicación 15, en soldadura con gas inerte de metal a corriente alterna (soldadura AC MIG).
17. Uso según la reivindicación 15 ó 16, en un proceso de soldadura que reutiliza el fundente granular.

18. Método de soldadura por arco sumergido con un alambre para soldadura eléctrica (W'), caracterizado porque se usa un alambre para soldadura (W') según una de las reivindicaciones 1 a 14.

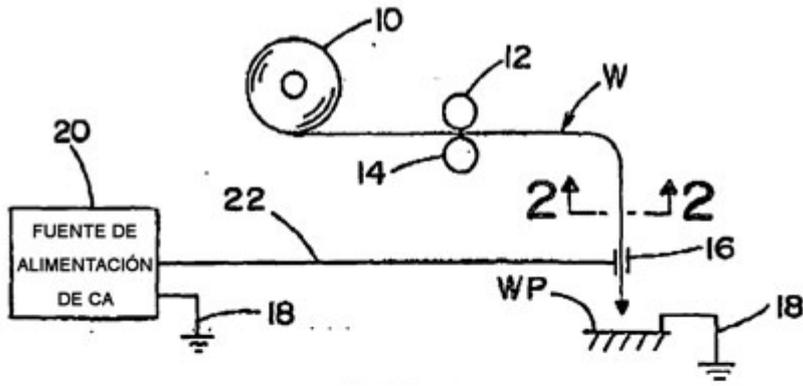


FIG. 1

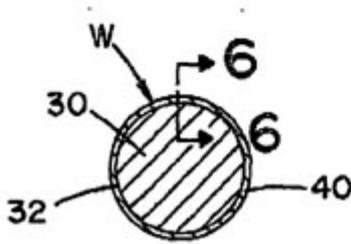


FIG. 2

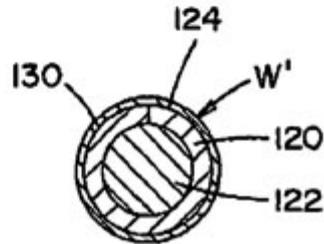


FIG. 2A

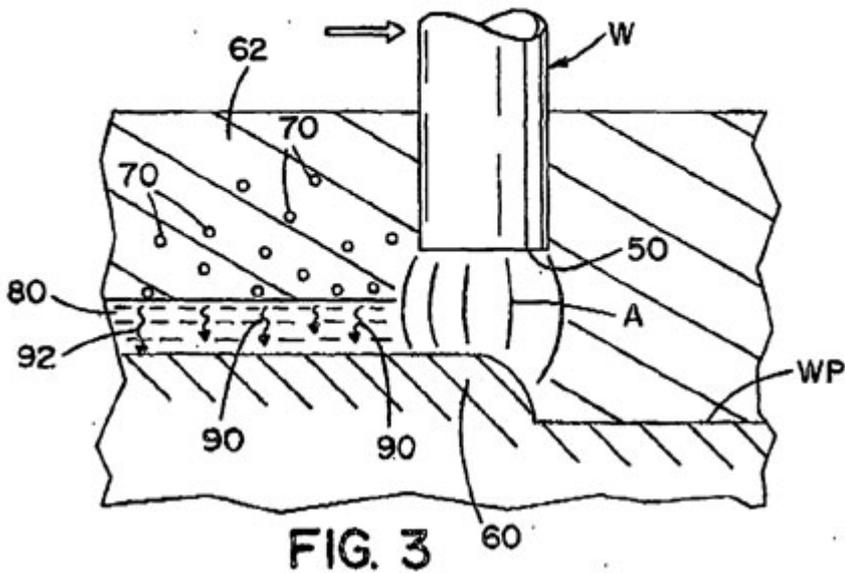


FIG. 3

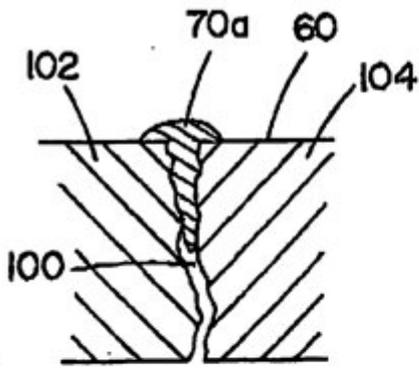


FIG. 4
(TÉCNICA ANTERIOR)

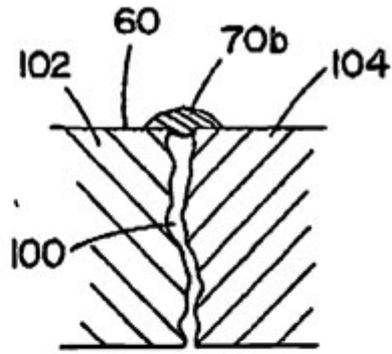


FIG. 5

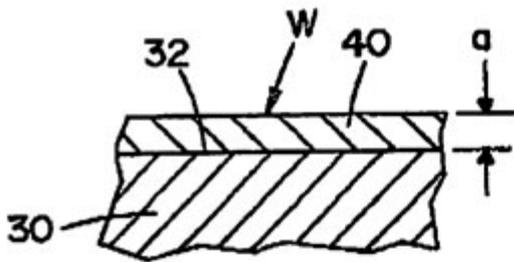


FIG. 6

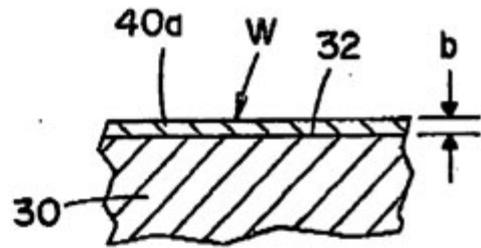


FIG. 7

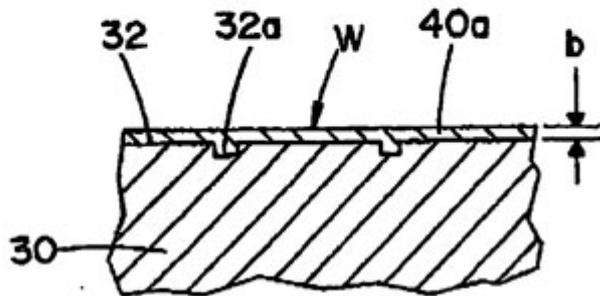


FIG. 8

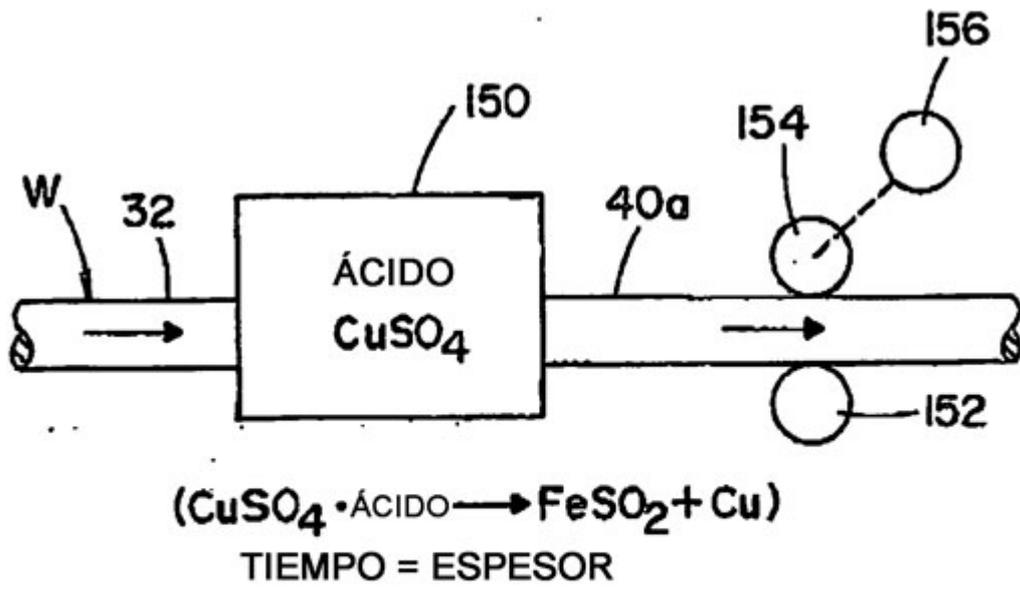


FIG. 9

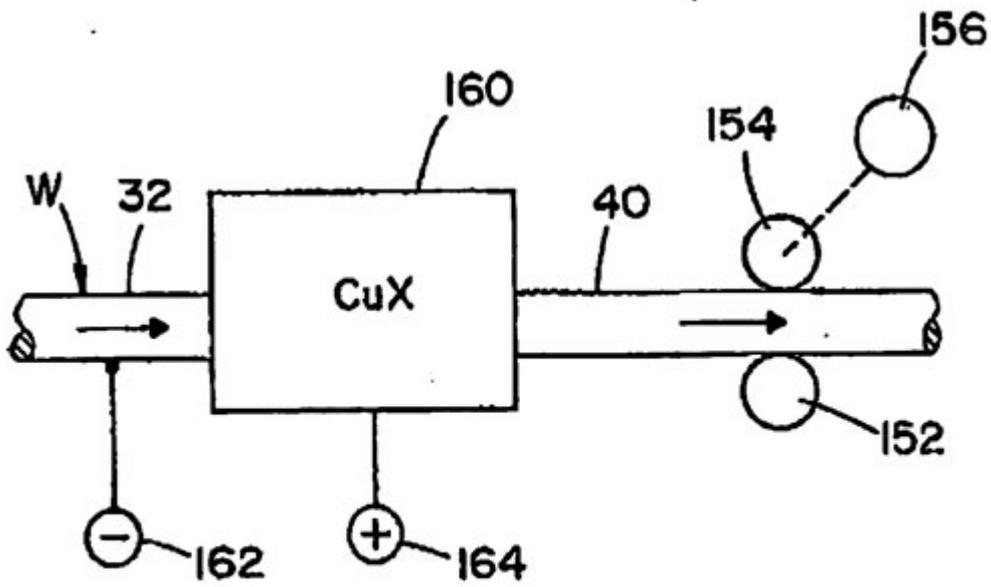


FIG. 10