

255 103



255 103

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña

a la solicitud de

una PATENTE DE INVENCION por VEINTE AÑOS en ESPAÑA a

favor de

la Entidad Norteamericana AIR REDUCTION COMPANY, INCORPORATED, residente en 150 East 42nd Street-New York 17-NY, Estados Unidos,

por

"ELECTRODO FERROSO PARA TRABAJOS CON ARCO PROTEGIDO POR GAS DE METAL EN UNA ATMOSFERA PROTECTORA DE DIOXIDO CARBONICO"

Inventores: Alexander Lesnewich y

Everett Hylan Cushman, ambos de nacionalidad norteamericana.

Como desglose de la Patente nº 251,310 solicitada el 6 de Agosto de 1959.

Prioridad: Solicitud Norteamericana nº 753490 del 6 de Agosto de 1958.

255103



La presente invención se refiere a la soldadura por arco voltáico con electrodo fundente dentro de una atmósfera oxidante y más particularmente a la realización de trabajos por arco voltáico con electrodo fundente de materiales ferrosos en una atmósfera con protección gaseosa de dióxido carbónico.

5.-

El gas oxidante del dióxido carbónico ha sido sugerido y se utiliza para la protección del arco soldador de electrodo fundible. Para la soldadura de acero, el dióxido carbónico resulta ser un gas relativamente no reactivo y se ha comprobado que es un medio satisfactorio para la exclusión del aire en la vecindad de la soldadura. Sin embargo, una mayor y casi fatal desventaja de la protección gaseosa por CO<sub>2</sub>, reside en que la transferencia de metal del electrodo al trabajo, se efectúa en forma globular y dirección fortuita, produciendo un arco desorientado e inestable, lo que, por consiguiente, desbarata la protección gaseosa. Por lo tanto, el procedimiento se caracteriza por la producción de una salpicadura considerable, que tiende a adherirse al trabajo y que se desarrolla en la tobera o boquilla del gas protector.

10.-

15.-

En verdad, estos defectos ya han sido subsanados en parte y hasta tal extremo satisfactorio, que el procedimiento se hace práctico, como por ejemplo, entre otros, al conservar un arco extremadamente corto, y sumergido casi por completo debajo de la superficie de la pieza de trabajo. No obstante, aun cuando ésto ha resultado ser una solución comercialmente aceptable del problema para soldadura por máquina, en las que dichos arcos "sumergidos" se pueden conservar con precisión, no es ésta la mejor solución y además resulta poco satisfactoria para la soldadura manual, puesto que el operario no puede conservar la longitud crítica de un arco corto. Asimismo, cuando se utiliza tales longitudes de arco corto, la costura o el necesariamente es alto y estrecho, no pudiendo conseguirse el deseado refuerzo de soldadura.

20.-

25.-

30.-

255103



- 5.- En conformidad, resulta muy deseable y por largo tiempo ha sido un problema en el arte, el de poder conseguir un procedimiento de soldadura por arco voltaico con electrodo fundible protegido por dióxido carbónico, que asegura una transferencia a base de una pulverización axial del metal del electrodo a la pieza de trabajo. Esta transferencia pulverizada consiste en una sucesión de gotitas discretas de metal proyectadas axialmente del electrodo sobre la pieza de trabajo. A más de las ventajas operacionales de soldadura con este tipo de transferencia, la de pulverización efectúa la función importante de proporcionar un mecanismo para llevar el metal fundido a través del arco desde la boquilla del electrodo hacia la pieza de trabajo sin dar lugar a una inestabilidad del arco o un corto circuito y sin estorbar la envoltura del gas protector. Así se provee un arco liso, constante, estable y libre de salpicaduras, en el cual el metal de aporte vaporizado y fundido, se protege en todos los momentos del aire ambiente mediante una corriente continua e imperturbada de gas protector. Así pues; el logro de una transferencia pulverizada en arcos protegidos con dióxido carbónico obviaría la necesidad de conservar el corto en un arco "sumergido".
- 10.-
- 15.-
- 20.- La soldadura por arco con electrodo fundible de transferencia pulverizada con protección de gas inerte, que utiliza polaridad inversa, alta densidad de corriente, y protección de arco por gas inerte, tal como argón, ya es bien conocida y ampliamente utilizada en el comercio. Dicho procedimiento se caracteriza por soldaduras de alta calidad, susceptibles de ser realizadas en cualquier metal y en cualquier posición. El éxito del procedimiento en parte, puede atribuirse a la nueva combinación de los elementos requeridos para producir la "transferencia pulverizada" de metal desde el electrodo hacia la pieza de trabajo.
- 25.-
- 30.- También se ha logrado un tipo de soldadura de transferencia pulverizada de alta calidad, para la soldadura de toda clase de metales

255103



5.- y en todas las posiciones, en polaridad directa y soldadura por corriente alterna con electrodo fundible protegido por gas inerte. Estos procedimientos implican agregar al electrodo, en función de cátodo del arco, ciertos compuestos que se disocian en la atmósfera protectora inerte, produciendo elementos que cooperen con el metal del cátodo y el gas dentro de la atmósfera protectora para producir el fenómeno de transferencia pulverizada.

10.- Se ha sugerido ampliamente, la adición de compuestos al arco protegido con  $CO_2$ . Sin embargo, las condiciones eléctricas y químicas halladas en el arco protegido con  $CO_2$  son completamente diferentes de las que existen en el arco protegido con argón (inerte), lo que probablemente explica el hecho de que un agente que tiende a producir pulverización en el arco protegido con gas inerte, no produciría efecto beneficioso alguno sobre la transferencia de metal en una atmósfera oxidante, tal como de dióxido carbónico. Esto posiblemente no resulta ilógico, puesto que, aun cuando el principio se pueda encontrar cierta semejanza, el medio ambiente del cátodo en un arco protegido con gas inerte, es en su grado distinto del medio ambiente del cátodo en una atmósfera de  $CO_2$  oxidante. Prácticamente, cualquier compuesto metálico, al ser expuesto a las temperaturas extremadamente altas en la región del arco soldador, se disocia, liberando un ión de metal positivo. En una atmósfera inerte, se cree que la concentración de iones de metal no combinados es elevada, ya que en tal atmósfera no reactiva, el equilibrio a altas temperaturas favorece altas concentraciones de átomos e iones no combinados. Esto hace factible la formación de la superficie catódica compuesta, altamente emisiva, expuesta en presencia de los metales apropiados. La película elemental de metal aditivo sobre el metal de base, cuando el aditivo se selecciona adecuadamente de los grupos de alcalí, alcalinotérreo o de tierras raras, tiende a reducir la función de trabajo y a aumentar la emisividad de superficie en

15.-

20.-

25.-

30.-

255103



5.- la posición apropiada sobre el cátodo. Sin embargo, cuando el arco se protege con una atmósfera oxidante, tal como de  $\text{CO}_2$ , se dirige el equilibrio con mayor intensidad hacia la formación de óxidos, y en consecuencia, se supone la presencia sobre el metal catódico de una mayor cantidad de óxidos metálicos y menos átomos o iones de metal no combinados. Retrospectivamente, tal situación parece ser una de las razones por qué los agentes productores de pulverización, que se consideran altamente efectivos y completamente satisfactorios en atmósferas inertes, resultan completamente ineficaces para producir transferencia pulverizada en  $\text{CO}_2$ , o en otras atmósferas oxidantes.

10.- Cualquiera que sea la razón, hasta ahora no ha sido posible producir depósitos de soldadura, libres de salpicaduras, con un arco de electrodo fundente de pulverización axial protegido con gas oxidante, tal como dióxido carbónico.

15.- Por consiguiente, un objeto de la presente invención es el de proporcionar un método de soldadura dentro de una atmósfera oxidante, tal como de dióxido carbónico, en el cual la transferencia de metal desde el electrodo hacia la pieza de trabajo es del tipo de pulverización.

20.- Otro objeto es el de proporcionar un método de soldadura por arco protegido con dióxido carbónico, que utiliza longitudes normales de arco (arcos no sumergidos), sustancialmente libre de salpicaduras.

25.- Otro objeto es el de proporcionar un método de soldadura dentro de una atmósfera de dióxido carbónico, en el cual el arco es estable y la transferencia de metal inalterada, para así evitar el desbarate de la protección de dióxido carbónico e impedir el arrastre de aire dentro del gas protector, siendo en particular, un objeto de la invención el de proporcionar un método que efectuará tal resultado, produciendo depósitos de soldadura perfectos con electrodos ferrosos que contienen cantidades relativamente grandes de elementos desoxidantes o reductores, tales como silicio, aluminio y titanio.

30.-

255103



5.- El objeto más importante de la invención es el de proporcionar un electrodo de metal ferroso fundente nuevo y especialmente preparado, provisto de la composición metalúrgica apropiada para producir soldaduras perfectas en aceros encerrados o seminuertos, los cuales, al ser utilizados con densidades de corriente producirán una transferencia de metal pulverizada desde el electrodo hacia la pieza de trabajo, cuando se protege el arco con un gas oxidante, como el dióxido carbónico.

10.- Estos y otros objetos y ventajas de la invención se indicarán, o se comprenderán durante la siguiente descripción.

15.- Según la presente invención se introduce un compuesto (preferiblemente un compuesto de cesio saturado de oxígeno), mezclado o en combinación con un compuesto de metal alcalino que coaccione con el mismo para producir un efecto sinérgico en el cátodo de un arco soldador de electrodo fundible protegido con  $\text{CO}_2$ , de polaridad directa. Preferiblemente, este se lleva a cabo agregando un revestimiento o película superficial de cierta mezcla sinérgica de compuestos a la superficie del alambre de electrodo. En general, según la presente invención, se ha comprobado que, si dicha mezcla sinérgica del compuesto de cesio, se aplica junto con un compuesto adyuvante a un alambre de electrodo, del modo que el cesio dentro de la mezcla se halle presente en tal cantidad por peso que corresponda al menos a aproximadamente el 0.01% del peso total del electrodo, se puede producir una transferencia pulverizada axial, libre de salpicaduras en una atmósfera de dióxido carbónico oxidante con polaridad directa a un nivel de corriente bien dentro del margen más favorable para la soldadura práctica. La soldadura resultante es libre de nitruros e inclusiones de óxidos. Al practicar una desoxidación apropiada, controlada principalmente por la química del alambre de electrodo, pueden producirse soldaduras perfectas, sustancialmente libres de porosidad e inclusiones, virtualmente en todos los tipos de materiales ferrosos, in-

20.-

25.-

30.-

255103



cluso de aceros encerrados, semimue<sup>rtos</sup> y muertos, aceros de aleación pobre, aceros inoxidables y resistentes al calor, etc.

5.-

La presencia de elementos desoxidantes (tales como silicio, aluminio y titanio), uno <sup>o</sup>varios de los cuales, normalmente se agregan junto con el manganeso en los alambres de electrodos ferrosos fundibles, y que normalmente se hallan presentes en cantidades relativamente grandes (en exceso del 0.25%), en alambres ferrosos utilizados para la soldadura de aceros encerrados o semimue<sup>rtos</sup>, han demostrado

10.-

que afectan de una manera adversa la acción productora de la pulverización del cesio dentro de la soldadura por arco protegido con  $CO_2$ , aun cuando no ejercen tal efecto en soldadura por arco de metal protegido con gas inerte.

15.-

Además, el hecho de que el gas de  $CO_2$  posea una caída de tensión de plasma relativamente alta, en comparación con los gases inertes, tales como el argón, esta circunstancia ya tiende a impedir el establecimiento y la conservación continua de las condiciones eléctricas y químicas resultantes halladas en la transferencia de metal por pulverización. Sin embargo, por la presente invención estas dificultades,

20.-

así como el inconveniente atribuido al carácter oxidante del dióxido carbónico, han sido subsanadas, por la utilización de una combinación única de gas protector de dióxido carbónico, corriente soldadura con alta densidad de polaridad directa, y una composición de aleación para electrodos ferrosos, especialmente preparada. Dicha nueva combinación de procedimiento, etapas y condiciones, ha sido descubierta según la presente invención, con el fin de producir soldaduras perfectas, de alta calidad, y comercialmente aceptables, en piezas de trabajo ferrosos, que incluyen piezas de acero encerrado y semimue<sup>rtos</sup>,

25.-

con el arco de metal de transferencia pulverizada altamente deseable, que hasta ahora exclusivamente se conocía en los procedimientos de soldadura protegidos con gas inerte.

30.-

de soldadura protegidos con gas inerte.

255103



Para la mejor comprensión de la invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada y a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

5.- La fig. 1 representa esquemáticamente un aparato a propósito para la puesta en práctica de la invención;

Las figs. 2 y 3 ilustran esquemáticamente aparatos para la preparación del alambre de electrodo, aplicable como agente productor de pulverización.

10.- La fig. 4 representa esquemáticamente aparatos convenientes para aplicar el agente productor de pulverización al alambre soldador.

15.- La fig. 5 es una representación gráfica de las variaciones en el nivel de corriente en las que se efectúa la transición desde la caída a la transferencia pulverizada según se alteren las proporciones de Cs y K en una composición de agente productor de pulverización particular a través de una serie de mezclas.

La fig. 6 es un esquema típico de fases para un sistema binario de óxidos, tales como los que se suponen presentes en el electrodo de la presente invención;

20.- La fig. 7 es una representación cualitativa de las variaciones en el nivel de corriente en las que se efectúa la transición desde la caída a la transferencia pulverizada al variar la cantidad de agente productor de pulverización aplicada al alambre;

25.- Las figs. 8, 9 y 10 ilustran tres de las distintas formas de arcos que existen en la soldadura por electrodo fundible protegido con argón;

La fig. 11 representa la forma de arco hallado en los tipos convencionales de arcos soldadores por electrodo fundible protegido con dióxido carbónico;

30.- La fig. 12 muestra la forma de arco creado en arcos de elec-

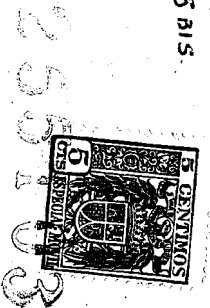


TABLA I

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
A	A	A	B	B	A	A	A	C	A	A	A
.063	.063	.063	.063	.063	.045	.045	.063	.063	.063	.063	.063
400s <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 16K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	800s <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 40Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	400s <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 20Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	800s <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 26Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	800sNO <sub>3</sub> + 35NaNO <sub>3</sub>	400s <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 40Rb <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	400s <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 40Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	400s <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 9Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	400s <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 40Rb <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	400s OH + 11 Na OH	400s OH + 15 K OH	400s OH + 14 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
310	285	280	300	310	205	200	330	300	305	300	305
33	29.5	30	30	31	29	28.5	33.5	32	31	31.5	32
145	125	130	145	150	220	205	160	150	140	140	130
CO <sub>2</sub>	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Pulverizac. axial	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

NOTA:— Para todas las soldaduras emplearon plancha de acero semimuerto de  $\frac{1}{4}$  pulg. a una velocidad de 15 pulg. por m., utilizando una posición terminal de electrodo de  $\frac{5}{8}$  pulg.

255103



trodo fundible protegido con  $CO_2$ , según la presente invención.

5.- Con referencia a la fig. 1, el trabajo o plancha a soldar se designa con el número -21-. Preferiblemente, se provee un electrodo soldador -22-, en forma de un largo trozo de alambre que se desenrolla de un carrete -23-, montado dentro de un bastidor -24-. El mecanismo de avance, impulsado a motor -25-, saca el alambre del carrete y lo empuja continuamente a una velocidad de avance determinada, idéntica a la velocidad del consumo del electrodo, a través de un conducto flexible -26-, hacia una pistola soldadora -27-. La corriente soldadora se suministra al electrodo -22-, a partir de un elemento de contacto dentro de la pistola -27-, desde una fuente de potencia soldadora de corriente continua -31-, por el conductor -32-. Se intercala un contactor o interruptor, accionado por potencia -33- entre el conductor -32-, para poder interrumpir a voluntad, la corriente soldadora. El circuito soldador se cierra mediante el conductor -34-, que enlaza el otro terminal de la fuente de potencia soldadora -31-, con el trabajo -21-. El gas protector, o sea el dióxido carbónico, se dirige desde cualquier fuente conveniente, como por ejemplo un cilindro -36-, a través de un regulador de presión -37-, y el conducto -38-, hacia un paso apropiado dentro del conducto flexible -26-, para ser utilizado en la pistola soldadora -27-. Preferiblemente, se descarga el gas protector de la pistola soldadora -27-, en forma de una corriente no turbulenta que tiende a envolver el extremo de arco del electrodo, el arco mismo y el depósito de fundente sobre el trabajo producido por el arco. El aparato adecuado para la puesta en práctica de la presente invención, tal como se representa en la Fig. 1, es un aparato para soldar por arco con protección gaseosa del tipo convencional y bien conocido en el arte.

20.- El método preferido para introducir el agente productor de pulverización en el arco de la presente invención, consiste en la

255103



5.- adición a la superficie del mismo de un electrodo de alambre desnudo. Dicha admisión puede aplicarse al alambre, procediendo a preparar primeramente la superficie del alambre de una manera conveniente, para poder recibir el agente y luego pasando el alambre así preparado por una solución o lechada que contiene el agente productos de pulverización.

10.- Las Figs. 2 y 3 ilustran esquemáticamente, aparatos apropiados aplicables a la limpieza electrolítica del electrodo con el fin de preparar su superficie para la aplicación del agente productor de pulverización. Durante esta limpieza, el alambre de electrodo -41- se saca del carrete -42-, para introducirlo en un baño de ácido -43-. El alambre es guiado por el baño entre los electrodos -44-, -45-, mediante los rodillos de guía -46-. Un baño de ácido conveniente puede contener cuatro libras de trióxido de cromo y tres libras de ácido sulfúrico disueltas en siete galones de agua. Una corriente continua de aproximadamente cien amperios se hace pasar por el baño entre los electrodos -44-, -45-. A continuación se lava el alambre en un depósito de agua clara -47-, después de lo cual se le somete a un secado perfecto en el secador -48-, antes de ser enrollado sobre el carrete -49-. Se puede arrastrar el alambre por el sistema limpiador de ácido electrolítico a una velocidad de aproximadamente doscientas cincuenta pulgadas por minuto. Este procedimiento de limpieza deja la superficie del alambre sustancialmente libre de toda materia extraña e impurezas que de otra manera pudieran impedir la aplicación del agente productor de pulverización sobre la superficie del alambre.

25.- Tras la preparación del alambre, según se describió anteriormente, o por cualquier otro procedimiento equivalente, susceptible de producir una superficie que puede ser humedecida uniformemente con una solución del agente productor de pulverización, se arrastra el alambre por tal solución, aplicando así una pequeña cantidad de dicho

30.-

255109



5.- agente a la superficie del alambre. Una forma conveniente de aparato para la aplicación del agente productor de pulverización al alambre, se ilustra en la Fig. 4. En esta figura, el alambre -51- se saca del carrete -52- y pasa encima del rodillo de guía -53-, hallándose parcialmente sumergido en el baño -54- del agente productor de pulverización. A continuación se describirá con más detalle la composición específica del baño de agente productor de pulverización. Al salir el alambre -51- del baño, se le hace pasar por el secador -55-, del cual es guiado sobre el carrete enrollador -56-. Este carrete -56-; preferiblemente, se adaptará como carrete suministrador de alambre -23- en el aparato alimentador de alambre de la Fig. 1. Muchos de los agentes productores de pulverización susceptibles de ser empleados, son solubles en agua, y en la aplicación más sencilla, el baño -54- consta de una solución acuosa. Desde luego, y cuando son apropiados, pueden utilizarse otros disolventes. Se ha encontrado que la uniformidad de distribución del agente productor de pulverización sobre el alambre, se mejora si se agrega un humectante al baño. Cualquiera de una serie de humectantes asequibles en el comercio puede valer. Con una solución acuosa del orden de 50 a 150 gramos de compuestos por litro de agua, puede obtenerse una distribución satisfactoria del agente productor de pulverización sobre la superficie del alambre, al arrastrar éste por la solución con el equipo anteriormente descrito, a una velocidad de aproximadamente 250 pulgadas por minuto. Resulta evidente, que así mismo pueden emplearse otros medios idénticos para aplicar el agente productor de pulverización al alambre de electrodo, sin apartarse de la esencia de la presente invención.

20.-  
25.-  
30.- El elemento más importante durante la preparación del alambre, es la selección del agente productor de pulverización que ha de aplicarse al alambre. De acuerdo con la presente invención, una mezcla sinérgica de un compuesto de cesio y otro compuesto de metal alcali-



255103

5.- no, al ser aplicada al alambre de electrodo, de la manera descrita anteriormente, tiende a producir una transferencia pulverizada, de polaridad directa en una atmósfera de CO<sub>2</sub>, comparable, en carácter, a la que se obtiene con polaridad inversa en una atmósfera de argón. Los metales alcalinos son cesio, sodio, potasio, rubidio, litio y francio. Los compuestos preferidos son oxígeno que contiene compuestos tales como hidróxidos, carbonatos y nitratos. Se ha comprobado que tales compuestos preferidos producen las ventajas atribuidas a la invención con mayor facilidad y provecho que otros compuestos.

10.- Ejemplos de agentes productores de pulverización que actúan bien juntos con las condiciones de soldadura para operar a un nivel de corriente precisamente por encima de la transición de la caída a la pulverización, se indican en la Tabla I. La composición nominal de cada uno de los alambres de electrodo señalados en la Tabla I es la siguiente:

15.-	<u>Alambre A</u>	C.	0.10%	<u>Alambre C</u>	C.	0.0
		Mn.	0.95%		Mn.	1.12
		Si.	0.45		Si.	0.36
		P.	0.015		P.	0.025
20.-		S.	0.020		S.	0.017
	<u>Alambre B</u>	C.	0.093%		Cr.	0.14
		Mn.	1.97		Mo.	0.41
		Si.	0.76		Ni.	1.24
		P.	0.015		V.	0.15
25.-		S.	0.020			

30.- En cada uno de los ejemplos de la Tabla I, se limpió electrolíticamente el alambre de la manera especificada anteriormente, antes de aplicar el agente productor de pulverización, aplicando a continuación el referido agente según se describió e ilustró. La Tabla I indica el número de granos de cada compuesto disuelto en una cantidad



255103

- suficiente de agua para producir un litro de solución. En cada uno de los ejemplos de la Tabla I, se consiguió una buena transferencia pulverizada en una atmósfera de  $\text{CO}_2$  comparable con la que se obtuvo con polaridad inversa en argón. Agentes productores de pulverización preferidos son  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CsOH}$  y  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CsOH}$  y  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CaOH}$  y  $\text{KOH}$ , y  $\text{CsNO}_3$  y  $\text{NaNO}_3$ . En general, es preferible utilizar oxígeno que lleva compuestos de cesio en mezcla con un compuesto similar de Na o K. Se cree que el francio es de poco valor práctico, ya que es radiactivo, muy raro y costoso.
- 5.-
- 10.- Se ha observado que, cuando se mezclan los compuestos en ciertas proporciones, se aumenta su rendimiento. Un estudio de los datos desarrollados durante largos ensayos de esta invención reveló que la corriente en la que se efectúa la transición desde la caída a la transferencia pulverizada es mínima cuando los dos compuestos se hallan presentes en tal relación que existe un número sustancialmente igual de átomos de cesio y de átomos de otro metal alcalino dentro de la solución. Por ejemplo, en una mezcla de  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , o en una mezcla de  $\text{CsOH}$  y  $\text{NaOH}$ , el cesio y el sodio están presentes en idénticas proporciones atómicas, es decir un átomo de Cs por cada átomo de Na, cuando los pesos de los compuestos se hallan en la misma relación dentro de la mezcla en concordancia con la relación de sus pesos moleculares. Por otra parte, si la mezcla elegida es, por ejemplo una mezcla de  $\text{CsOH}$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , entonces parece que la corriente de transición mínima ocurre cuando la cantidad de moléculas de  $\text{CsOH}$  es dos veces mayor que la de las moléculas de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Esto se confirma por los datos de ensayos indicados en la Tabla II, que representa el cambio en la corriente a la cual ocurre la transición desde la caída a la transferencia pulverizada según varía el peso del otro compuesto de metal alcalino con respecto al peso del compuesto de cesio, de la manera de proveer (1) la mitad, (2) un núm. idéntico, y (3) una y medio veces
- 15.-
- 20.-
- 25.-
- 30.-

255103



átomos del otro metal alcalino, que átomos de cesio.

5.- Se hace referencia a la Fig. 5 como ejemplo de la manera en que varia la corriente de transición en concordancia con la variación de las proporciones de átomos de cesio y de otro metal alcalino. En la Fig. 5 el nivel de la corriente de transición en que varia la transferencia de metal desde la caída a la pulverización, es trazado frente a los granos de  $K_2CO_3$  por litro de solución en los que hay una constante 40 gramos por litro de  $Ca_2CO_3$ . Los datos sobre los que se basa esta curva han sido derivados experimentalmente. Así se

10.- puede observar que la corriente de transición mínima ocurre cuando el contenido en  $K_2CO_3$  de la solución se halla entre 16 y 20 gramos por litro. Un cálculo basado en los pesos atómicos de los elementos revela que un número idéntico de átomos de cesio y de potasio están presentes cuando contiene 40 gramos de  $Ca_2CO_3$  y 17 gramos de  $K_2CO_3$ .

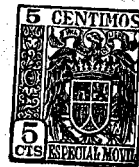
15.- Aun cuando se pueden conseguir buenos resultados con relaciones de átomos de metal que varían de la relación óptima de 1:1, preferiblemente, se mantendrán estas relaciones dentro de los límites de 5:1 a 1:5 (manteniendo al mismo tiempo la cantidad de cesio presente por encima de un mínimo de aproximadamente .01% por peso del electrodo), con

20.- el fin de aprovechar los beneficios según la esencia de la presente invención con respecto a las proporciones de compuestos dentro de la mezcla.

25.- Se ha comprobado, según la invención, que se puede producir transferencia pulverizada en una atmósfera de dióxido carbónico, cuando se emplea un agente productor de pulverización constituido por una mezcla sinérgica de un compuesto de cesio y un compuesto de metal alcalino adyuvante. La acción sinérgica única de las mezclas aditivas de la presente invención ha sido demostrada por ensayos que indican que agentes aditivos que no sean compuestos de metal alcalino no son eficaces como material adyuvante con un compuesto de cesio para

30.-

255103



to de cesio por si sólo, reside en que con tal combinación se forma una mezcla eutéctica o solución de óxidos de metal alcalino, con temperatura de fusión inferior y mayor temperatura de ebullición, que cualquiera de los dos por si solo. Se cree que lo que se requiere es,

5.- formar una mezcla de los dos óxidos de metal alcalino, susceptible de fundirse a una temperatura lo suficientemente baja para poder distribuirse uniformemente por la superficie del electrodo a medida que éste se aproxima al arco para formar una zona o espacio anular distanciado axialmente del extremo del electrodo, de mayor emisividad eléctrica en relación con la emisividad en la punta extrema del electrodo. El aumento resultante en la emisividad eléctrica en, o en la región general del principio de la zona de fusión del electrodo, hace que el plasma de arco "sube" y se engancha al electrodo en dicha región, con el resultado de que el plasma entonces cubre la mayor parte, o bien todo, el metal fundido en la punta del electrodo, produciendo una distribución de fuerzas eléctricas, de modo que el metal fundido es proyectado a través del arco sobre la pieza de trabajo en sentido axial desde el extremo del electrodo. La "subida" del plasma según se acaba de describir, probablemente solo ocurre cuando la emisión llega a ser "más fácil", o cuando requiere menos caída de tensión en dicha región distanciada de la punta del electrodo, en comparación con la emisión en la misma punta. Así pues, se cree importante para el éxito de la invención, que la substancia productora de pulverización, o mezcla de substancias, sea, no solamente un buen emisor,

10.-

15.-

20.-

25.-

30.-

sino que también, tenga un punto de fusión lo suficientemente bajo y un punto de ebullición o vaporización lo suficientemente alto para formar y conservar una zona uniforme y suficiente de superficie emisora en, o adyacente al principio de la zona de fusión del electrodo. Al mismo tiempo, el agente productor de pulverización no debe quedarse sobre el electrodo, o al menos no quedar allí en su forma altamente emisiva, hasta que alcance la punta del mismo, puesto que, con el fin

255103



- 5.- formar un agente productor de pulverización de  $\text{CO}_2$ . Ejemplos de compuestos distintos a los de metal alcalino que fueron ensayados y encontrados no eficaces para el propósito son  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Ce}_2\text{O}_3$ , etc. En ningún caso se consiguió transferencia pulverizada con cualquiera de estos compuestos cuando se emplearon por si solos, o en combinación con un compuesto de cesio. Ensayos empleando exclusivamente compuestos de metal alcalino distinto del cesio y compuestos combinados de metal alcalino distinto del cesio dieron análogos resultados negativos. Por ejemplo,
- 10.- utilizando una combinación de  $\text{Rb}_2\text{CO}_3$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , no se pudo conseguir transferencia pulverizada con corrientes hasta de 530 amperios. Una combinación de  $\text{RbOH}$  y  $\text{KOH}$  en una corriente de aproximadamente 370 amperios hizo algún efecto sobre el arco, sin embargo, no se produjo transferencia pulverizada. Casi todos los compuestos de metal alcalino,
- 15.- alcalinotérreo, y tierras raras producen una depresión en la velocidad del consumo en un arco de metal protegido por  $\text{CO}_2$  para una corriente determinada en polaridad directa, pero a excepción del cesio parecen capaces de producir transferencia pulverizada axial en atmósferas oxidantes, tal como de dióxido carbónico. Además, un metal adyuvante seleccionado del grupo que consta de los metales alcalinos distinto del cesio, debe utilizarse con cesio para producir resultados consistentemente satisfactorios y comercialmente aceptables.
- 20.-

- 25.- Por la evidencia experimental parece bien claro que el cesio es un elemento esencial para la producción de transferencia pulverizada en dióxido carbónico. En ciertas instancias, tal como en el caso de un electrodo de acero encerrado o de hierro dulce libre de elementos desoxidantes, sólo el cesio producirá una pulverización. No obstante, se ha encontrado que soldaduras de transferencia pulverizada, comercialmente aceptables, no pueden ser producidas con electrodos ferrosos cuando sólo se emplea un compuesto de cesio. Asimismo, se ha encontrado que transferencia pulverizada no puede producirse con un compues
- 30.-

255103



- de cesio por si sólo sobre los alambres que se utilizan comercialmente para soldadura protegida con  $CO_2$ , en particular, los alambres altamente desoxidados, requeridos para la soldadura del acero encerrado y semimuerto. Por supuesto, esto es un resultado de la química del mismo alambre. No obstante, cuando el mismo compuesto de cesio es suplementado por otro compuesto de metal alcalino, según se describió anteriormente, se puede obtener una buena transferencia pulverizada axial con cualquier alambre de soldar conveniente a pesar del contenido de aleación. La explicación de este fenómeno no es clara, pero se supone que si el alambre está bien provisto de elementos tales como silicio, que poseen una afinidad para oxígeno, la formación o retención de óxido de cesio en el lugar adecuado sobre el cátodo se suprime o se disminuye y la capacidad del agente de producir transferencia pulverizada queda reducida. No se sabe bien por qué la adición de otro compuesto de metal alcalino ayuda a vencer las dificultades asociadas con la producción de transferencia pulverizada en una atmósfera protegida con dióxido carbónico en la presencia de silicio alto, sin embargo, el resultado ha sido claramente observado. Desde luego, silicio no es el único elemento en el alambre de electrodo que afecta de manera adversa el efecto productor de pulverización de cesio. El aluminio y el titanio, que frecuentemente se incorporan como elementos desoxidantes, producen análogos efectos adversos. Otros elementos de desoxidación o de aleación en el alambre, probablemente ejercen también un efecto de mayor o menor importancia. La misión de los metales desoxidantes, tales como el silicio, es sumamente importante, sin embargo, su efecto anula la acción del cesio, a menos que se le agregue un compuesto adyuvante para inhibir o contrarrestar el efecto adverso del desoxidante. Además, dichos desoxidantes casi siempre se encuentran en grandes cantidades (v.g. más del 0.25%) en electrodos ferrosos del tipo utilizado para la mayor parte de las soldaduras de metales ferrosos.
- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 20.-
- 25.-
- 30.-

46 B15

25513

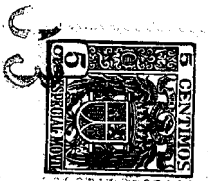


TABLA II

Composición del Agente Productor de Pulverización	Corriente de Transición cuando cada compuesto de la mezcla presenta $\frac{1}{2}$ de átomos de otros metales alcalinos que los de Cs.	Corriente de Transición cuando cada compuesto de la mezcla presenta igual número de átomos de Cs y de otros metales alcalinos.	Corriente de Transic. cuando cada compuesto de la mezcla presenta $\frac{1}{2}$ veces la cantidad de átomos de otros metales alcal. que los de Cs.
---	---	--	--

$Cs_2CO_3 + Na_2CO_3$	325	295	305
$Cs_2CO_3 + Rb_2CO_3$	320	305	325
$Cs_2CO_3 + K_2CO_3$	330	315	350
$Cs_2OH + NaOH$	330	305	310
$Cs_2OH + K_2OH$	325	300	345
$Cs_2Cl + NaCl$	350	340	370
$Cs_2OH + Na_2CO_3$	330	305	315

255103



5.- Una posible explicación del por qué la combinación de un compuesto de cesio u otro de metal alcalino resulta más eficaz que el compuesto de cesio por si sólo, reside en que con tal combinación se forma una mezcla eutéctica o solución de óxidos de metal alcalino, con temperatura de fusión inferior y mayor temperatura de ebullición que cualquiera de los dos por si solo. Se cree que lo que se requiere es, formar una mezcla de los dos óxidos de metal alcalino, susceptible de fundirse a una temperatura lo suficientemente baja para poder distribuirse uniformemente por la superficie del electrodo a medida que éste se aproxima al arco para formar una zona o espacio anular distanciado axialmente del extremo del electrodo, de mayor emisividad eléctrica en relación con la emisividad en la punta extrema del electrodo. El aumento resultante en la emisividad eléctrica en, o en la región general del principio de la zona de fusión del electrodo, hace que el plasma de arco "sube" y se engancha al electrodo en dicha región, con el resultado de que el plasma entonces cubre la mayor parte, o bien todo, el metal fundido en la punta del electrodo, produciendo una distribución de fuerzas eléctricas, de modo que el metal fundido es proyectado a través del arco sobre la pieza de trabajo en sentido axial desde el extremo del electrodo. La "subida" del plasma según se acaba de describir, probablemente solo ocurre cuando la emisión llega a ser "más fácil", o cuando requiere menos caída de tensión en dicha región distanciada de la punta del electrodo, en comparación con la emisión en la misma punta. Asi pues, se cree importante para el éxito de la invención, que la substancia productora de pulverización, o mezcla de substancias, sea, no solamente un buen emisor, sino que también, tenga un punto de fusión lo suficientemente bajo y un punto de ebullición o vaporización lo suficientemente alto para formar y conservar una zona uniforme y suficiente de superficie emisora en, o adyacente al principio de la zona de fusión del electrodo. Al mismo tiempo, el agente productor de pulverización no debe que

10.-

15.-

20.-

25.-

30.-

255103



- darse sobre el electrodo, o al menos no quedar allí en su forma altamente emisiva, hasta que alcance la punta del mismo, puesto que, con el fin de poder subir el plasma, la relativa tensión total cae entre la pieza de trabajo, y las referidas dos posiciones respectivas del
- 5.- cátodo deben ser invertidas en magnitud relativa, o al menos hechas aproximadamente iguales. Se cree que una de las propiedades singulares del cesio, a saber su potencial de ionización extraordinariamente baja, contribuye a conseguir este resultado. Parece que cualquier vapor de cesio, resultante de la evaporación de cesio formada por la
- 10.- disociación parcial del óxido de cesio sobre el cátodo y/o la disociación de compuestos de cesio vaporizados en el plasma, harán bajar la caída de tensión en el plasma de  $CO_2$ , al menos en el espacio del plasma adyacente a la dicha zona emisora del cátodo y de tal manera facilitarán la subida del plasma a las posiciones de mayor emisividad o
- 15.- caída de tensión inferior del cátodo. Tal efecto sobre la caída de tensión del plasma, en particular adquiere importancia con el gas protector de  $CO_2$ , dado que la caída de tensión en dicho gas es varias veces mayor que la caída de tensión en argón.

- 20.- El hecho de que los compuestos de metal alcalino, por lo general, los compuestos alcalinotérreos y de tierras raras no tienden a producir la transferencia pulverizada en una atmósfera protectora de dióxido carbónico, tal como se puede producir con agentes basados en cesio, al ser aplicados según la presente invención, puede atribuirse, al menos en parte, a los puntos de ebullición relativamente altos de los óxidos de estos metales. Cualquiera que sea el compuesto de metal
- 25.- que se agregue, se entiende que el óxido del mismo se formará en cierta extensión bajo las condiciones cinéticas de la elevada temperatura del arco en la presencia del oxígeno libre, resultante de la disociación parcial del gas protector de  $CO_2$ . Tales óxidos de metal alcalino térreo y de tierras raras, que posean temperaturas de disociación y de
- 30.- ebullición relativamente altas, pueden quedarse sobre el metal cátodi-

255103



5.- co fundido hasta la punta extrema del electrodo y así exclusivamente pueden dar lugar a un aumento total en la emisividad del cátodo, más bien que desplazar el equilibrio o la relación de una zona catódica en comparación con otra. Además, dichos otros óxidos metálicos, por lo general no son emisores de electrones tan buenos como el óxido de cesio-cesio, ni tampoco poseen sus metales la potencial de ionización tan extraordinariamente baja del cesio.

10.- Variación típica de los puntos de ebullición y de fusión que pueden esperarse con cambios en una concentración relativa de mezclas o soluciones, se ilustra en la Fig. 6. Se observará que a medida que se varían las concentraciones de un límite de 100% de un óxido por la relación de 100% del otro óxido, caerán los puntos de fusión en ambas direcciones, hacia un mínimo en la eutéctica. Por otra parte, los puntos de ebullición aumentan de una manera muy parecida, de suerte que  
15.- la relación entre los puntos de ebullición y de fusión es mayor en la proximidad general de las concentraciones eutécticas.

La cantidad de agente productor de pulverización que se agrega al alambre del electrodo, de acuerdo con la presente invención, no es del todo crítica, con tal de que se agregue cierta cantidad mínima.  
20.- Por ejemplo, con el método de preparación del alambre descrito en detalle anteriormente, se ha encontrado que el alambre tratado contendrá, o soportará, aproximadamente 0.03% de la mezcla de compuestos para su tratamiento. La Fig. 7 ilustra las variaciones en la corriente de transición a medida que se aumenta la cantidad de agente productor de pulverización que se agrega al alambre. Se observará que se presenta poco cambio después de agregar una cantidad mínima de Cs al alambre.  
25.- Esta cantidad mínima puede diferir para cada alambre, pero prácticamente en todos los casos debería ser al menos aproximadamente 0.01% por peso. La cantidad de cesio que contiene agente productor de pulverización en una cantidad idéntica de aproximadamente 0.03% por peso del alambre ha sido encontrada satisfactoria para la aplicación general de



255103

la invención.

5.- Algunas de las diferencias entre el arco de metal protegido por gas inerte (argón) y el arco de metal protegido por  $CO_2$  puede apreciarse visualmente, tanto a simple vista a través de gafas de soldador, como por el empleo de películas de velocidad ultra-rápidas. Tales diferencias se ilustran, con detalle bastante preciso, en las Figs. 8 a 12. Además las diferencias visuales entre el arco soldador protegido por  $CO_2$  de la técnica anterior y el arco de transferencia pulverizada protegida por  $CO_2$ , según la presente invención, se ilustran respectivamente en las Figs. 11 y 12.

10.- Los arcos de metal de polaridad directa protegidos por argón, según se indican en la Fig. 8, emiten casi enteramente desde el fondo de las gotas fundidas, o desde la punta extrema del electrodo. La zona emisora se desplaza de punto a punto y a intervalos sobre el cátodo. Por supuesto, la emisión de tipo de cátodo frío utilizado en dicho arco requiere un pesado bombardeo de iones desde regiones catódicas localizadas, con el fin de proveer temperaturas locales lo suficientemente altas para conservar la emisión necesaria y sostener el arco. El resultado es una transferencia de tipo de salpicaduras globulares.

15.- Dado que un agente emisor se agrega a tal electrodo en el medio ambiente de gas inerte, se inicia la emisión muy atrás sobre el alambre y el plasma se desplaza hacia y desde la punta del electrodo hacia regiones laterales del electrodo y muy distantes en la parte de atrás de la zona de metal fundido, o bien se efectúa en ambas regiones simultáneamente, de modo que con tal electrodo parcialmente activado, persiste transferencia salpicada. La Fig. 9 muestra este fenómeno.

20.- Con un electrodo convenientemente activado en argón, se puede concentrar la región de emisión catódica de la condición indicada en la Fig. 9, a sustancialmente la misma configuración que resulta del uso de arcos de alta densidad de corriente con polaridad inversa en

255103



argón, según se ilustra en la Fig.10.

5.- El arco de  $CO_2$  de polaridad inversa, por otra parte, tiene la configuración de transferencia salpicada globular, ilustrada en la Fig.11, lo mismo que el arco de  $CO_2$  de polaridad directa. En efecto, la configuración errática de arco de la Fig.11 es bien representativa de todos los tipos de soldadura protegida por  $CO_2$  y utilizada antes de la presente invención.

10.- La Fig. 12 muestra el plasma de arco y el fenómeno de transferencia pulverizada axialmente, producidos en arcos de polaridad directa protegidos por  $CO_2$  por la combinación de procedimientos de la presente invención. Debe hacerse notar que la condición representada en la Fig. 9 nunca existe en el arco protegido por  $CO_2$ . A menos que esté formado según se ilustra en la Fig.12, por la combinación de procedimientos de la presente invención, el arco protegido por  $CO_2$  siempre es del tipo errático de transferencia salpicada, no importa si es o no de polaridad inversa, polaridad directa, o formado por alambres preparados con agentes tales como compuestos alcalinotérreos o de tierras raras.

20.- El control de la región emisora sobre el electrodo parece ser esencial para la producción de transferencia pulverizada. Esto puede conseguirse en atmósferas de  $CO_2$  mediante la presente invención por tratamiento especial del electrodo. Este control solo puede ejercerse cuando se opera con polaridad directa, v.g., el negativo del electrodo. Mientras que los resultados experimentales han sido obtenidos de primera intención con alambres a base de hierro, se supone que la invención es aplicable a otros materiales de alambre. Asimismo, dado que se sabe, por resultados experimentales, que arcos de soldar en  $CO_2$  son distintos en principio de arcos en una atmósfera inerte monatómica, y dado que se cree que trabajar en una atmósfera de dióxido carbónico favorece la formación de óxidos metálicos, se supone por lo tanto, que la invención así

25.-

30.-

255103



mismo es aplicable a otras atmósferas oxidantes que no sean de dióxido carbónico.

5.- En tanto que la descripción precedente se refiere a la mezcla de un compuesto de cesio y un compuesto adyuvante de metal alcalino, se comprenderá que pueden mezclarse tres o más compuestos con tal de que la mezcla sea capaz de suministrar el cesio necesario y el metal adyuvante al cátodo de una manera que provoque la producción de transferencia pulverizada. En cualquiera de estas mezclas, las proporciones deben ser tales que el número combinado de átomos de metales alcalinos distintos al cesio sea idéntico al del número de los átomos de cesio. También se comprenderá que mientras la invención de primera intención es aplicable al campo de la soldadura por arco, y ha sido descrito anteriormente con referencia a este uso, se supone que será de utilidad en técnicas relacionadas, tales como la cortadura por arco.

10.- Aun cuando solo se ha descrito cierto número limitado de realizaciones, la invención no queda limitada a las formas particulares que se describen, sino que puede ser utilizada de otras maneras sin apartarse de la esencia y el alcance según se define en las siguientes reivindicaciones:

#### REIVINDICACIONES

En resumen: La Patente de Invención que se solicita recaerá sobre las reivindicaciones siguientes:

25.- 1ª.- Electrodo ferroso para trabajos con arco protegido por gas de metal en una atmósfera protectora de dióxido carbónico, caracterizado porque el electrodo incluye un alambre ferroso provisto de un revestimiento superficial de un compuesto de cesio y de un compuesto de un metal alcalino distinto del cesio.

30.- 2ª.- Electrodo ferroso según la reivindicación 1ª, caracterizado por ue el cesio presente es al menos, aproximadamente, 0.01% por



255103

peso del electrodo.

5.- 3<sup>a</sup>.- Electrodo ferroso según las reivindicaciones 1<sup>a</sup> o 2<sup>a</sup>, caracterizado porque el alambre ferroso contiene más del 0.25% por peso de manganeso y más del 0.25% por peso de un metal desoxidante seleccionado del grupo que consta de silicio, aluminio y titanio.

4<sup>a</sup>.- Electrodo ferroso según cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup>-3<sup>a</sup>, caracterizado porque el metal alcalino distinto del cesio se halla presente en una cantidad que es por lo menos al 20% aproximadamente del peso del cesio.

10.- 5<sup>a</sup>.- Electrodo ferroso según cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup>-4<sup>a</sup>, caracterizado porque el metal alcalino distinto del cesio está elegido del grupo que consta de sodio y potasio.

15.- 6<sup>a</sup>.- Electrodo ferroso según cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup>-5<sup>a</sup>, caracterizado porque el compuesto de cesio y el compuesto de un metal alcalino distinto del cesio son compuestos elegidos del grupo que consta de hidróxidos, carbonatos y nitratos.

20.- 7<sup>a</sup>.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "ELECTRODO FERROSO PARA TRABAJOS CON ARCO PROTEGIDO POR GAS DE METAL EN UNA ATMOSFERA PROTECTORA DE DIOXIDO CARBONICO".

Todo conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de veintitres páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 19 Enero 1960

ALFONSO UNGRIA

25.-