



417289

P.- 54.678

CADWELD COPPER  
THERMIT

F.C.-18-11-75

Int. Cl. B23k

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INTRODUCCION por 10 años

a nombre de ERICO EUROPA B.V.

entidad holandesa

establecida en Jules Verneweg 75, Tilburg, Holanda.

por: "UN METODO DE SOLDAR POR COLADA UNO CON OTRO  
LOS EXTREMOS OPUESTOS DE DOS CABLES CONDUCTO-  
RES DE COBRE TRENZADOS"

(Clase Internacional C22c, B23k)

1417289



10

La presente invención se refiere a la soldadura por colada y, más particularmente, a nuevas composiciones y nuevos métodos de soldadura, destinados a utilizarse en soldaduras coladas empleando una mezcla de reacción exotérmica, aplicables, en particular, a la soldadura por colada de conexiones de cobre para carriles a carriles de acero y fines semejantes.

Esta invención, está relacionada también con nuevas composiciones de reacción exotérmica que contienen diversos aditivos metálicos y compuestos reducibles de las mismas y, también, con un cartucho para contener composiciones de reacción exotérmica de esta clase, destinado a mantener una segregación entre el material de reacción exotérmica y un polvo de ignición para el mismo.

El material para soldar descrito y reivindicado en la patente norteamericana Nº 2.229.045 de Charles A. Cadwell, ha sido utilizado con gran éxito en la soldadura por colada de uniones de raíles a los costados de raíles y para muchos otros fines. Tal material para soldar comprende una mezcla de óxido de cobre y una aleación cobre-aluminio triturada que, una vez ha entrado en ignición, producirá una carga de cobre fundido adecuada para empleo inmediato en la soldadura de un conductor trenzado de cobre o aleación de cobre a un raíl de acero o similar. La Patente de EE.UU. Núm. 2.277.014, concedida a Noble G. Carlson, describe una forma

417289



de aparato para unión de raíles particularmente adecuada para uso con el material para soldar antes citado en la fijación de uniones de raíles a raíles, comprendiendo tal aparato dos bloques de molde separados y medios de fijación comunes para los mismos adaptados para fijar aquéllas contra el costado de una cabeza de raíl. La Patente de EE.UU. Núm. 2.654.129, concedida a Edward B. Neff, describe una forma mejorada de aparato para soldar por colada, adaptada para ser empleada con la mezcla de reacción exotérmica productora de metal.

Debido a la alta temperatura producida por la reacción exotérmica, es factible, en condiciones adecuadamente controladas, realizar una operación de soldadura por colada utilizando sólo una carga muy pequeña del metal fundido. Esto hace que sea práctica y económica la realización de operaciones tales como la soldadura de pequeñas uniones de señalización a las cabezas de raíles de acero y soldar conductores trenzados a tuberías, por ejemplo. No obstante, cuando se manejan tales masas pequeñas de metal fundido, existe evidentemente el problema de un enfriamiento prematuro antes que se obtenga una soldadura adecuada, y esto es particularmente importante cuando han de hacerse conexiones eléctricas de este modo. Debe existir una cantidad suficiente de calor para lograr la soldadura. Pequeñas cantidades de ciertos agentes fundentes pueden servir de ayuda,

417289



pero para ciertos tipos de trabajo, tales como la soldadura de dos extremos de cable opuestos entre sí, ha sido necesario hasta ahora utilizar una cantidad algo mayor de metal de soldadura que la que sería deseable, con el fin de garantizar una conexión que sea no sólo físicamente resistente sino de suficiente capacidad de transporte de la corriente eléctrica. Así pues, cuando se han soldado dos extremos opuestos de cables de cobre utilizando el material de reacción exotérmica de la Patente de EE.UU. Núm. 2.229.045 de Cadwell, el metal de soldadura forma ordinariamente una conexión de soldadura colada de un diámetro algo mayor que el cable propiamente dicho, y que se prolonga también a lo largo o forma un manguito alrededor de las respectivas porciones de los extremos de los cables en cierta extensión. Si bien es plenamente satisfactorio para muchos fines, este tipo de soldadura forma evidentemente una protuberancia o bulto de feo aspecto cuando se envuelve con cinta aislante o similares, y puede no ser aceptable cuando el cable ha de ser repetidamente enrollado y desenrollado alrededor de un tambor como sucede en el caso de ciertas vagonetas de minas accionadas eléctricamente, por ejemplo.

Una mezcla de reacción exotérmica excelente, productora de cobre, se describe en dicha Patente de Cadwell, Núm. 2.229.045, la cual ha alcanzado un gran

417289



5 éxito comercial en la producción de cargas de cobre fundido adecuadas para soldar por colada los extremos de conexiones de cobre para raíles a raíles de acero, soldar cables de protección catódica a tuberías de acero, y finalidades análogas. Con objeto de producir una reacción controlable y evitar la fisuración en caliente de la soldadura colada, sin embargo, en el pasado se ha considerado necesario producir el metal de soldadura fundido a una temperatura sustancialmente inferior a la que sería factible de otro modo. La "fisuración en caliente" consiste en fragilidad en las juntas intergranulares a temperaturas altas, y es el resultado de la presencia de compuestos, tales como óxidos o escoria, en las juntas intergranulares. Estas fisuras aparecen cuando se aplican esfuerzos, producidos por ejemplo por el enfriamiento del material para soldar desde el estado líquido al estado sólido. De acuerdo con ello, se han tomado previamente medidas especiales para controlar la reacción y producir el metal de soldadura fundido, que ordinariamente es cobre fundido o una aleación de cobre fundido, a temperaturas relativamente reducidas. Con objeto de conseguir una unión o conexión satisfactoria con una superficie de metal, y en particular con una superficie de acero tal como una cabeza de raíl de acero

24-9-73

1417289



o una tubería de acero, se ha encontrado necesario limpiar cuidadosamente la porción de tal superficie con la cual ha de hacerse la soldadura y especialmente eliminar de la misma la capa de óxido. Esto requiere una  
5 operación un tanto tediosa de rascado o rectificación que no se realiza muy cómodamente en el campo y que aumenta considerablemente el tiempo y la mano de obra requeridos para efectuar una soldadura.

Tal material para soldar comprende una  
10 mezcla de óxido de cobre y una aleación cobre-aluminio triturada que, una vez ha entrado en ignición, producirá una carga de cobre fundido adecuada para su empleo inmediato en la soldadura de un conductor trenzado de cobre o de aleación de cobre a un raíl de acero o  
15 análogo. La Patente de EE.UU. Núm. 2.277.014, concedida a Noble G. Carlson, describe una forma de aparato para unión de raíles particularmente adecuado para uso con el material para soldar antes citado en la fijación de conexiones de raíles a raíles, comprendiendo tal aparato  
20 dos bloques de molde separados y medios de fijación comunes para los mismos adaptados para fijar aquellas contra el costado de una cabeza de raíl. La Patente de EE.UU. Núm. 2.654.129, concedida a Edward B. Neff, describe una forma mejorada de aparato para soldar por colada adaptada para ser empleada con la mezcla de  
25

417289



reacción exotérmica productora de metal.

5 Descubrimientos posteriores han demostrado que las propiedades físicas de una soldadura, producida por mezclas de reacción de termita del tipo de Cadwell, se pueden mejorar de forma inesperada en diversos aspectos mediante el uso de ciertos aditivos metálicos o materiales de aleación. Por ejemplo, la solicitud de patente española Nº 417.289 describe las ventajas derivadas de la adición de estaño.

10 En una tal mezcla de reacción exotérmica del tipo de Cadwell, usualmente deberían cumplirse al menos los requisitos siguientes:

- (1) La mezcla de reacción debería ser suficientemente no violenta, esto es, controlable.
- 15 (2) La mezcla de reacción debe formar soldaduras exentas de fisuración en caliente, la cual es resultado de la presencia de insuficiente material en fase líquida para llenar los huecos ocasionados por la contracción normal producida por el enfriamiento del metal.
- 20 (3) La mezcla de reacción debe formar soldaduras que tengan una resistencia a la tracción y una conductividad eléctrica razonablemente satisfactorias.
- (4) La mezcla de reacción debe formar soldaduras que posean características de resistencia a la corrosión similares a las del cobre.

25

24-9-73



4172891

Es posible predecir en cierto grado el efecto neto de las adiciones de metales a una mezcla de termita de cobre básica. Sin embargo, estas adiciones van acompañadas por ciertos efectos secundarios que son, con frecuencia, imprevisibles. Por ejemplo, las adiciones de cadmio producen una mezcla de reacción muy violenta y generan además vapores tóxicos. El calcio es muy difícil de manipular y proporciona, además, soldaduras porosas deficientes. Las soldaduras porosas o "hinchadas" son, por supuesto, indeseables debido a las bajas resistencia mecánica y conductividad eléctrica resultantes. Las adiciones de plomo y bismuto producen, o bien fisuración en caliente, o una vaporización indebida.

Se ha descubierto ahora que se puede producir una composición mejorada para soldar que proporciona una mezcla de reacción exotérmica controlable empleando en una mezcla de termita básica adiciones de wolframio, cobalto, y compuestos reducibles de los mismos. De acuerdo con la presente composición para soldar, se produce una aleación de cobre capaz de soldar entre sí conductores de cobre, tales como cables, barras de distribución de corriente, tubos aislantes, y análogos, o de soldar conductores trenzados a raíles de acero y tubos de hierro colado. La soldadura producida a partir de las presentes mezclas de reacción posee una resistencia mecánica elevada, conductividad eléctrica

47289



y ductibilidad satisfactorias, así como resistencia al choque, y adicionalmente está exenta de fisuras en caliente y de porosidad.

5 Cartuchos que contienen un material de reacción exotérmica, tal como la mezcla termita convencional, se han utilizado previamente para efectuar operaciones de soldadura tales como en la soldadura de raíles entre sí; examínese, por ejemplo, la mencionada Patente de los EE.UU. Núm. 2.229.045. Como el material de reacción exo-  
10 térmica no entra con mucha facilidad en ignición, en la práctica se ha hecho normal el empleo con cada carga del material de reacción exotérmica de una pequeña cantidad de un polvo capaz de entrar en ignición que pueda hacerse entrar cómoda y fácilmente en ignición con un fósforo o  
15 análogo e iniciar de este modo la reacción exotérmica. En cartuchos del tipo mencionado, ha sido normal en la práctica depositar el polvo de ignición a lo largo del fondo del cartucho hasta una altura relativamente pequeña y llenar después el resto del cartucho con la carga propiamente dicha.  
20 Subsiguientemente, cuando el contenido del cartucho se vacía en un receptáculo adecuado para el mismo tal como un crisol o un aparato para unión de raíles, la carga entra en el crisol en primer lugar, dejando el polvo de ignición en la parte superior y accesible, de tal modo que puede  
25 alcanzarse fácilmente por medio de un fósforo o medio análogo.

24-9-73

1417289



No obstante, en el transporte de tales cartuchos desde diversos puntos de utilización o desde la fábrica al punto de destino, se ha encontrado que el polvo de ignición y el material de reacción exotérmica tienden a entremezclarse debido a las sacudidas y a la agitación que acompañan al transporte. Como el contenido del cartucho tiende, en consecuencia, a formar una mezcla homogénea, el polvo de ignición se dispersa de tal manera por todo el material de reacción exotérmica que el polvo pierde su identidad. Con el tiempo, queda una cantidad tan pequeña del polvo de ignición en un extremo del cartucho, que el polvo ya no es capaz de iniciar la reacción como se desea.

De acuerdo con lo anterior, es un objeto principal de la presente invención proporcionar un método de producción de soldaduras coladas y un material de reacción exotérmica productora de metal que posee conductividad eléctrica satisfactoria y resistencia mecánica elevada, mejorados, de tal modo que pueda emplearse en la formación de soldaduras coladas relativamente pequeñas que, no obstante, posean la capacidad de transporte de la corriente eléctrica y la resistencia mecánica requeridas para satisfacer las condiciones de utilización.

Otro objeto es proporcionar tal material para soldar capaz de producir un metal de soldadura que moje eficazmente las superficies de metal (p. ej., cobre y ace-



417289

ro) con las cuales se ponga en contacto a fin de formar una soldadura fuerte y eléctricamente conductora con ellas.

Otro objeto es proporcionar tales conexiones de soldadura colada que no sean quebradizas sino que, en su lugar, sean mecánicamente fuertes y resistentes al choque.

Un objeto adicional es proporcionar una mezcla de reacción exotérmica que es fácilmente controlable, relativamente económica, y que está adaptada para producir una aleación fundida particularmente efectiva para soldar los extremos de cables, barras de distribución de corriente, etcétera.

Un objeto también importante de la presente invención es proporcionar una nueva mezcla de reacción exotérmica productora de metal y un nuevo método de soldadura que están adaptados para producir metal de soldadura fundido a una temperatura relativamente alta, efectiva para penetrar en la capa de óxido y capas análogas existentes sobre una superficie de metal con la cual ha de hacerse una soldadura y formar una conexión resistente y electro-conductora con aquélla.

Otro objeto es proporcionar una mezcla de esta clase y un método tal que, sin embargo, produzcan también una soldadura colada sustancialmente exenta de la perjudicial fisuración en caliente.

Por consiguiente, aún otro objeto principal de



417289

la presente invención es proporcionar una composición mejorada para soldar que comprende una mezcla de termita de cobre básica exotérmica.

5 Otro objeto es proporcionar una mezcla de reacción exotérmica capaz de producir una soldadura de propiedades físicas mejoradas.

Un objeto adicional es producir una mezcla de reacción exotérmica que sea suficientemente no violenta para ser controlable.

10 Otro objeto adicional es proporcionar una mezcla de reacción capaz de producir una soldadura que posee propiedades notables de alargamiento, reducción de área, resistencia mecánica, y alta conductividad eléctrica.

15 Otro objeto principal de la presente invención es proporcionar un cartucho mejorado que mantiene una separación o segregación entre el material de reacción exotérmica y un polvo capaz de entrar en ignición.

20 Aún otro objeto adicional es proporcionar un cartucho para un material de reacción exotérmica que tiene una sección repartida en compartimientos o dividida en uno de sus extremos en el cual se aloja y se retiene eficazmente el polvo capaz de entrar en ignición.

25 Otro objeto adicional es proporcionar un cartucho para un material de reacción exotérmica en el cual están formados en un extremo rebordes o paletas que definen secciones

1417289



o compartimientos para alojar un polvo capaz de entrar en ignición y que, simultáneamente, refuerzan el cartucho.

5 Otros objetos de la invención resultarán evidentes a medida que avance la descripción.

Para cumplir los fines que anteceden y otros relacionados con ellos, la invención comprende las características que se describen en detalle más adelante en esta memoria y que se indican particularmente en las reivindicaciones, exponiendo el dibujo adjunto y la descripción que sigue en forma detallada la invención, no obstante lo cual, tales dibujo y descripción ilustran solamente uno o más de los diversos caminos por los que se puede llevar a la práctica la invención.

10

15

En dichos dibujos adjuntos:

La Fig. 1 es una vista en alzado lateral de una forma preferida del aparato para soldar por colada especialmente diseñado para la unión entre sí de cables trenzados;

20

la Fig. 2 es una vista en planta desde arriba de tal aparato;

la Fig. 3 es un corte vertical tomado por la línea 3-3 de la fig. 2;

25 la Fig. 4 muestra una conexión de soldadura colada producida por los nuevos aparato y método de la presente invención; y

24-9-73



1417239

la Fig. 5 ilustra tal conexión después de acabada.

La FIGURA 6 es un corte transversal vertical de un cartucho de la presente invención;

5 la FIGURA 7 es un corte transversal de la FIGURA 6 por la línea 2-2; y

las FIGURAS 8, 9 y 10 son cortes transversales semejantes a la FIGURA 7, pero que ilustran otras formas modificadas del presente cartucho.

10 La mezcla de reacción exotérmica de la presente invención se dispondrá ordinariamente en un crisol de grafito que tiene una abertura de colada en su fondo (véase la Patente de EE.UU. 2.229.045 de Cadwell, y la Patente de EE.UU. 2.277.014 de Carlson) y tal crisol

15 estará dispuesto encima de un molde adaptado para formar la unión de soldadura colada entre las partes a soldar. Cuando han de unirse extremos de cables opuestos, se puede eliminar el aislamiento de las porciones extremas de los cables en aproximadamente 3,75 cm a contar

20 desde ambos extremos, y los extremos de los cables que quedan al descubierto pueden disponerse luego adecuadamente en un molde de grafito dejando una pequeña distancia entre ambos (usualmente alrededor de 1,59 a 3,18 mm). Si se desea, los cables pueden fijarse firmemente más

25 allá del molde para garantizar la imposibilidad de des-



417289

plazamientos accidentales durante la operación de soldadura. Un disco delgado de metal, que puede ser de acero, por ejemplo, y ligeramente cóncavo, se deja caer primeramente en el crisol y se dispone sobre la abertura de colada. Cuando ha quedado colocado dicho disco, puede verterse sobre el mismo el contenido invertido de un cartucho de material de reacción exotérmica del tipo general descrito en la Patente de EE.UU. de Cadwell Núm. 2.229.045, de tal manera que el polvo de ignición quede en la parte superior. Cuando el polvo de cebado ha entrado en ignición, tal como por medio de una pistola de chispa, la reacción exotérmica que inmediatamente tiene lugar produce la carga deseada de cobre metálico fundido, el cual hace que funda prontamente el disco y gotea hacia abajo a lo largo del conducto de colada hasta llegar a la cavidad del molde, produciendo así la soldadura colada entre los extremos de los cables. Deseablemente puede estar provista también una cavidad de molde inferior cuando se sueldan así extremos de cables para permitir que el metal descargado inicialmente del crisol precaliente las porciones de los extremos de los cables a medida que fluye hacia abajo hasta llegar a dicha cavidad inferior.

Con objeto de que una conexión de soldadura colada de pequeño tamaño pueda tener resistencia fí-

25  
24-9-73

417289



sica y capacidad de transporte de la corriente eléctrica adecuadas para condiciones difíciles de utilización, es necesario que tal soldadura pequeña posea una estructura de grano mejorada y que esté unida de forma absolutamente integral con las hebras de conductor individuales. Para obtener tales resultados mejorados, se ha modificado ahora la mezcla de reacción exotérmica de la manera que se explica a continuación.

Se ha encontrado ahora que si se incorporan pequeñas cantidades de ciertos metales no férricos en la mezcla de reacción exotérmica de la manera adecuada para alearse con el cobre fundido producido por aquella, el metal de soldadura tiene un efecto humectante mejorado sobre las partes metálicas con las cuales se quiere unir, el metal de soldadura fundido puede producirse a una temperatura algo más baja y por tanto tienen menor tendencia a producir fragilidad en las hebras de un cable o piezas análogas, y se obtiene una soldadura muy resistente capaz de soportar manipulaciones bruscas durante su utilización. En particular, se ha descubierto ahora que una pequeña cantidad de plata incorporada en la mezcla de reacción o introducida de otro modo para alearse con el metal de soldadura fundido produce un efecto especialmente beneficioso. Los ejemplos específicos que siguen de materiales de reacción exotérmica

417289



5 adecuados para producir metal de soldadura de acuerdo con la presente invención, se dan únicamente a fines de ilustración, y se entenderá que se pueden utilizar en su lugar una diversidad de otras formulaciones, como se explica a continuación:

Ejemplo I

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	71,83
10	Aleación cobre-aluminio, triturada (57% de cobre, 43% de aluminio)	20,41
	Calcio-silicio	2,04
	Espato flúor	2,04
	Oxido de zinc	0,68
15	Plata	<u>3,00</u>
		100,00

Ejemplo II

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	73,69
20	Aleación cobre-aluminio, triturada (50% de cobre, 50% de aluminio)	18,48
	Calcio-silicio	2,07
	Espato flúor	2,07
	Oxido de zinc	0,69
25	Plata	<u>3,00</u>
		100,00

4172891



Ejemplo III

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	71,45
	Aleación cobre-aluminio, triturada	
5	(57% de cobre, 43% de aluminio)	20,30
	Calcio-silicio	2,03
	Espato flúor	2,03
	Oxido de zinc	0,68
	Aleación fósforo-cobre (85% de cobre,	
10	15% de fósforo)	<u>3,51</u>
		100,00

Ejemplo IV

		Partes en peso
15	Capa de óxido de cobre (tostada)	73,30
	Aleación cobre-aluminio, triturada	
	(50% de cobre, 50% de aluminio)	18,38
	Calcio-silicio	2,06
	Espato flúor	2,06
20	Oxido de zinc	0,69
	Aleación fósforo-cobre (85% de cobre,	
	15% de fósforo)	<u>3,51</u>
		100,00

417289



Ejemplo V

	Capa de óxido de cobre (tostada)	72,9
	Aleación cobre-aluminio, triturada (50% de cobre, 50% de aluminio)	18,3
5	Fluoruro de calcio	2,1
	Calcio-silicio	2,1
	Oxido de zinc	0,6
	Estaño metálico	4,0
		<hr/>
		100,00

10                    En la producción de las mezclas de reacción  
exotérmica mejoradas de la presente invención, se utiliza  
una mezcla de reacción tal como la descrita en la Pa-  
tente de EE.UU. Nº 2.229.045 de Cadwell añadiendo una  
pequeña cantidad, ordinariamente desde aproximadamente  
15                    2 a 8% del metal de aleación a la misma, o preferible-  
mente empleando tal metal de aleación en sustitución de  
una cantidad equivalente del cobre presente en forma de  
metal en la mezcla de reacción. Así pues, la mezcla de  
reacción básica comprenderá ordinariamente desde apro-  
20                    ximadamente 30 a aproximadamente 90 partes en peso de  
óxido de cobre (cascarilla de laminación de cobre tos-  
tada) y desde aproximadamente 14 a aproximadamente 30  
partes en peso de aleación de cobre-aluminio, compren-  
diendo la última desde aproximadamente 30 a 70% de cobre  
25                    y desde aproximadamente 70 a aproximadamente 30% de alu-

417289



minio, siendo la composición preferida usual aproximadamente 57% de cobre y aproximadamente 43% de aluminio.

Un ejemplo preferido específico de tal material de reacción exotérmica productor de cobre se puede dar como sigue:

5

Partes en peso

	Capa de óxido de cobre (tostada)	74,05
	Aleación cobre-aluminio (57% de cobre, 43% de aluminio)	21,05
10	Calcio-silicio	2,10
	Espato flúor	2,10
	Oxido de zinc	0,70
		<hr/>
		100,00

15

Quando se añade un metal de aleación tal como estaño o plata, el cobre y el aluminio comprenderán ordinariamente cada uno aproximadamente el 50% de la aleación cobre-aluminio (véase Ejemplo V anterior, el cual es una realización preferida de esta invención).

20

Las pequeñas cantidades de calcio-silicio, espato flúor y óxido de zinc incluidas en las varias mezclas que anteceden, proporcionan una acción fundente deseable y mejoran la solidez del metal de soldadura. Cuando se utiliza un disco delgado de acero para cerrar la abertura del conducto de colada del crisol, el metal del mis-

25

417289



5 mo se incorporará análogamente en el metal de soldadura cuando se funde debido al calor de la reacción exotérmica, pero como dicho disco es de ordinario extremadamente delgado, la cantidad de hierro añadida por el mismo es usualmente insignificante.

10 La mezcla de reacción exotérmica productora de cobre citada en último lugar arriba se puede modificar empleando en sustitución de una porción del cobre presente en forma de metal una cantidad generalmente equivalente de plata, fósforo, zinc, estaño, o aluminio en cantidades que varían desde aproximadamente 2 a aproximadamente 8% del peso total de la mezcla de reacción.

15 Así pues, la cantidad de cobre en la aleación cobre-aluminio se puede reducir un tanto de tal modo que el calor del metal fundido producido por la mezcla de reacción exotérmica sería algo mayor que el deseado si no fuese por la presencia del metal de aleación entremezclado con aquél. Con la excepción del fósforo y el zinc, los metales de aleación indicados pueden dispersarse a través de toda la mezcla de reacción en forma granular o finamente dividida, pero en general se prefiere que se incorporen en la parte de la mezcla que se encuentra en la parte inferior del crisol, y esto tiene gran importancia en el caso de materiales tales como fósforo y zinc, que poseen puntos de ebullición relativamente bajos. Esto

25  
24-9-73

417289



1973

puede hacerse en el caso de la plata, por ejemplo, depositando electrolíticamente plata sobre el disco de cierre del conducto de colada o incluso formando tal disco a base de una lámina de plata muy delgada. El zinc, el estaño y el aluminio se pueden emplear análogamente. El fósforo puede incorporarse deseablemente en forma de una aleación fósforo-cobre como se ha indicado arriba. Tal aleación es muy quebradiza y puede proporcionarse simplemente en forma de pequeños trozos en el fondo del crisol o en forma aglutinada con vidrio soluble (silicato de sodio), por ejemplo, para formar el disco de cierre del conducto de colada. En general, cualquier ingrediente de aleación no férreo que se desee emplear en la mezcla de reacción exotérmica productora de cobre y que tenga un punto de ebullición relativamente bajo (esto es, inferior a aproximadamente 1907°C) debería disponerse en el fondo o cerca del fondo del crisol, teniendo en cuenta que la reacción exotérmica entre el aluminio y el óxido de cobre, aún cuando modificados por la presencia de cobre en forma metálica en las cantidades indicadas, es suficiente para generar una temperatura localizada momentánea del orden de 2182°C. La plata, que tiene un punto de ebullición de 1981°C, puede dispersarse por toda la mezcla de reacción con resultados satisfactorios, aun cuando puede preferirse

24-9-73

417289



5 concentrar la plata en la parte inferior del crisol, donde el calor no es tan intenso. En el caso de los elementos de aleación que tengan puntos de ebullición inferiores a aproximadamente 1632°C, se hace muy deseable disponer los mismos en la parte inferior del crisol, y para aquéllos que hierven por debajo de 1357°C, es de la máxima importancia.

10 Utilizando una mezcla de reacción exotérmica productora de cobre conforme a la última formulación dada arriba, pero con 3,5% de limaduras de plata incorporado en la mezcla, se produjo una soldadura colada que, por análisis, arrojó la composición siguiente:

	Porcentaje
15 Cobre	93,45
Aluminio	1,69
Silicio	0,40
Hierro (procedente del disco de cierre del conducto de colada)	0,95
Plata	3,35
20	<hr/>
	199,84 (1)

(1) 0,16% no determinado.

25 La soldadura colada que tiene la composición dada arriba era físicamente resistente y no era quebradiza al impacto. El metal de soldadura se empleó para empalmar dos barras de distribución de co-

417289



5 rriente de cobre de 12,7 mm de diámetro, y se encontró que una soldadura de diámetro no mayor que las barras tenía una capacidad excelente de transporte de la corriente eléctrica y una resistencia mecánica excelente en todas las condiciones de utilización.

10 Cuando el metal de aleación tiene un punto de ebullición del orden de 1357°C o más bajo (p. ej., zinc), es muy importante que el mismo esté situado en el fondo del crisol para evitar una volatilización sustancial debida al calor de la reacción. Los metales de aleación se pueden proporcionar algunas veces en la forma de sus óxidos empleándose en sustitución de una porción del óxido de cobre tostado (en gran parte  $Cu_2O$ ), pero sólo cuando sus puntos de ebullición sean suficientemente altos para  
15 evitar volatilización debida al intenso calor de la reacción. Es difícil controlar tales reacciones, sin embargo, en los casos en que toman parte otros óxidos metálicos, y ordinariamente se prefiere incorporar el material de aleación como metal en forma finamente  
20 dividida (tal como de pequeñas limaduras) en toda la mezcla o, si es de punto de ebullición bajo, en la porción inferior del crisol.

25 Son bien conocidas diversas aleaciones de cobre o composiciones para soldar en la técnica de la soldadura fuerte, siendo una de las más conocidas la

417289



"soldadura de plata", que contiene desde aproximadamente 30% a aproximadamente 50% de plata en peso, y algunas veces tanto como 72%, siendo el resto cobre, con algo de zinc en ocasiones. Tal soldadura es, por supuesto, de muy alto coste, pero puede utilizarse en pequeñas cantidades debido a su gran aptitud humectante. Aunque muy débil en sí misma, es sin embargo capaz de formar una junta a tope resistente entre dos partes si se encuentra en forma de una película suficientemente delgada, del orden de aproximadamente 102 micras o ligeramente más gruesa. En contraste con ello, se ha encontrado que si se incorpora plata en una mezcla de reacción exotérmica productora de cobre del tipo indicado en una cantidad tal que produzca una aleación cobre-plata que contenga sólo desde aproximadamente 0,5% a aproximadamente 10% de plata en peso (siendo el resto sustancialmente todo cobre) tal aleación no sólo posee propiedades humectantes notablemente mejoradas por las cuales se puede obtener una soldadura mejorada con conductores de cobre trenzados, barras de distribución de corriente, cabezas de raíles de acero, y análogos, sino también una resistencia mecánica mejorada de manera totalmente inesperada. Las soldaduras coladas de tal material soportarán choques y golpes enérgicos en un grado sorprendente incluso cuando el metal de la soldadura colada tenga un espesor que

417289



5 exceda en mucho aquél para el cual se puede utilizar eficazmente la soldadura de plata. Se prefiere emplear desde aproximadamente 1,5% a aproximadamente 8% de plata en peso en el metal de la soldadura colada aleada con el cobre, y ordinariamente de 3% a 5% de plata es sumamente efectivo para los fines que se pretenden.

10 Puede emplearse níquel en sustitución de una porción de la plata arriba indicada, con resultados satisfactorios y con un ahorro considerable en costes. No obstante, si el níquel reemplaza en gran parte o por completo a la plata, el efecto es menos satisfactorio aún cuando todavía constituye una mejora con respecto al cobre sin alear tal como se produce a partir del material de reacción exotérmica de la Patente de EE.UU. de Cadwell 2.229.045. Es sabido que se ha propuesto ha-  
15 ce tiempo alear níquel con metal de soldadura de cobre, pero sólo en proporciones mucho mayores de al menos 15% y usualmente muy superiores. El metal de soldadura de la presente invención, en contraste, puede comprender  
20 aproximadamente 2% de plata y aproximadamente 2% de níquel, por ejemplo, siendo el resto cobre, e incluso cuando se emplee el níquel solo con el cobre, no excederá de aproximadamente 7% en peso.

25 Utilizando una mezcla de reacción exotérmica productora de cobre conforme a la formulación últi-

4172891



ma dada arriba, pero con 4% de estaño metálico granular incorporado en la mezcla, se produjo una soldadura colada que era físicamente resistente y no quebradiza al impacto. El metal de soldadura se empleó para empalmar  
5 dos barras de distribución de corriente de cobre de 12,7 mm de diámetro, y se encontró que una soldadura de diámetro no mayor que el de las barras tenía una capacidad excelente de conducción de la corriente eléctrica y una resistencia mecánica excelente en todas las  
10 condiciones de utilización.

Se prefiere emplear una cantidad de estaño metálico en la mezcla de reacción tal que produzca únicamente desde aproximadamente 0,5% a aproximadamente 10% en peso de estaño en la aleación resultante cobre-estaño que está adaptada para ser empleada en la operación  
15 de soldadura. Más especialmente, se prefiere emplear desde aproximadamente 3% a aproximadamente 5% de estaño metálico en peso en la mezcla exotérmica. El estaño metálico empleado en la mezcla de reacción exotérmica puede  
20 ser, o bien estaño granular (de 841 a 420 micras), o estaño pulverizado. Un ejemplo adecuado típico del último incluía un 73% que pasaba a través de un tamiz de 44 micras de abertura, un 15% retenido por el tamiz de 44 micras, un 2% retenido por el tamiz de 74 micras, un 6% retenido por el tamiz de 85 micras, y un 5% o menos reteni-

24-9-73

417289



do por el tamiz de 105 micras.

Utilizando los principios de la presente invención, es posible producir soldaduras fuertes de cobre metálico aleado con pequeñas cantidades de otros elementos para mejorar las características físicas de la soldadura a pesar del hecho de que la cantidad de metal de soldadura producida pueda ser tan pequeña que tenga sólo una pequeña reserva de calor para efectuar la soldadura. Grandes cantidades de fósforo o níquel, por ejemplo, reducen la conductividad eléctrica de la conexión soldada. La mayor parte del fósforo (que tiene una acción desoxidante deseable) es eliminado por el calor de la reacción, dejando sólo preferiblemente alrededor de 0,1% a 0,5% en peso en la soldadura final, siendo lo mejor usualmente 0,2%. Para conseguir este resultado, debería estar presente en el fondo del crisol desde aproximadamente 0,25% a aproximadamente 1% y ordinariamente aproximadamente 0,53% de fósforo.

En el caso de soldaduras pequeñas, tales como las que unen extremos de cables de cobre y barras de distribución de corriente, es importante precalentar las superficies que han de soldarse. De lo contrario, tales superficies enfriarán de tal modo el metal de soldadura debido a su alta conductividad que sólo se obtendrá una soldadura parcial, si acaso. Los materiales de



417289



de modo análogo al elemento articulado 9 en 14, estando  
unidos pivotantemente los extremos interiores de tales  
mangos uno a otro en 15 para lograr una forma de acción  
de palanca acodada, encontrándose los pivotes 12, 14 y  
5 15 prácticamente en línea unos con respecto a otros cuan-  
do los bloques de grafito 1 y 2 se hallan en posición  
íntimamente yuxtapuesta.

El crisol 5 tendrá preferiblemente una  
conformación cónica en sentido descendente, como se  
10 ilustra, y estará provisto de un conducto central de  
colada 16 de diámetro algo más pequeño que el fondo  
del crisol. Tal conducto de colada se estrecha luego  
y desciende verticalmente hasta una cavidad esférica  
17 definida por las porciones inferiores opuestas 18 y  
15 19 de los bloques 1 y 2 respectivamente. Tal conducto  
de colada está interceptado por un conducto transversal  
20 definido análogamente por las porciones opuestas 18  
y 19 del bloque de grafito y que está adaptado para re-  
cibir las porciones extremas 21 y 22 de conductores o  
20 cables trenzados de las cuales se ha eliminado el ais-  
lamiento 23 y 24. Las dos ranuras semicilíndricas de  
las caras opuestas de las porciones de bloque 18 y 19  
que definen el conducto 20 estarán dimensionadas, por  
consiguiente, para alojar las porciones extremas de los  
25 cables trenzados y para abrazar y encerrar herméticamen-

417289



te éstas últimas a fin de impedir el escape del metal de soldadura fundido que gotea desde el crisol 5 a través del conducto de colada 16.

5 Una tapa de grafito 25 estará provista deseablemente, engoznada por medio de un gozne 26 al bloque 2 y provista con una cavidad 27 que se extiende desde la parte superior del crisol 5 y que está abierta lateralmente para permitir el escape de los gases producidos por la reacción exotérmica sin peligro de que tales gases, llamas, y partículas procedentes de la mezcla de reacción puedan verse impulsados en dirección ascendente contra la cara del operario.

10 Después de recortar el aislamiento de las porciones extremas de los cables aproximadamente en 15 3,75 centímetros desde los extremos, tales porciones extremas 21 y 22 se insertan en el conducto 20 con los dos bloques de molde ligeramente separados. Una vez que se han dispuesto correctamente los extremos de los cables, dejando una pequeña distancia entre ambos (usualmente de aproximadamente 1,59 a 3,18 mm) como se muestra en la Fig. 3 en alineación vertical con el conducto de colada 16, se separarán los mangos 11 y 13 a fin de llevar los dos bloques de grafito a una posición de ajuste estrecho, con los extremos de los cables fijados entre 20 25 ambos. Los cables pueden fijarse adicionalmente, si se



1417289

de sea, más allá del molde para garantizar la imposibilidad de desplazamientos accidentales durante la operación de soldadura. Un disco delgado de metal 28, que puede ser de acero, por ejemplo, y ligeramente cóncavo, se deja caer primeramente en el crisol 5 y se dispone sobre la abertura de colada como se muestra. Cuando ha quedado colocado dicho disco, puede verterse sobre el mismo el contenido invertido de un cartucho de material de reacción exotérmica 29 del tipo general descrito en la Patente de EE.UU de Cadwell Núm. 2.229.045, de tal manera que el polvo capaz de entrar en ignición 30 quedará en la parte superior. A continuación se hace bajar la tapa 25 a la posición representada en las Figs. 1, 2 y 3 de los dibujos, y se descarga una pistola de chispa en la abertura 27 para provocar la ignición del polvo de cebado 30. La reacción exotérmica que se inicia inmediatamente produce la carga deseada de cobre metálico fundido, el cual hace que funda prontamente el disco 28 y gotee hacia abajo a lo largo del conducto de colada 16. El primer metal fundido que fija los extremos de los conductores trenzados 21 y 22 continúa su recorrido descendente hasta llegar a la cavidad inferior 17 y sirve para el propósito de precalentar las porciones extremas de las hebras de los cables 21 y 22 así como de calentar las porciones de los bloques de grafito que rodean a las

1417289



últimas. Una vez que la cavidad 17 se ha llenado con metal fundido, y del mismo modo la porción inferior del conducto de colada que conduce a aquélla, el metal fundido que sigue goteando se introduce en los intersticios entre las hebras de cable precalentadas y fluye una cierta distancia en cada dirección a lo largo del conducto 20, fundiéndose con cada hebra individual y formando una soldadura integral con ella. La porción restante de la carga de metal fundido se acumula en la porción superior del conducto de colada 16 junto con los ingredientes fundentes más ligeros. Después de dejar un lapso de tiempo de aproximadamente 10 segundos, pueden accionarse los mangos 11 y 13 a fin de separar lo suficiente los bloques 1 y 2 para permitir la retirada de los extremos de los cables y la soldadura colada que une los mismos. Tal soldadura colada se representa en la Fig. 4 que incluye la porción esférica 31 formada en la cámara 17 y la porción superior 32 formada en la parte superior del conducto de colada 16. Estos dos rebosamientos, como podrían considerarse, se pueden eliminar por recortado como se muestra en la Fig. 5, dejando una conexión cilíndrica de soldadura colada 33 de un diámetro prácticamente igual al de los cables trenzados 21 y 22. Las porciones que quedan al descubierto de tales cables, y la conexión, pueden cubrirse ahora fácilmente con aislamiento, el cual no precisa tener en absoluto un espesor mayor

24-9-73

417289



5 que el aislamiento 23 y 24, consiguiéndose así no sólo el mejor aspecto posible, sino también evitar un saliente que limitaría, por otra parte, la flexibilidad del cable en este punto y que constituiría un impedimento para el enro-

10 Se ha encontrado que el entremezclado de una mezcla de reacción exotérmica y un polvo capaz de entrar en ignición se puede impedir eficazmente dividiendo un extremo del cartucho en compartimientos o secciones. Aun cuando el contacto entre el polvo capaz de entrar en ignición y el material de reacción exotérmica y las funciones de cada uno de ellos no se ven impedidos en modo alguno por esta estructura, la división de un extremo del cartucho de la manera indicada inmoviliza suficientemente  
15 el polvo capaz de entrar en ignición, de tal manera que es posible la segregación prolongada y se ve inhibido el entremezclado incluso cuando el cartucho resulte sacudido y agitado tal como tiene lugar en el transporte.

20 Con referencia de nuevo a los dibujos, pero ahora en particular a las FIGURAS 6 y 7, la realización ilustrada incluye un cartucho 34 que se representa en forma de corte transversal cilíndrico aunque se pueden utilizar también otras configuraciones de corte transversal. El cartucho puede estar construido de cualquier material adecuado,  
25 peso se ha encontrado que son muy satisfactorias las

417289



resinas sintéticas tales como el polietileno. Una tapa 35 del mismo material está adaptada en el extremo superior del cartucho, y preferiblemente hace un cierre ajustado en tensión sobre el mismo. En el fondo del cartucho, rebordes o paletas 36 se cortan en forma de cruz para formar compartimientos o secciones  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , y  $C_4$ . Estos rebordes no sólo forman tales secciones, sino que, además, refuerzan sustancialmente el cartucho. El efecto de refuerzo es especialmente ventajoso cuando el cartucho está formado de materiales plásticos tales como el polietileno, que ordinariamente es muy flexible. Los rebordes 36 eliminan además la necesidad de nervios externos para conferir rigidez.

En la práctica, como se indica en la FIGURA 6, el cartucho 34 se llena con un polvo 37 capaz de entrar en ignición, hasta una altura aproximadamente igual a la altura de los rebordes 36. El resto del cartucho se llena después con una mezcla de reacción exotérmica 38 y el cartucho se cierra luego por medio de la tapa 35.

El extremo dividido en compartimientos del cartucho de la presente invención puede tomar diversas formas poligonales o circulares. Por ejemplo, las FIGURAS 8 y 9 ilustran compartimientos o secciones formados incribiendo prácticamente un triángulo equilátero 39 y un cuadrado 40, respectivamente, dentro de las paredes del recipiente



417289

34. La FIGURA 10, por otra parte, ilustra un anillo 41 que tiene una extensión axial aproximadamente igual a la altura de los rebordes 36, o del triángulo 39, o del cuadrado 40. El anillo 41 está fijado al fondo del cartucho 34 y se pro-  
 5 longa de manera sustancialmente concéntrica con respecto a la pared del cartucho.

Aun cuando la presente invención, como ya se ha dicho no se limita evidentemente a las composiciones de los materiales empleados, para fines de ilustración un  
 10 material de reacción exotérmica que se puede utilizar comprende las composiciones y proporciones siguientes:

Partes en peso

	Oxido de cobre (cascarilla de laminación	
15	de cobre tostada) .....	desde aproximadamente 30 a aproximadamente 50
	Aleación cobre-aluminio .....	desde aproximadamente 14 a aproximadamente 20
20	Oxido de estaño .....	desde aproximadamente 0,75 a aproximadamente 2
	Dióxido de manganeso .....	desde aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1.
25		

417289



Un polvo capaz de entrar en ignición que puede utilizarse comprende la composición siguiente:

		Partes en peso
5	Capa de óxido de cobre .....	20
	Aleación cobre-aluminio .....	5
	Fósforo rojo .....	5
	Polvo de aluminio metálico .....	7.5
	Oxido de cobre negro .....	10

10 Resultará ahora evidente que se ha proporcionado también un cartucho mejorado que mantiene una separación deseada entre el material de reacción exotérmica y el polvo capaz de entrar en ignición. Los rebordes o paletas formados con preferencia solidariamente con el fondo del cartucho inhiben el entremezclado del polvo capaz de entrar en ignición con el material de reacción exotérmica aun cuando el cartucho sea agitado, sacudido, etcétera.

15 Además de ello, los rebordes y las paletas refuerzan el cartucho, lo cual es particularmente efectivo cuando el cartucho está fabricado a base de plásticos flexibles, y elimina la necesidad de emplear rebordes de refuerzo externos. Como se ha indicado, el cartucho puede estar constituido por diversos materiales tales como composiciones metálicas e incluso composiciones no metálicas tales como plásticos y resinas, cartón, etc. Además del polietileno previamente citado plas

20

25

24-9-73

417289



5 ticos y resinas sintéticos(as), tanto si están plastificados como si no lo están, que pueden utilizarse también, incluyen poliestireno, los poliésteres, compuestos fenólicos tales como fenol-formaldehído y resorcina-formaldehído, ureas tales como urea-formaldehído y melamina-formaldehído, acrilatos tales como resina de metacrilato, poliuretanos, vinílicos tales como poli(cloruro de vinilo), poli(cloruro de vinilideno), copolímeros de los mismos, y análogos.

10 Los rebordes que dividen la región del fondo del cartucho tubular en compartimientos que comunican con el cuerpo principal del cartucho están adaptados para contener el polvo de partida de tal manera que impida un desplazamiento sustancial durante la carga cuando la carga considerablemente más pesada de mezcla de reacción exotérmica productora de metal se deposita subsiguientemente en el interior del cartucho, inhibiendo además el desplazamiento durante las manipulaciones posteriores.

20 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la mezcla de reacción exotérmica comprende el óxido del metal que ha de formar la masa principal de la soldadura colada, señaladamente cobre, un agente reductor activo efectivo para reducir tal óxido a fin de producir una carga de metal fundido, y una cantidad relativamente pequeña de un compuesto de vanadio no generador de gas que tiene un punto de ebullición superior a 1907°C. El compuesto de vanadio se convierte análogamente en vanadio



141/289

metálico fundido, preferiblemente por reducción por medio del mismo agente reductor, en los casos en que se utiliza un óxido de vanadio u otro compuesto de vanadio reducible.

5 El vanadio metálico así formado se mezcla íntimamente con el metal fundido que comprende la mayor parte de la carga y sirve preferentemente para combinarse con o eliminar el oxígeno en la carga fundida, el cual, de lo contrario, podría combinarse o permanecer combinado con el metal principal de la carga. Por tanto, preferible-  
10 mente se producirá un ligero exceso de vanadio metálico, a fin de que, cuando se solidifica el metal fundido, quede una pequeña cantidad de vanadio en forma de metal aleado con aquél.

15 Mientras que la temperatura del metal fundido producido por un polvo clásico de la técnica anterior puede ser aproximadamente de  $1907^{\circ}\text{C}$ , la temperatura del metal fundido producido por este material de soldadura puede ser tan alta como  $3007^{\circ}\text{C}$ . El intervalo de temperaturas de trabajo preferido es de aproximadamente  $2457^{\circ}\text{C}$   
20 a aproximadamente  $2732^{\circ}\text{C}$ .

25 El agente reductor puede ser un agente reductor metálico compuesto, por ejemplo, de aluminio, magnesio, o metales semejante. Se prefiere el aluminio. La reacción exotérmica tiene lugar casi instantáneamente (en una fracción de segundo), por lo que el desprendimiento de

24-9-73

417289

70



gases no sólo es perjudicial para la producción de una soldadura sólida satisfactoria, sino que tal desprendimiento es también muy peligroso para el personal. De acuerdo con ello, el compuesto de vanadio empleado tiene que ser no generador de gases. Por esta razón no se pueden utilizar ciertas sales de vanadio. En general, sólo pueden emplearse compuestos de vanadio que tengan un punto de ebullición superior a 1907°C. Compuestos de vanadio específicos que se han encontrado aceptables incluyen vanadio metálico propiamente dicho, los óxidos de vanadio, y aleaciones de vanadio que incluyen aleación vanadio-aluminio y aleación ferro-vanadio. De estos compuestos de vanadio se prefieren los óxidos, dado que éstos poseen altos calores de formación y por consiguiente liberan tal elevada cantidad de energía en su reducción. De esta manera se observan pérdidas de calor escasas o nulas cuando se utilizan óxidos de vanadio. Los óxidos son también sumamente efectivos para impedir o reducir notablemente la fisuración en caliente del metal de soldadura por colada. De entre los óxidos, se prefiere el pentóxido de vanadio debido a su alto calor de formación. De hecho, aun cuando el vanadio forma varios óxidos, tales como el trióxido y el tetraóxido, éstos tienden a oxidarse al pentóxido, por lo que se utiliza el último como la forma más conveniente.

417289

10



Se emplea una cantidad suficiente del compuesto de vanadio para constituir de aproximadamente 0,8% a aproximadamente 5% en peso de la mezcla de reacción exotérmica calculado como pentóxido de vanadio.

5 Se prefiere emplear una cantidad suficiente a fin de que no se oxide la totalidad del vanadio metálico resultante en la carga fundida debido a su acción de eliminación de gases.

10 Un intervalo deseable, pero no crítico, de los ingredientes que puede comprender el material para soldar de la presente invención, es aproximadamente como sigue, en peso:

		Porcentaje
15	Cu <sub>2</sub> O	70 a 77
	Aluminio	9,5 a 12
	Compuesto de vanadio (calculado como V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,8 a 5
	Cobre	7 a 8,2
20	Fundente	4,5 a 5,5

Una formulación preferida para soldar, preparada de acuerdo con la presente invención, es aproximadamente como sigue, en porcentajes en peso:

1417289



	Porcentaje
	Cu <sub>2</sub> O 74,6
5	Aluminio (pasado por el tamiz de 44 micras) 10,3
	Compuesto de vanadio (calculado co- mo V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 2,1
	Cobre (pasado por el tamiz de 149 micras) 7,8
	CaF <sub>2</sub> 3,1
10	CaSi <sub>2</sub> 2,1

Los ingredientes de la presente mezcla se utilizan usualmente en estado pulverizado. Por ejemplo, el aluminio puede molerse hasta pasar por el tamiz normalizado en los EE.UU. de 44 micras de abertura de malla; el cobre, hasta pasar por el tamiz de 149 micras; y el compuesto de vanadio, hasta que su granulometría está comprendida entre 841 y aproximadamente 50 micras. Si se desea, dos o más de los ingredientes de la mezcla de reacción exotérmica se pueden alear entre sí. Se ha indicado ya que se puede utilizar la aleación vanadio-aluminio, la cual proporciona, en realidad, una parte o la totalidad del vanadio metálico como el compuesto de vanadio definido y una parte o la totalidad del aluminio utilizado como agente reductor. La composición del aluminio-vanadio puede estar comprendida entre aproximadamente 0,1% y aproximadamente 50% en peso de vanadio y el res-

1417289



5 to de aluminio, en tanto que se sigue la distribución de composición general que se describe. Es decir, que pueden ser necesarios adicionalmente vanadio o aluminio metálicos libres, dependiendo de la composición de la aleación. Se ha encontrado que la aleación vanadio-aluminio proporciona una reacción más uniforme, más rápida y más caliente que cuando se utilizan tales elementos sin alear.

10 Análogamente, la aleación de ferro-vanadio puede variar desde aproximadamente 0,1% a aproximadamente 50% en peso de hierro y el resto de vanadio, teniendo en cuenta los requisitos de composición global. Usualmente, cuando se utiliza esta aleación, el hierro está comprendido entre aproximadamente 5% y aproximadamente 15 10% en peso. La presencia de hierro es beneficiosa, proporcionando, por ejemplo, una resistencia mecánica en caliente satisfactoria; y, en caso deseado, el hierro sirve para modificar un tanto la severidad de la reacción exotérmica.

20 De la misma manera, los ingredientes de aluminio y cobre se pueden alear uno con otro, por ejemplo en una relación en peso 50-50, y pueden pulverizarse después para su empleo en la mezcla de reacción. Una ventaja adicional del hecho de alear entre sí dos o 25 más ingredientes de la mezcla de reacción exotérmica,

24-9-73

417289

10



reside en prevenir la segregación física de tales ingredientes. A menudo, durante el transporte y manipulaciones análogas, la mezcla de reacción se somete a agitación o sacudidas que tienden a segregar los ingredientes de acuerdo con el tamaño y el peso de las partículas.

5 La ventaja del mezclado previo del compuesto de vanadio con el polvo de reacción estriba en que el vanadio metálico reducido (fundido) elimina el oxígeno mientras que está teniendo lugar la reacción, alejando el oxígeno del cobre en la carga fundida para formar de nuevo un óxi-  
10 do de vanadio. Este último, sin embargo, no es particularmen-  
te tan perjudicial como el óxido de cobre en las juntas intergranulares de la soldadura resultante. La soldadura obtenida, no sólo es físicamente resistente, sino que posee propiedades eléctricas excelentes. Como el tiempo de reacción  
15 y la duración del período de tiempo que la aleación permanece en estado líquido son tan cortos, es preferible utilizar el óxido como compuesto de vanadio. El óxido de vanadio se reduce fácilmente al mismo tiempo que se reduce el óxi-  
20 do de cobre para producir, de hecho, vanadio metálico in situ y producir así una mezcla íntima con el material de soldadura.

Será apreciado por los expertos en la técnica que en las formulaciones anteriores se pueden utilizar otros fundentes tales como criolita y fluoruro de litio, por ejem-

417289



4  
5  
10  
15  
20

plo, en lugar de  $\text{CaF}_2$  y  $\text{CaSi}_2$ . La totalidad de los ingredientes se encuentran, como se ha indicado, en forma pulverizada o finamente granulada, incluyéndose el cobre como metal para controlar la reacción exotérmica (por absorción del calor necesario para fundir el mismo) en tal proporción que haga tal reacción controlable y de carácter no explosivo. La proporción de tal cobre proporcionado en forma de metal es, no obstante, demasiado pequeña para reducir drásticamente la temperatura de la carga de metal fundido producida, y tal carga de metal fundido se encontrará a una temperatura considerablemente más alta de lo que ha sido en la práctica en el pasado. Se ha encontrado que tal carga fundida fuertemente calentada se puede utilizar para soldar directamente al costado de una cabeza de raíl de acero o a un tubo de acero, por ejemplo, sin necesidad de ninguna operación previa complicada de limpieza a no ser que la superficie esté anormalmente sucia o cubierta con una capa excepcionalmente gruesa de herrumbre y óxido. Incluso una pequeña carga del metal de soldadura es capaz de penetrar en tal recubrimiento de óxido superficial y formar una soldadura excelente con el metal base subyacente sin enfriarse prematuramente.

25

Se puede utilizar una formulación del polvo de cebado típica para provocar la ignición de la mezcla de un modo conocido en la técnica, como se describe por ejemplo,

24-9-73

417289

700



en la Patente de EE.UU. Núm. 2.229.045. Tal formulación puede tener aproximadamente la composición siguiente, en porcentajes en peso:

		Porcentaje
5	Oxido cuproso	37,7
	Oxido cúprico	30,0
	Polvo de aleación Cu-Al (proporciones iguales)	20,0
10	Polvo de aluminio	4,7
	Fósforo rojo (amorfo)	7,6

Metales típicos que se pueden soldar de acuerdo con la presente invención son acero, hierro colado, cobre, y bronce. Formulaciones específicas para soldar que pueden utilizarse en la práctica de la invención incluyen las siguientes, expresándose los porcentajes en peso.

Ejemplo I

		Porcentaje
20	Cu <sub>2</sub> O	75,4
	Aluminio (pasado por el tamiz de 44 micras)	10,7
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,8
25	Cobre (pasado por el tamiz de 149 micras)	7,9

417289

Ejemplo I (continuación)

		Porcentaje
	CaF <sub>2</sub>	3,1
5	CaSi <sub>2</sub>	2,1

Ejemplo II

	Cu <sub>2</sub> O	74,4
10	Aleación aluminio-cobre (partes iguales en peso, pasada por el tamiz de 44 micras)	18,6
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,8
	CaF <sub>2</sub>	3,1
	CaSi <sub>2</sub>	2,1

15 Ejemplo III

	Cu <sub>2</sub> O	73,4
	Aluminio (pasado por el tamiz de 44 micras)	10,7
	Vanadio	2,8
20	Cobre (pasado por el tamiz de 149 micras)	7,9
	CaF <sub>2</sub>	3,1
	CaSi <sub>2</sub>	2,1

24-9-73

4172891



Ejemplo IV

		Porcentaje
	Cu <sub>2</sub> O	72,4
5	Aleación vanadio-aluminio (25% V, pasada por el tamiz de 44 micras)	15,0
	Cobre (pasado por el tamiz de 149 mi- cras)	7,4
	CaF <sub>2</sub>	3,1
	CaSi <sub>2</sub>	2,1

10

Ejemplo V

	Cu <sub>2</sub> O	71,4
	Aluminio (pasado por el tamiz de 44 mi- cras)	11,2
15	Aleación de ferro-vanadio (5% Fe, pa- sada por el tamiz de 149 micras)	4,8
	Cobre (pasado por el tamiz de 149 mi- cras)	7,4
	CaF <sub>2</sub>	3,1
	CaSi <sub>2</sub>	2,1

20

Ejemplo VI

	Cu <sub>2</sub> O	74,6
	Aluminio (pasado por el tamiz de 44 mi- cras)	10,3
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,1

417289



Ejemplo VI (continuación)

		Porcentaje
	Cobre (pasado por el tamiz de 149 micras)	7,8
5	Criolita	3,1
	CaSi <sub>2</sub>	2,1

Ejemplo VII

	Cu <sub>2</sub> O	74,6
10	Aluminio (pasado por el tamiz de 44 micras)	10,3
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,1
	Cobre (pasado por el tamiz de 149 micras)	7,8
	CaSi <sub>2</sub>	2,1
15	LiF	3,1

Ejemplo VIII

	Cu <sub>2</sub> O	74,6
	Aluminio (pasado por el tamiz de 44 micras)	10,4
20	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,1
	Cobre (pasado por el tamiz de 149 micras)	7,8
	Criolita	3,1
	LiF	2,1

25 Resultará evidente ahora que la presente invención proporciona, en otro aspecto, una nueva mezcla

417289



5 de reacción exotérmica productora de metal y un método de soldadura que produce metal de soldadura fundido a temperaturas relativamente altas. El metal de soldadura fundido penetra en la capa de óxido y capas análogas existentes sobre la superficie con la que ha de efectuarse la soldadura. La soldadura colada está sustancialmente exenta de fisuración perjudicial en caliente, y posee propiedades electroconductoras satisfactorias.

10 La presente composición para soldar comprende una mezcla de óxido de cobre, aluminio o una aleación o mezcla cobre-aluminio, preferiblemente un fundente, y un aditivo metálico seleccionado del grupo  
15 constituido por wolframio, cobalto, cromo, níquel, manganeso, niobio, molibdeno, y compuestos reducibles de los mismos. Si se desea, pueden utilizarse en combinación dos o más de tales metales y/o sus compuestos reducibles.

20 El óxido de cobre que forma el constituyente principal de la mezcla y del que se deriva el volumen principal del metal de soldadura resultante, se encuentra preferiblemente en forma de cascarilla de laminación de cobre tostada. Esta capa de óxido metálico  
25 está constituida por escamas aplastadas de diversos tamaños y de grados de oxidación variables. Las partícu-

417289



5 las más finas tienen color negro, lo que indica un grado de oxidación mayor que el existente en las escamas de mayor tamaño, que son de color rojo. Debe entenderse, por supuesto, que si bien es deseable la cascarilla de laminación metálica y se ha encontrado preferible tanto desde el punto de vista de su operación como por su coste, se puede emplear  $\text{Cu}_2\text{O}$  puro.

10 La aleación cobre-aluminio puede contener desde aproximadamente 30% a aproximadamente 70% de cobre y desde aproximadamente 70% a aproximadamente 30% de aluminio, siendo la composición preferida aproximadamente 50% de cobre y aproximadamente 50% de aluminio. Si el aluminio estuviese simplemente presente en forma granulada sin la inclusión de un agente de regulación, la  
15 reacción del mismo con el óxido de cobre en la reacción del último durante la reacción exotérmica transcurriría con una velocidad tan grande que sería difícil mantener la mezcla en el crisol durante el curso de la reacción.

20 Normalmente, en una mezcla de reacción exotérmica del tipo de la termita, es necesario utilizar una aleación de cobre y aluminio para proporcionar una reacción controlable. Si se utiliza en lugar de ello aluminio puro, la reacción resulta demasiado violenta para las aplicaciones prácticas. Se ha encontrado ahora que  
25 los aditivos metálicos de la presente invención tienen

417289



un efecto refrigerante tan enérgico que su presencia en la mezcla de reacción exotérmica controla suficientemente la temperatura y la velocidad de la reacción aun cuando se utilice aluminio solo en lugar de una aleación o  
5 mezcla aluminio-cobre. Esto es ventajoso, ya que el aluminio puro es más económico que una aleación aluminio-cobre. Cuando, según esto , se utiliza aluminio solo en una mezcla de reacción, las cantidades combinadas del aditivo metálico y del fundente se aumenta proporcio-  
10 nalmente para compensar en su mayoría, si no totalmen- te, la supresión del cobre.

No obstante, para una mezcla de reacción exotérmica que tenga una velocidad y temperatura de reac-  
ción más controlables, se prefiere todavía utilizar una  
15 aleación o mezcla cobre-aluminio. Tal aleación o mezcla puede contener, en porcentaje en peso, desde aproxima- damente 30 por ciento a aproximadamente 70 por ciento de cobre y desde aproximadamente 70 por ciento a aproxima-  
20 damente 30 por ciento de aluminio, siendo la composición preferida aproximadamente 50 por ciento de cobre y apro- ximadamente 50 por ciento de aluminio. Como se ha indica- do con anterioridad, el empleo de la aleación cobre-  
25 aluminio triturada o finamente dividida, en lugar de aluminio granulado como agente reductor, reduce la



417289

5 violencia de la reacción y aumenta el volumen del cobre fundido resultante de la reacción exotérmica, en tanto que permite que la reacción transcurra a una velocidad suficiente para mantener la temperatura más adecuada necesaria para la producción del metal fundido para soldar. En otros términos, se incluye suficiente cobre en forma de metal para absorber una cantidad sustancial del calor generado por la reacción.

10 Los fundentes que pueden emplearse son los conocidos en la técnica y, como ejemplos, pueden citarse calcio, silicio, espato flúor, y criolita. El empleo de fundentes hace que mejore la solidez del material de soldadura.

15 Se apreciará que el objetivo principal de las adiciones de metal definidas en esta memoria es proporcionar cobalto, wolframio, cromo, níquel, manganeso, niobio, o molibdeno, para su incorporación en el metal para soldar definitivo. De acuerdo con ello, además de utilizar los metales propiamente dichos, es posible utilizarlos en combinación química con otros elementos, eliminándose éstos últimos por combustión o formando parte de la escoria, dependiendo de sus propias características físicas. Por ejemplo, se pueden utilizar ferro-aleaciones de cobalto y wolframio. Pueden emplearse también compuestos reducibles que contienen oxígeno tales como wolframato

20  
25

417289



de cobalto  $\text{CoWO}_4$ , wolframato de sodio  $\text{Na}_2\text{WO}_4$ , cromato de sodio, meta-niobato de sodio, molibdato de sodio, y permanganato de potasio. Usualmente, el compuesto reducible preferido es el óxido del metal. Existen ciertas ventajas en la utilización de un compuesto del metal en comparación con el metal puro, en el sentido de que, a medida que se reduce el compuesto, se libera el metal en un estado activo que se asemeja al estado nascente, lo cual hace posible que el metal se disuelva casi instantáneamente en la carga de metal fundido que forma finalmente el metal de soldadura. La formación de un metal a partir de su óxido, como se describe en este procedimiento, produce el metal a la máxima temperatura alcanzable, contribuyendo así a favorecer la aleación del metal con la carga de cobre básica y proporcionando en muchos casos un estado fundido para la totalidad del material para soldar.

La cascarilla de laminación de cobre y el aluminio o la aleación cobre-aluminio se encuentran preferiblemente en forma tan finamente dividida que pasa a través de un tamiz de 1190 micras de abertura y queda retenida por un tamiz de 149 micras. Análogamente, los aditivos metálicos y los compuestos reducibles de los mismos definidos en esta memoria pueden encontrarse en forma granular suficiente para pasar a través

417289



de un tamiz de 841 micras de abertura y quedar retenida sobre un tamiz de 149 micras. Sin embargo, los aditivos se encuentran preferiblemente en forma de polvos suficientemente triturados para pasar en su totalidad a través de un tamiz de 149 micras, en un 50% a través de un tamiz de 74 micras, y en un 5% o menos a través de un tamiz de 44 micras, dado que los aditivos en esta forma se disuelven con mayor facilidad en la aleación fundida.

10 En la producción de las mezclas de reacción exotérmica mejoradas de la presente invención, se utiliza una mezcla de reacción tal como la indicada en la Patente de EE.UU. Núm. 2.229.045 de Cadwell, añadiendo una cantidad relativamente pequeña, de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 10% en peso, del metal de aleación basada en el peso del metal puro. Cuando el aditivo se encuentra en forma de un óxido u otro compuesto reducible o aleación, el aditivo puede estar presente en una cantidad comprendida entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 15% en peso referida a la mezcla, con reducciones proporcionales correspondientes en el resto de los ingredientes. Los mejores resultados se obtienen cuando los presentes aditivos metálicos se utilizan dentro del intervalo de aproximadamente 1% a aproximadamente 5% en peso. Preferiblemente, el aditi-

417289



vo se utiliza en sustitución de una cantidad equivalente del cobre presente en forma de metal en la mezcla de reacción. Así, pues, la mezcla de reacción básica comprenderá ordinariamente desde aproximadamente 30 a aproximadamente 90 partes en peso de óxido de cobre (cascarilla de laminación de cobre tostada), desde aproximadamente 14 a aproximadamente 30 partes en peso de la aleación cobre-aluminio, y desde aproximadamente 0,2 a aproximadamente 10 partes en peso de uno de los presentes aditivos metálicos, basadas en el peso del metal. Como se ha indicado previamente, preferiblemente se utiliza un fundente, y en una cantidad comprendida entre aproximadamente 1 y aproximadamente 5 partes en peso de la mezcla, basada en los intervalos de partes en peso que se acaban de describir.

Con objeto de demostrar la invención, se dan los ejemplos que siguen, exclusivamente con el propósito de servir de ilustración. Cualquier enumeración o detalle específicos mencionados no deben interpretarse como limitación de la invención a no ser que se especifiquen como tales en una o más de las reivindicaciones del apéndice y, en tal caso, sólo en dicha reivindicación o reivindicaciones.

417289



Ejemplo I

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	75,01
	Aleación cobre-aluminio	17,88
5	Calcio-silicio	2,33
	Fluoruro de calcio (espató flúor)	2,34
	Wolframio metálico	2,44
		<hr/>
		100,00

10 Ejemplo II

	Capa de óxido de cobre (tostada)	73,90
	Aleación cobre-aluminio	18,34
	Calcio-silicio	2,30
	Fluoruro de calcio (espató flúor)	2,30
15	Oxido de wolframio ( $WO_3$ )	3,16
		<hr/>
		100,00

Ejemplo III

	Capa de óxido de cobre (tostada)	75,09
	Aleación cobre-aluminio 50/50, triturada	17,89
20	Calcio-silicio	2,34
	Espato flúor	2,34
	Cobalto metálico	2,34
		<hr/>
		100,00

417289



Ejemplo IV

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	74,74
	Aleación cobre-aluminio 50/50	18,90
5	Calcio-silicio	2,34
	Fluoruro de calcio	2,35
	Oxido de cobalto ( $Co_3O_4$ )	1,94
		<hr/> 100,00

Ejemplo V

10	Capa de óxido de cobre (tostada)	71,55
	Aleación cobre-aluminio, triturada	17,02
	Calcio-silicio	2,23
	Fluoruro de calcio (espató flúor)	2,23
	Wolframio metálico	6,97
15		<hr/> 100,00

Ejemplo VI

	Capa de óxido de cobre (tostada)	70,39
	Aleación cobre-aluminio, triturada	19,45
	Calcio-silicio	2,20
20	Fluoruro de calcio	2,20
	Oxido de wolframio ( $WO_3$ )	5,76
		<hr/> 100,00

Ejemplo VII

	Capa de óxido de cobre (tostada)	70,08
	Aleación cobre-aluminio, triturada	16,64
25	Calcio-silicio	2,09
	Fluoruro de calcio	2,09
	Cobalto metálico	9,10
24-9-73		<hr/> 100,00

417289



## Ejemplo VIII

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	67,08
	Aleación cobre-aluminio, triturada	20,04
5	Calcio-silicio	2,06
	Fluoruro de calcio	2,06
	Oxido de cobalto ( $Co_3O_4$ )	8,76
		<hr/> 100,00

10

## Ejemplo IX

	Capa de óxido de cobre (tostada)	75,40
	Aleación cobre-aluminio 50/50	17,94
	Calcio-silicio	2,35
	Espato flúor	2,35
15	Cromo metálico	1,96
		<hr/> 100,00

## Ejemplo X

	Capa de óxido de cobre	74,37
20	Aleación cobre-aluminio 50/50	19,06
	Calcio-silicio	2,32
	Fluoruro de calcio	2,32
	Oxido de cromo	1,93
25		<hr/> 100,00

24-9-73

- 59 -



417289

Ejemplo XI

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	71,55
	Aleación cobre-aluminio, triturada	17,02
5	Calcio-silicio	2,23
	Fluoruro de calcio (espató flúor)	2,23
	Cromo metálico	6,97
		<hr/>
		100,00

Ejemplo XII

10	Capa de óxido de cobre (tostada)	75,02
	Aleación cobre-aluminio 50/50	17,86
	Calcio-silicio	2,34
	Espato flúor	2,34
	Manganeso metálico	2,44
		<hr/>
15		100,00

Ejemplo XIII

	Capa de óxido de cobre	74,23
	Aleación cobre-aluminio 50/50	19,20
20	Calcio-silicio	2,32
	Fluoruro de calcio	2,32
	Dióxido de manganeso	1,93
		<hr/>
		100,00

417289



Ejemplo XIV

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	70,08
	Aleación cobre-aluminio, triturada	16,64
5	Calcio-silicio	2,09
	Fluoruro de calcio	2,09
	Manganeso metálico	9,10
		<hr/> 100,00

Ejemplo XV

10	Capa de óxido (tostada)	75,32
	Aleación cobre-aluminio	18,15
	Calcio-silicio	2,38
	Fluoruro de calcio	2,38
	Níquel metálico	0,99
15		<hr/> 100,00

Ejemplo XVI

	Capa de óxido (tostada)	70,07
	Aleación cobre-aluminio	22,83
20	Calcio-silicio	2,19
	Fluoruro de calcio	2,18
	Oxido de níquel (NiO)	12,73
		<hr/> 100,00

25 Ejemplo XVII

	Capa de óxido (tostada)	76,09
--	-------------------------	-------

24-9-73

417289



Ejemplo XVII (Continuación)

		Partes en peso
	Aleación cobre-aluminio	18,11
	Calcio-silicio	2,37
5	Fluoruro de calcio	2,43
	Molibdeno metálico	1,00
		<hr/>
		100,00

Ejemplo XVIII

10	Capa de óxido (tostada)	74,53
	Aleación cobre-aluminio	19,05
	Calcio-silicio	2,32
	Fluoruro de calcio	2,30
	Oxido de molibdeno	1,80
		<hr/>
15		100,00

Ejemplo XIX

	Capa de óxido de cobre (tostada)	70,39
	Aleación cobre-aluminio, triturada	19,45
20	Calcio-silicio	2,20
	Fluoruro de calcio	2,20
	Molibdeno metálico	5,76
		<hr/>
		100,00

24-9-73

417289



Ejemplo XX

		Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada)	74,47
	Aleación cobre-aluminio 50/50	18,90
5	Calcio-silicio	2,34
	Fluoruro de calcio	2,35
	Niobio metálico	<u>1,94</u>
		100,00

10 Ejemplo XXI

	Capa de óxido de cobre (tostada)	68,27
	Aleación cobre-aluminio	20,24
	Calcio-silicio	2,14
	Fluoruro de calcio	2,14
15	Meta-niobato de sodio	<u>7,21</u>
		100,00

Ejemplo XXII

	Capa de óxido de cobre (tostada)	74,19
20	Aluminio metálico	10,17
	Calcio-silicio	2,82
	Fluoruro de calcio	2,82
	Niobio metálico	<u>10,00</u>
25		100,00

24-9-73

417289



Ejemplo XXIII

	Partes en peso
	Capa de óxido de cobre (tostada) 73,26
	Aluminio metálico 9,04
5	Cobre metálico 3,62
	Calcio-silicio 2,28
	Fluoruro de calcio 2,28
	Oxido de cromo <u>9,52</u>

100,00

10                    En la práctica, los ingredientes de la  
composición para soldar se mezclan y se dispersan ínti-  
mamente unos en otros. La mezcla se puede utilizar des-  
pués en muchas aplicaciones. Por ejemplo, puede intro-  
ducirse una mezcla en un cartucho y utilizarse de una  
15                    manera descrita en la citada Patente de EE.UU. Núm.  
2.229.045, concedida a Cadwell. En este caso, se puede  
introducir en el cartucho, contiguo a la mezcla de reac-  
ción, un polvo de cebado o de ignición conocido en la  
técnica. O bien se puede utilizar la mezcla de reacción  
20                    como se muestra y se describe en la solicitud de patente  
española Nº 417.289 ya citada anteriormente. Durante la  
reacción, los aditivos metálicos descritos en esta me-  
moria se alean con el cobre de la soldadura resultante.

25                    Las propiedades del metal de soldadura  
obtenido a partir de las presentes mezclas exhiben un



417289

aumento en el porcentaje de alargamiento y de reducción  
 de área, los cuales son medidas directas de la ductilidad,  
 de aproximadamente el doble de los correspondientes a la  
 mejor mezcla de reacción utilizada hasta ahora. La carga  
 5 máxima unitaria a la tracción de una soldadura obtenida a  
 partir de las presentes mezclas de reacción se aumenta  
 desde aproximadamente 5 a aproximadamente 10% en compa-  
 ración con soldaduras obtenidas a partir de mezclas an-  
 teriores. Análogamente, la conductividad eléctrica rela-  
 10 tiva de las soldaduras obtenidas a partir de las presentes  
 mezclas es de 25 a 35% mejor que la de la mezcla de reac-  
 ción descrita en la Patente de EE.UU. Núm. 2.870.499 de  
 Burke. El intervalo de la resistencia a la tracción de  
 las soldaduras proporcionadas a partir de las presentes  
 15 mezclas se extiende desde 2.800 kg/cm<sup>2</sup> a 4.200 kg/cm<sup>2</sup>,  
 el intervalo de reducción de área y el de alargamiento  
 en las muestras preparadas a partir de las presentes  
 mezclas están comprendidos entre aproximadamente 15% y 35%,  
 y las conductividades eléctricas están comprendidas entre  
 20 aproximadamente 20 y 30%, evaluándose el cobre puro como  
 de conductividad 100%.

Como ejemplos específicos, un metal de  
 soldadura obtenido a partir de una mezcla de reacción  
 básica, como se ha descrito anteriormente en esta me-  
 25 moria, con 2% de cromo exhibe un aumento del 200 al

417289



250% en la reducción de área y en el alargamiento, un  
aumento de 5 a 10% en la conductividad eléctrica, y un  
aumento de aproximadamente 5 a 10% en la carga máxima uni-  
taria a la tracción, en comparación con las soldaduras  
5 obtenidas a partir de mezclas de la técnica anterior.  
Análogamente, un metal de soldadura obtenido a partir de  
una mezcla de reacción básica y 2,5% de manganeso exhibe  
un aumento del 50 al 100% en reducción de área y alarga-  
miento, y aproximadamente 10% a 15% de aumento en la  
10 conductividad eléctrica. Las adiciones de molibdeno y  
manganeso exhiben también cierta mejora en un efecto de  
soldadura fuerte así como en resistencia mecánica, en  
comparación con un metal de soldadura obtenido por la  
mezcla de reacción descrita en dicha solicitud de paten-  
15 te española N<sup>o</sup> 417.289.

Una ventaja adicional de estas adiciones  
radica en que se retira calor de la mezcla de reacción  
exotérmica para aprovecharlo en la fusión del metal  
añadido, proporcionándose así una reacción controlada,  
20 no violenta. Cuando el aditivo metálico se encuentra  
en forma de un compuesto reducible, tal como el óxido,  
éste tiende a aumentar el calor de reacción. Una can-  
tidad correspondiente de cobre puede, por consiguiente,  
añadirse de nuevo para compensar este efecto y hacer  
25 posible que la reacción sea controlable. Esto puede

417289

10



efectuarse, a su vez, utilizando cobre metálico o una aleación de cobre de tamaño de grano adecuado, por ejemplo, la aleación cobre-aluminio previamente descrita.

5 Las características de formación de escoria de las presentes mezclas de reacción están mejoradas también con respecto a las de la mezcla que contiene estaño descrita en la mencionada solicitud de patente española Nº 417.289. La escoria obtenida por las pre-  
10 sentes mezclas de reacción es de naturaleza quebradiza y tiende a separarse de una cavidad de molde por contracción, de modo que se ve facilitada su eliminación. En resumen, la adición de wolframio, cobalto, cromo, níquel, manganeso, niobio, molibdeno, y compuestos reducibles de  
15 los mismos a una mezcla de termita de cobre básica proporciona un metal de soldadura capaz de soldar conductores de cobre, conductores de aleación de cobre, cobre con acero, y cobre con hierro colado. El metal de soldadura exhibe una mejora sustancial sobre el metal de  
20 soldadura formado a partir de mezclas de reacción previamente conocidas, en particular en lo que se refiere a conductividad eléctrica y ductilidad.

Si bien no se tiene la intención de limitar la invención por ninguna teoría de operación, se postula que de algún modo las presentes adiciones producen  
25

24-9-73

- 67 -

417289



5 sus resultados beneficiosos sin detrimento indebido de  
la electroconductividad relativamente alta del cobre,  
la cual es, por supuesto, una de las razones principa-  
les de que se utilice cobre. Según una teoría, cuando  
están presentes átomos de un metal que constituye un  
soluto en forma de una mezcla homogénea en los átomos  
de cobre que constituye el disolvente, la conductividad  
eléctrica del cobre se ve notablemente reducida. Se  
propone la teoría de que los aditivos de la presente  
10 invención tienden a cristalizar en áreas segregadas o  
masas aisladas por enfriamiento, tendiendo así a dejar  
áreas mayores para el intercambio de electrones libres,  
esto es, a proporcionar una conductividad mayor. Por  
consiguiente, no se produce tal pérdida de conductivi-  
15 dad eléctrica en el cobre propiamente dicho, mientras  
que la presencia de tales aditivos puede mejorar todavía  
la aleación resultante, por ejemplo en resistencia me-  
cánica y ductilidad.

20 Como una propiedad adicional inesperada de  
las soldaduras producidas por las mezclas de la presente  
invención, conviene hacer resaltar que la resistencia  
mecánica y la ductilidad se consideran opuestas en me-  
talurgia. Es decir, que un aditivo puede producir una  
mejora en una de estas propiedades o en la otra, pero no  
25 en ambas. Y sin embargo, de acuerdo con la presente in-

24-9-73

417289



5 vención, se ha observado una mejora inesperada en ambas características físicas citadas en las soldaduras resultantes. Es posible que estén activados más sistemas de deslizamiento en los cristales o en las configuraciones espaciales atómicas de la soldadura sin disminución sustancial de su resistencia mecánica. Esto hace que sea difícil fracturar la aleación a lo largo de tales planos, al mismo tiempo que mejora todavía la ductilidad de la soldadura.

10 Además, con respecto a la fisuración en caliente, los aditivos de la presente invención dan como resultado un ensanchamiento del intervalo de temperaturas en el que puede tener lugar la solidificación en lugar de una temperatura fija o de un intervalo de temperatura relativamente estrecho. Esto tiene el efecto de hacer más fáciles los cambios metalúrgicos, dado que la soldadura se enfría sin producir fisuras.

15 Se observará que aun dentro del intervalo más bajo de las cantidades en que se utilizan los aditivos de la presente invención, la cantidad no es lo que se denomina a veces una impureza "extraña". Con frecuencia, la presencia de cantidades muy pequeñas de un aditivo no es suficientemente grande para alearse con otros metales como sería deseado, de tal modo que el efecto neto de tal presencia es perjudicial.

24-9-73

417289



5 Habida cuenta de lo que antecede, resulta-  
rá evidente que la presente invención proporciona entre  
otras cosas una composición mejorada para soldar de una  
una mezcla de termita de cobre básica exotérmica. La  
reacción de la mezcla es controlable, y las soldaduras  
obtenidas a partir de las mezclas tienen propiedades  
físicas mejoradas, en particular conductividad eléctrica  
y ductilidad mejoradas, en comparación con las mezclas de  
la técnica anterior. Las soldaduras resultantes están  
10 exentas de fisuración en caliente, porosidad, y otras  
características perjudiciales.

15 Pueden emplearse otras formas de realiza-  
ción de las características de la invención, efectuándose  
cambios en lo que se refiere a las características des-  
critas en esta memoria, con tal que se empleen las ca-  
racterísticas indicadas en cualquiera de las reivindica-  
ciones siguientes, o el equivalente de tales característi-  
cas.

20

#### REIVINDICACIONES

25

Los puntos de invención propia, no nueva,  
pero no establecida, practicada ni divulgada en España,  
que se presentan para que sean objeto de esta solicitud  
de Patente de Introducción, por DIEZ años, son los que

24-9-73

- 70 -

417289



se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un método de soldar por colada uno con otro los extremos opuestos de dos cables conductores de cobre trenzados, que comprende producir una pequeña carga de cobre fundido por una reacción exotérmica, alear desde aproximadamente 0,5% a aproximadamente 10% de estaño con ella, en peso referido a la aleación total, verter una porción de tal aleación fundida sobre tales extremos opuestos de los cables para precalentar los mismos, continuando tal porción su recorrido descendente más allá de dichos extremos para solidificarse en una región sustancialmente distanciada de aquéllos, verter una porción adicional de tal aleación fundida siguiendo de cerca a tal primera porción sobre tales extremos de los cables precalentados confinados en un molde que abraza estrechamente los mismos, con lo cual tal porción adicional de tal aleación fluirá una corta distancia a lo largo de las respectivas porciones extremas de los cables y mojará y soldará las mismas, dejar que se solidifique tal aleación, y eliminar luego por recortado la primera porción solidificada de tal aleación y cualquier posible exceso solidificado sobre las porciones extremas de los cables para dejar una conexión soldada por colada que tenga exactamente el mismo diámetro que tales porciones extremas de los cables.

13-11-75

417289



2ª.- Un método según la reivindicación 1ª,  
que está previsto para producir una soldadura colada  
exenta de fisuración en caliente y que comprende re-  
ducir óxido de cobre por medio de un agente reductor  
5 en una reacción exotérmica y convertir un compuesto  
de vanadio no generador de gas hasta al menos 1907°C  
en el estado fundido para producir un cobre metálico  
fundido fuertemente calentado que tiene una pequeña  
10 cantidad de vanadio metálico fundido entremezclado  
con él, y efectuar después una soldadura con tal me-  
tal fundido y enfriar la soldadura para solidificar  
la misma sin fisuración sustancial en caliente, es-  
tando presente tal compuesto de vanadio en una canti-  
15 dad suficiente para combinarse después de la conver-  
sión en el estado fundido con oxígeno en el metal  
fundido.

3ª.- Un método según la reivindicación 1ª,  
que está previsto para producir una soldadura colada  
20 exenta de fisuración en caliente y que comprende re-  
ducir óxido de cobre por medio de un agente reductor  
metálico en una reacción exotérmica y convertir un  
compuesto de vanadio seleccionado del grupo consti-  
tuido por vanadio, óxido de vanadio, aleación vana-  
25 dio-aluminio, y aleación de ferro-vanadio en el esta-

12-11-75

- 72 -

417289



do de metal fundido para producir un cobre metálico fundido fuertemente calentado que tiene una pequeña cantidad de vanadio metálico fundido entremezclado con él, y efectuar después una soldadura con tal metal fundido y enfriar la soldadura para solidificar la misma sin fisuración sustancial en caliente, estando presente tal compuesto de vanadio en una cantidad suficiente para combinarse después de la conversión en el estado fundido con oxígeno en el metal fundido.

10                   4ª.- Un método según la reivindicación 3ª, en el que tal óxido de vanadio es pentóxido de vanadio, y tal agente reductor metálico es aluminio para reducir también tal pentóxido de vanadio simultáneamente a la reducción del óxido de cobre.

15                   5ª.- Un método según la reivindicación 1ª, que está previsto para producir una soldadura colada exenta de fisuración en caliente a partir de una carga de temperatura relativamente alta superior a al menos aproximadamente 1907°C y que comprende formar una  
20 mezcla de reacción exotérmica de óxido de cobre, desde aproximadamente 0,8% a aproximadamente 5% de la mezcla en peso de pentóxido de vanadio como un eliminador de gases, y una cantidad suficiente de un agente reductor para reducir ambos óxidos; hacer reaccionar  
25 tales ingredientes para producir una carga de

13-11-75

417289



5 metal fundido que tiene tal temperatura relativamen-  
te alta y que comprende el vanadio y el cobre reduci-  
dos; efectuar una soldadura con tal carga fundida; y  
enfriar después la soldadura; combinándose preferente-  
mente tal vanadio con oxígeno en tal carga fundida pa-  
ra impedir su unión con tal metal de soldadura.

10 6ª.- Un método según la reivindicación 1ª,  
que está previsto para producir una soldadura colada  
exenta de fisuración en caliente a partir de una car-  
ga de temperatura relativamente alta y que comprende  
formar una mezcla de reacción exotérmica de óxido de  
cobre, desde aproximadamente 0,8% a aproximadamente  
15 5% de la mezcla en peso de pentóxido de vanadio como  
eliminador de gases, y una cantidad suficiente de un  
metal efectivo para reducir ambos óxidos; hacer reac-  
cionar tales ingredientes para producir una carga de  
metal fundido que tiene una temperatura relativamente  
alta efectiva para penetrar en la capa de óxido del  
20 metal y que comprende el vanadio y el cobre reducidos;  
efectuar una soldadura con tal carga fundida; y en-  
friar después la soldadura; combinándose preferente-  
mente tal vanadio con oxígeno en tal carga fundida  
para impedir su unión con tal cobre y reducir la for-  
mación de óxido de cobre en las juntas intergranula-  
25 res; encontrándose tal cantidad de pentóxido de vana-

13-11-75



1417289



que está previsto para producir una soldadura de cobre  
colada para una pieza metálica de serie que tiene una  
capa de óxido sin separar previamente la capa de óxi-  
do y que comprende formar una mezcla de reacción exo-  
5 térmica de un óxido de cobre, desde aproximadamente  
0,8% a aproximadamente 5% de la mezcla en peso de pen-  
tóxido de vanadio, una cantidad suficiente de un pol-  
vo metálico reductor para reducir ambos óxidos, se-  
leccionándose tal polvo metálico de entre la clase  
10 constituida por polvo de aluminio y una mezcla de pol-  
vo de cobre con polvo de aluminio, y menos de aproxi-  
madamente 5,5% en peso de un fundente referido a la  
mezcla; provocar la ignición de tal mezcla para produ-  
cir una carga de metal fundido de temperatura relati-  
15 vamente alta efectiva para penetrar en tal capa de  
óxido, comprendiendo tal carga fundida los metales  
vanadio y cobre reducidos; hacer penetrar tal capa  
de óxido existente en tal pieza de serie por medio  
de la carga de metal fundido para efectuar una solda-  
20 dura; y enfriar después la soldadura; combinándose tal  
vanadio preferentemente con oxígeno en tal carga fun-  
dida para impedir su unión con el cobre metálico de  
la soldadura.

9ª.- Un método según la reivindicación 1ª,  
25 que está previsto para producir una soldadura colada

13-11-75

- 76 -

*Handwritten signature or initials*

417289



5 exenta de fisuración en caliente a partir de una carga de temperatura relativamente alta superior a al menos aproximadamente 1907°C y que comprende formar una mezcla de reacción exotérmica de óxido de cobre, una cantidad suficiente de pentóxido de vanadio para proporcionar al menos suficiente vanadio metálico para reaccionar como eliminador de gases con el oxígeno de tal óxido de cobre, y una cantidad suficiente de un metal efectivo para reducir ambos óxidos; hacer  
10 reaccionar tales ingredientes para producir una carga de metal fundido que tiene tal temperatura relativamente alta superior a al menos 1907°C y que comprende el cobre reducido; efectuar una soldadura con tal carga fundida; y después, al enfriarse la soldadura,  
15 combinar tal vanadio preferentemente con el oxígeno en tal carga fundida para impedir su unión con tal metal de soldadura.

10a.- Un método según la reivindicación 1a, que está previsto para producir una soldadura colada  
20 exenta de fisuración en caliente y que comprende reducir por medio de un agente reductor en una reacción exotérmica óxido de cobre y pentóxido de vanadio para producir un cobre metálico fundido fuertemente calentado que tiene una pequeña cantidad de vanadio metálico fundido entremezclado con él, y efectuar luego  
25

13-11-75

- 77 -

417289



5 una soldadura con tal metal fundido y enfriar la soldadura para solidificar la misma sin fisuración sustancial en caliente, estando presente tal pentóxido de vanadio en una cantidad suficiente para combinarse después de la reducción de ambos óxidos con el oxígeno en la carga fundida.

10 11ª.- Un método según la reivindicación 1ª, que está previsto para soldar una pieza de serie de cobre a un artículo metálico que contiene hierro y que comprende reducir exotérmicamente óxido de cobre por medio de un agente reductor constituido esencialmente por aluminio en presencia de un aditivo seleccionado del grupo constituido por cromo, níquel, nio-  
15 bio, molibdeno, y compuestos reducibles de los mismos para producir metal fundido reducido, y moldear tal metal fundido alrededor de la pieza de serie de cobre y del artículo metálico para soldar juntos la pieza de serie y el artículo.

20 12ª.- Un método según la reivindicación 1ª, que está previsto para soldar una pieza de serie de cobre a un raíl metálico que contiene hierro y que comprende reducir exotérmicamente óxido de cobre por medio de un agente reductor constituido esencialmente por aluminio y una aleación cobre-aluminio en presencia de un aditivo seleccionado del grupo constituí-  
25

*pey*

417289



5 do por cromo, níquel, niobio, molibdeno, y compuestos  
reducibles de los mismos, estando presente tal adi-  
tivo en una cantidad basada en el metal del aditivo  
de aproximadamente 0,2% a aproximadamente 10% en peso  
de tales sustancias reaccionantes, producir metal fun-  
dido por tal reducción, y moldear el metal fundido al-  
rededor de tales piezas de serie y raíl para fijar  
uno a otro con una soldadura exenta de fisuración en  
caliente.

10 13ª.- Un método según la reivindicación 1ª,  
que está previsto para soldar de una pieza de serie  
de cobre a un raíl de acero y que comprende reducir  
exotérmicamente óxido de cobre por medio de un agente  
reductor constituido esencialmente por aluminio y una  
15 aleación cobre-aluminio efectiva para absorber una  
cantidad sustancial del calor generado por tal reduc-  
ción y en presencia de un aditivo seleccionado del  
grupo constituido por cromo, níquel, niobio, molibde-  
no y compuestos reducibles de los mismos, estando pre-  
20 sente tal aditivo en una cantidad basada en el metal  
del aditivo de aproximadamente 0,2% a aproximadamente  
10% en peso de tales sustancias reaccionantes, produ-  
cir metal fundido por tal reducción, alear el metal  
del aditivo fundido con el cobre fundido, y moldear  
25 después la aleación de metal fundido resultante al-

13-11-75

- 79 -

417289



rededor de tal pieza de serie y raíl para fijar uno a otro con una soldadura exenta de fisuración en caliente.

5 14ª.- Un método de soldar por colada uno con otro los extremos opuestos de dos cables conductores de cobre trenzados.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

10 Esta Memoria consta de ochenta hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,  
P.A.

17 NOV. 1975

Fernando de Elizaburu  
Por Poder

13-11-75

MFM

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "MFM".

417289

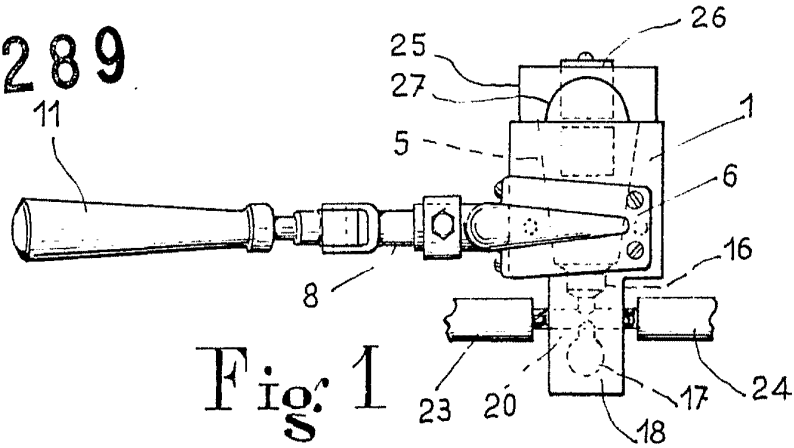


Fig: 1

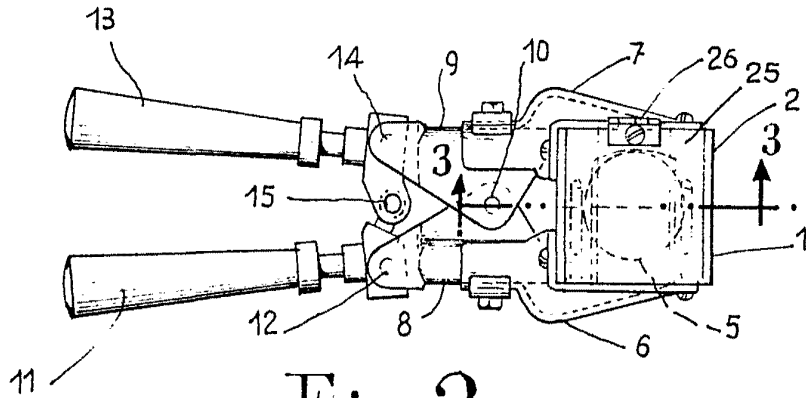


Fig: 2

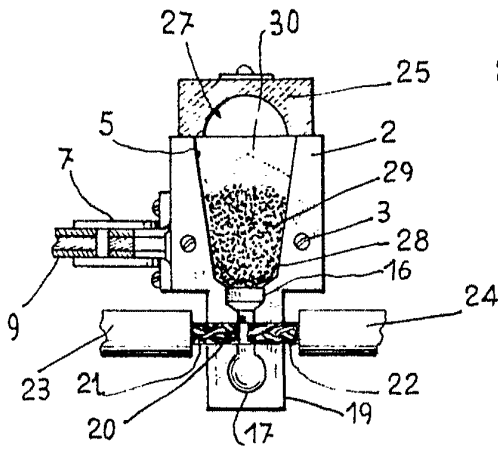


Fig: 3

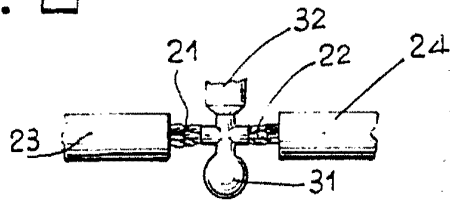


Fig: 4

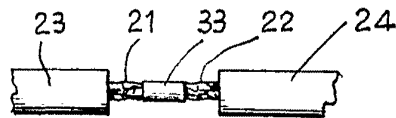


Fig: 5

ESCALA VARIABLE

Fernando de Elacburu  
Por Poder.

417289

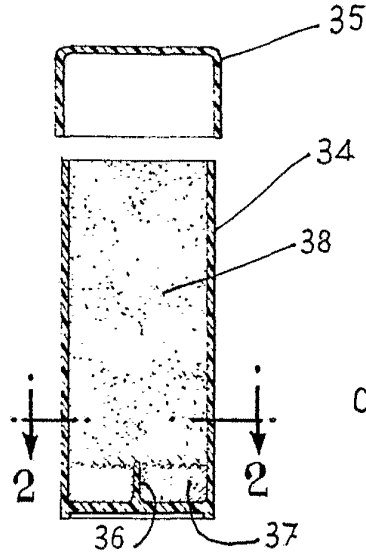
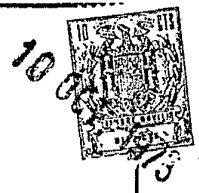


Fig: 6

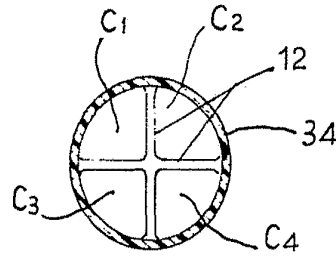


Fig: 7

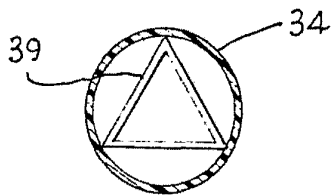


Fig: 8

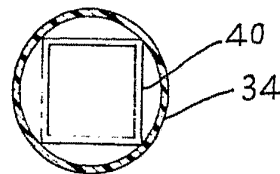


Fig: 9

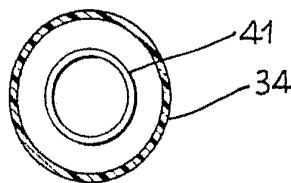


Fig: 10

ESCALA VARIABLE

Fernando de Eizaburu  
Por Poder.