

430 124

18 DIC. 1974

P.- 58.656

L-9373-SP

MEMORIA DESCRIPTIVA

Clase B23k

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de UNION CARBIDE CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en 270 Park Avenue, Nueva York, Nueva York
10017, Estados Unidos de América

por: "UN METODO DE SOLDAR PIEZAS DE TRABAJO"
(Clase Internacional B23k)

12.12.74

- 1 -

**POOR
QUALITY**

Este invento se refiere a soldadura vertical por electro-escoria o escoria eléctrica y, más particularmente, a un método de soldadura vertical por electro-escoria a alta velocidad.

5.

ANTECEDENTES

10 En la soldadura vertical por electro-escoria, las piezas de trabajo a soldar son colocadas en posición vertical, con un espacio o intersticio descubierto entre sus bordes paralelos. Dos zapatas de moldeo, usualmente de cobre, son colocadas a ambos lados, respectivamente, de dicho intersticio con sus interiores configurados para formar, junto con el intersticio, una cavidad en la que se añade un fundente granular y metal de relleno. El metal de relleno es alimentado de modo continuo desde un 15 carrito de electrodo consumible. La corriente es hecha pasar a través del electrodo para formar, dentro de la cavidad, un baño de metal fundido y escoria. Un mecanismo adecuado impulsa las zapatas de moldeo de cobre, el soplete, la conexión de alimentación de corriente y el electrodo consumible hacia arriba, a lo largo del intersticio dando como resultado el avance vertical de la soldadura. 20 A causa de la dirección de la soldadura y de otros paráme-

25

5

tros limitadores, el procedimiento de electro-escoria se ha realizado siempre hasta ahora a una velocidad inferior a 76,2 milímetros por minuto (mm.p.m.) y, usualmente, sólo a aproximadamente 25,4 milímetros por minuto para alcanzar la elevada calidad de soldadura esperada de este procedimiento.

10

Se han realizado varios intentos con anterioridad para aumentar la velocidad de soldadura sin reducir la calidad de soldadura, sin que ninguno de ellos haya dado un éxito significativo.

15

Se ha descubierto, de acuerdo con el presente invento, que la velocidad de la soldadura vertical por electro-escoria puede ser aumentada en un orden de magnitud superior al de las velocidades usuales utilizando diseños de uniones usuales y volúmenes para piezas de trabajo con espesores comprendidos entre 9,5 y 50,8 mm. El procedimiento del presente invento, por el que se han conseguido velocidades de entre 76,2 y 254 mm.p.m sin una disminución en la calidad de soldadura, comprende las operaciones de:

20

(a) formar una unión sustancialmente vertical entre los bordes de las piezas de trabajo a soldar;

25

(b) rodear la unión en una posición de comienzo predeterminada, con medios para formar una cavidad;

(c) depositar un fundente granular en la cavidad;

(d) situar el extremo de un electrodo de alambre de relleno consumible en la cavidad;

5 (e) formar una escoria fundida dentro de la cavidad;

(f) hacer pasar una intensidad de corriente de al menos 500 amperios aproximadamente, a través de dicha escoria fundida;

10 (g) hacer avanzar dichos medios formadores de cavidad verticalmente, aguas arriba de dicha posición de comienzo, a una velocidad de entre 76,2-254 mm.p.m. al tiempo que se hace pasar continuamente dicho electrodo a dicha escoria fundida; y

15 (h) enfriar de modo controlable dichos medios formadores de cavidad de modo que se forme una cubierta de escoria solidificada sustancialmente discontinua sobre la superficie del metal soldado solidificado, que no represente más del 35% del área de soldadura solidificada total
20 por unidad de longitud de soldadura.

Es por ello el objeto principal del presente invento crear un método de soldadura por electro-escoria vertical a velocidades de aproximadamente 254 mm.p.m.

25 Otros objetos y ventajas del presente invento, serán evidentes de la siguiente descripción detallada, to-

mada en conexión con los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva del procedimiento de soldadura con electro-escoria, en vertical, del presente invento, con la cavidad de soldadura al descubierto;

5

Las figuras 2a y 2b ilustran dos configuraciones de diseño de unión de soldadura usuales;

La figura 3 es una vista en planta agrandada, que ilustra una superficie de soldadura solidificada, típica, formada de acuerdo con el procedimiento del presente invento, después de la terminación de la soldadura y antes de retirar la cubierta de escoria; y

10

La figura 4 es una vista lateral diagramática de la figura 1 que ilustra algunas relaciones clave.

15

El método del presente invento no altera las características básicas constituyentes del procedimiento de soldadura en vertical por electro-escoria. El aumento espectacular de velocidad obtenido por el método del presente invento es atribuible, solamente, a algunos cambios de parámetros acoplados con el control sobre la temperatura de enfriamiento de las zapatas de moldeo, como se describirá a continuación.

20

Con referencia ahora a las figuras 1-4 inclusive, en las que en la figura 1, se han mostrado dos piezas de trabajo o placas 10 y 12, respectivamente, situadas en ali-

25

neación vertical sustancial, una con respecto a otra, con un intersticio 14 mantenido entre los bordes de las placas. El intersticio 14 se extiende verticalmente desde el fondo a la parte superior de las placas y forma la unión vertical a soldar. Los bordes de la placa pueden estar preparados para formar una unión de soldadura de cualquier configuración usual, tal como una unión a tope, o una garganta en V, como se ha ilustrado en las figuras 2a y 2b, respectivamente, y para crear una unión de soldadura de área o volumen usuales, es decir sin reducir la separación del intersticio entre las placas. A cada lado del intersticio 14 se coloca una zapata de moldeo, 16 y 18, respectivamente, que, en unión del intersticio 14, forman una cavidad 20 en la que se deposita metal de soldadura de relleno procedente del electrodo 22. El electrodo 22 es alimentado a partir de un carrete de alambre (no mostrado) a través de un tubo de contacto 24 y a la cavidad 20. El equipo para correr hacia arriba la costura de soldadura y para transportar las zapatas de moldeo 16 y 18, el electrodo 22 y el mecanismo de alimentación de alambre asociado, no ha sido mostrado y no forma parte del presente invento. Dicho de otro modo, puede emplearse cualquier mecanismo desplazador de electro-escoria en vertical, usual, para llevar a la práctica el método del presente invento.

El procedimiento del presente invento se inicia,

como es típico en soldadura por electro-escoria provocando la formación de un arco eléctrico por debajo de una
5 mancha de fundente granular que está depositada en la cavidad 20. Tan pronto como se forma una capa suficientemente gruesa de escoria fundida caliente, 26, se cree que cesan todas las acciones de arco y la corriente pasa entonces desde la alimentación de energía (no mostrada) a través del electrodo 22, a las placas 10 y 12, respectivamente, con la escoria fundida 26 como medio conductor.
10 El calor generadó funde tanto los bordes de las placas como el extremo sumergido del electrodo, formando una masa fundida de metal 28, que se sedimenta o deposita por debajo de la escoria fundida y solidifica lentamente para formar la soldadura.

15 Una característica común a todas las operaciones por electro-escoria en vertical de la técnica anterior, es la formación de un depósito o capa, sustancialmente continuo, de escoria solidificada sobre la superficie soldada acabada. Aunque esta capa de escoria es fácil de retirar y no tiene utilidad, su formación ha sido siempre
20 considerada como una característica inherente del procedimiento. Una explicación corriente dada para la capa de escoria es, simplemente, que la escoria fundida en contacto con el molde de cobre enfriado da como resultado el depósito de una delgada película o capa de escoria. La capa
25

TABLA I

	Placa "T" mm.	Tipo de unión	Angu- lo "φ"	Inters- ticio "G"	Salien- te "N"	Arco vol- tios	Solda- dura Amps.	Alim. por alambre Aprox. mmpm	Despla- zamiento aprox mmpm
5									
10	12,7	A tope	-	15,9-19,05	-	35	300-325	2921	50,8
	15,9	A tope	-	17,5-20,6	-	36	350-400	3556	43,2
	15,9	V	60	6,35 min.	0	36	300-325	2921	38,1
	19	A tope	-	19,05-22,2	-	38	350-400	3556	33
15	19	V	60	6,35 min.	0	38	300-350	3175	30,5
	25,4	A tope	-	22,2-25,4	-	40	400-450	4064	25,4
	25,4	V	60	6,35 min.	0	40	350-400	3556	25,4
	31,7	A tope	-	25,4-28,6	-	42	500-550	5842	22,9
20	31,7	V	60	6,35 min.	6,35	42	400-450	4064	28
	31,7	V	45	6,35 min.	6,35	42	400-450	4064	30,5
	38,1	A tope	-	25,4-28,6	-	46	500-550	5842	20,3
	38,1	V	45	6,35 min.	9,53	46	450-500	4572	20,3
25	50,8	A tope	-	25,4-28,6	-	48	500-550	5842	15,2
	50,8	V	45	6,35 min.	9,53	48	475-525	5588	15,2

5 Siguiendo los principios del presente invento se pueden conseguir velocidades de hasta 254 mm.p.m. El resultado más significativo de acuerdo con el presente invento y que puede ser relacionado principalmente con el aumento de la velocidad, ha sido la falta de capa de escoria observada sobre la soldadura solidificada. Las elevadas velocidades se han conseguido sin afectar, en absoluto a la calidad de soldadura, incluso con gran sorpresa, con respecto a la fusión del borde y la inexistencia de grietas.

10 Sin embargo, impidiendo la formación de una capa de escoria solidificada sustancialmente continua, aunque trabajando aún de acuerdo con los principios de electro-escoria, bajo una manta de escoria fundida, pueden conseguirse ahora velocidades hasta hoy inalcanzables sin disminuir la calidad de la soldadura. La superficie soldada a altas velocidades no solamente es aceptable, sino que también se ha mostrado que, a velocidades más elevadas, se reduce significativamente la cantidad de degradación de entrada CVN en la zona afectada por el calor (HAZ) de la placa de base.

15

20

25 La falta de recubrimiento de escoria se ha obtenido, principalmente, controlando la temperatura de enfriamiento de las zapatas de moldeo 16 y 18, respectivamente, es decir la medida en que se enfrían las zapatas 16 y 18 ha demostrado afectar críticamente a las características

de velocidad. La temperatura de la zapata puede ser controlada ajustando el caudal de fluido refrigerante a través de las zapatas o mediante el ajuste de la propia temperatura del fluido y, posiblemente, diseñando las zapatas para este efecto a caudales normales. Sin embargo, por medio del apropiado ajuste de temperatura de la zapata se ha observado solamente una red de trazas de áreas de escoria, como se ha representado por medio de un dibujo en la figura 3, y que representa tan poco como el 5% del área total de la soldadura.

En todos los casos conocidos de la técnica anterior, la capa de escoria representa, al menos, el 50% del área de soldadura solidificada por unidad de longitud y es sustancialmente continua en su naturaleza. La capa de escoria de acuerdo con los principios del presente invento está representada por una red discontinua de áreas en forma de parches de escoria que puede no exceder del 35% del área de soldadura solidificada por unidad de longitud. Para los propósitos de la presente descripción, la frase "área de soldadura solidificada por unidad de longitud" significará el ancho de la soldadura (W) medido de línea de unión a línea de unión, tal como se ha definido en la terminología normalizada de la American Welding Society (AWS), multiplicado por cualquier unidad típica de longitud de la soldadura.

Se ha observado también que otros factores dis-

tintos de la temperatura de la zapata influyen en la obtención de las elevadas velocidades de soldadura del presente invento sin perjudicar la calidad de soldadura resultante cuando se refieren a soldaduras comparables a bajas velocidades. En particular, la distancia en que el electrodo 22 se extiende desde su contacto y el tubo de guía 24, hasta que se establece contacto con la escoria fundida, indicada por la letra (L) en la figura 4 y a la que se hará referencia en lo que sigue por medio de la expresión "extensión del alambre", debe mantenerse dentro de un margen de entre 50,8 a 101,6 mm; cuya distancia es sustancialmente mayor que las extensiones de alambre usuales empleadas hasta ahora utilizando este procedimiento. Además, incluso dentro de este margen muy preferido existe un margen de extensión aun más preferido y más limitado, que depende de los parámetros de soldadura elegidos y del diseño de la unión.

Otros factores, alguno de los cuales representa requisitos obvios para la soldadura a alta velocidad, son la velocidad de alimentación del electrodo, la intensidad y la tensión de la corriente. Debe observarse, y se ha ilustrado en las Tablas II y III, respectivamente, que pueden utilizarse dimensiones de intersticios entre placas y ángulos usuales.

Los resultados de una serie de ensayos para los dos tipos de unión más típicos, tal y como han sido mostrados en las figuras 2a y 2b, respectivamente, están documentados a continuación en la tabla II.

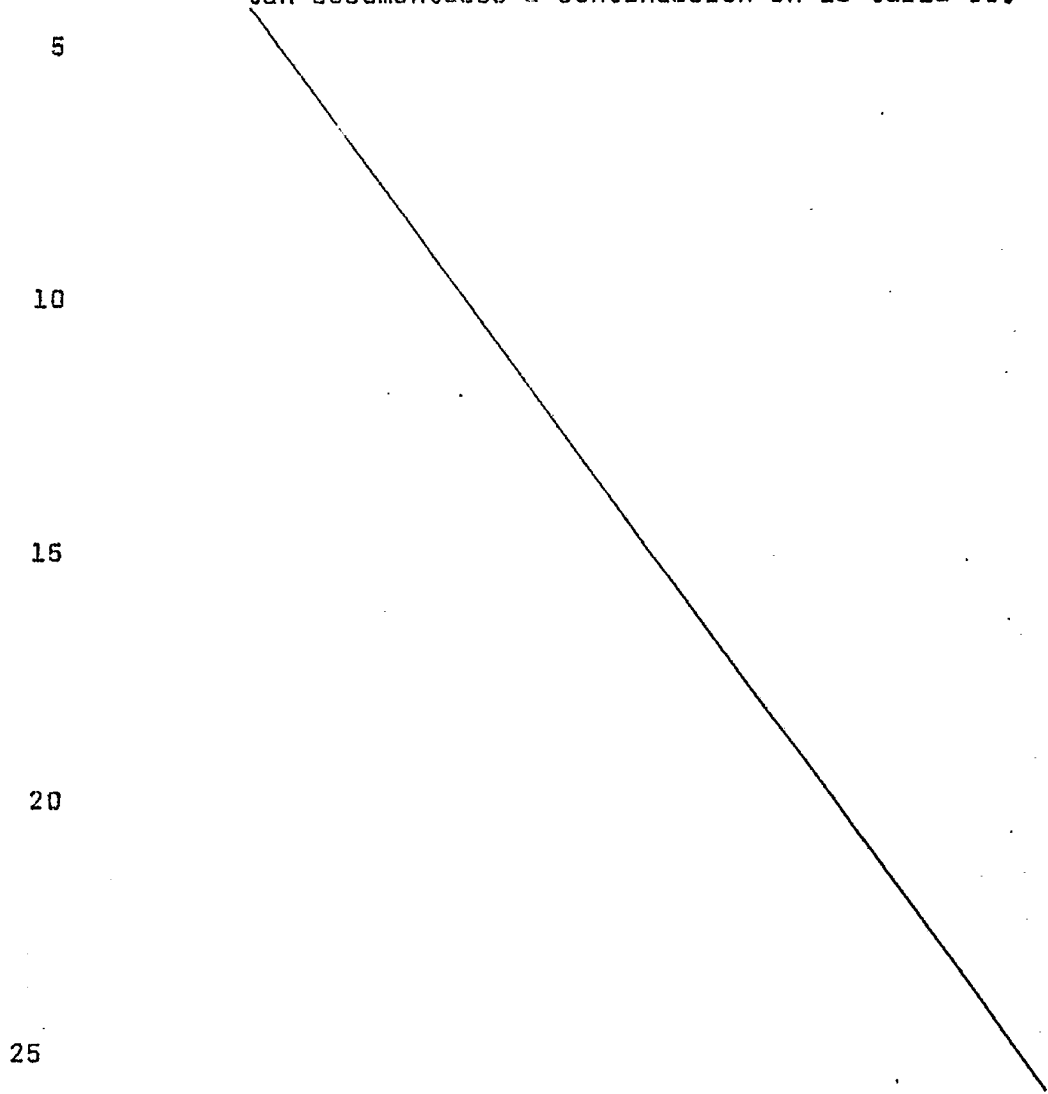


TABLA II

	Col. (A)	Col. (B)	Col. (C)	Col. (D)	Col. (E)	Col. (F)	Col. (G)
Soldadura Nº	628-23	628-21 (superior)	628-328	628-32A	628-37	628-42	628-45
Espesor de placa (T) mm.	25,4	25,4	19	19	25,4	9,5	12,7
Tipo de unión	V	V	A tope	V	V	A tope	V
Intersticio de placas (G) mm.	6,3	6,3	20,6	6,3	6,3	16	6,3
Saliente de placa (W) mm.	3,2	3,2	---	0	0- 3,2	---	0
Angulo en V, grados	45	45	---	45	45	---	45
Extensión del electrodo (L) mm.	70 -89	70 -89	63,5 -89	63,5 -89	69 -89	50,6	57
Alimentación por alambre mm.p.m.	9906	14986	11430	11430	9144	8890	8890
Amperios cc	600	725	600	600	625	624	575
Voltios cc	44	42	41	41	47-50	35	34
Desplazamiento mm.p.m.	127	216	114,3	165	89	178	127
Caudal de agua (total) ls/min	5,6	6,3	5,6	5,6	5,6	3,4	4,5
Tipo de alambre diá. 2,4 mm.	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular	Macizo	Tubular	Tubular
Curvas de soldadura:	Sin defectos	Sin defectos	Sin defectos	Sin defectos	Sin defectos	Sin defectos	Sin defectos
180º guiada	69	---	---	---	---	---	---
Tracción de soldadura:	49	---	---	---	---	---	---
Límite	28	---	---	---	---	---	---
Modulo elástico	71	---	---	---	---	---	---
Alargamiento %	1118	1197	---	---	---	---	---
Rojo en área, %	621	635	---	---	---	---	---
Impactos de soldadura:	690	386,4	---	---	---	---	---
Kg. cm a RM	455,5	---	---	---	---	---	---
-17,0ºC	---	0,07	---	---	0,19	---	---
-6,7ºC	---	1,53	---	---	1,52	---	---
+ 4,4ºC	---	0,35	---	---	0,036	---	---
Soldadura-Composición química	---	0,018	---	---	0,022	---	---
C	---	0,011	---	---	0,015	---	---
Mn	---	---	---	---	---	---	---
Si	---	---	---	---	---	---	---
S	---	---	---	---	---	---	---
P	---	---	---	---	---	---	---

TABLA II

	Col. (A)	Col. (B)	Col. (C)	Col.
Soldadura Nº	628-23	628-21(supe- rior)	628-328	628-32
Espesor de placa (T) mm.	25,4	25,4	19	19
Tipo de unión	V	V	A tope	V
Intersticio de placas (G) mm.	6,3	6,3	20,6	6,3
Saliente de placa (N) mm.	3,2	3,2	---	0
Angulo en V, grados	45	45	---	45
Extensión del electrodo (L) mm.	70 -89	70 -89	63,5 -89	63,5 -
Alimentación por alambre mm.p.m.	9906	14986	11430	11430
Amperios cc	600	725	600	600
Voltios cc	44	42	41	41
Desplazamiento mm.p.m.	127	216	114,3	165
Caudal de agua (total) ls/min	5,6	6,3	5,6	5,6
Tipo de alambre diá.2,4 mm.	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular
Curvas de soldadura:				
180º guiada	Sin defectos	Sin defectos	Sin defectos	Sin def
Tracción de soldadura:				
Límite	69	---	---	---
Modulo elástico	49	---	---	---
Alargamiento %	28	---	---	---
Rojo en área, %	71	---	---	---
Impactos de soldadura:				
Kg. cm a 8M	1118	1187	---	---
-17,8ºC	621	635	---	---
-6,7ºC	690	386,4	---	---
+ 4,4ºC	455,5	---	---	---
Soldadura-Composición química				
C	---	0,07	---	---
Mn	---	1,53	---	---
Si	---	0,35	---	---
S	---	0,018	---	---
P	---	0,011	---	---

(C)	Col. (D)	Col. (E)	Col. (F)	Col. (G)
28	628-32A	628-37	628-42	628-45
	19	25,4	9,5	12,7
	V	V	A tope	V
	6,3	6,3	16	6,3
	0	0- 3,2	---	0
	45	45	---	45
89	63,5 -89	69 -89	50,8	57
	11430	9144	8890	8890
	600	625	624	575
	41	47-50	35	34
	165	89	178	127
	5,6	5,6	3,4	4,5
r	Tubular	Macizo	Tubular	Tubular
fectos	Sin defectos	Sin defectos	Sin defectos	Sin defectos
	---	---		
	---	---		
	---	---		
	---	---		
	---	---		
	---	---		
	---	---		
	---	---		
	---	0,19		
	---	1,52		
	---	0,036		
	---	0,022		
	---	0,015		

Los resultados recogidos anteriormente se obtuvieron, principalmente, a partir de ensayos realizados con un electrodo de alambre tubular de 2,4 mm., con la única excepción de la columna E, en la que se utilizó un electrodo de alambre de acero macizo. Un electrodo de alambre tubular está definido por un núcleo de ingredientes metálicos cubierto con una funda de acero. Un análisis químico del electrodo tubular utilizado en el procedimiento de ensayo y basado en su peso total, es el siguiente: 0,05-0,12% de C; 1,2-2,4% de Mn; 0,2-0,5% de Si; siendo el resto hierro, con una concentración en oxígeno de entre aproximadamente 200 ppm y 2000 ppm. El análisis químico anterior puede obtenerse con un núcleo del 20% en peso que contenga los siguientes ingredientes: aproximadamente 4,5 a 10,5 por ciento en peso de manganeso en el núcleo; aproximadamente 1,0 a 2,5 por ciento en peso de silicio en el núcleo; y siendo el resto polvo de hierro, siendo el contenido en oxígeno del alambre de aproximadamente 1000 ppm.

El electrodo de alambre de acero macizo probado en la columna E de la tabla II tiene una composición química basada en su peso total tal y como sigue: nominalmente 0,14% de C; 2,0% de Mn; siendo el resto hierro.

Aunque no se han ensayado otros electrodos de tamaño y composición diferentes, existe la teoría de que,

siguiendo el método del presente invento se obtendrán velocidades de hasta 254 mm.p.m. como mucho utilizando cualquier composición, tamaño y tipo de alambre de electrodo para electro-escoria usual.

5 Un juego generalizado de parámetros de soldadura está descrito más abajo, en la tabla III, y se ha postulado basado en los resultados recogidos en la tabla II y en las observaciones generales. La longitud de extensión del alambre (L) se ha indicado como basada en un alambre tubular de 2,4 mm. Como es bien sabido por los expertos en la técnica, un alambre de menor diámetro requerirá una menor extensión y un alambre de mayor diámetro una mayor extensión, a fin de mantener parámetros de extensión del electrodo, tiempos y densidades de corriente similares.

10

15

20

25

TABLA III

Esesor de la placa (T) en mm.	9,5 A tope	12,7 A tope	19 A tope	25,4 A tope	31,8 A tope	38 A tope	50,8 A tope
Tipo de unión				V	V	V	
Intersticio entre placas (G) mm.	12,7-15,9	15,9-19	19-22,2	19-25,4	22,2-31,8	22,2-31,8	22,2-31,8
Angulo de placas (a) Grados				40-60	30-50		
Velocidad de soldadura mm.p.m.	152,4-254	127-228,6	101,6-203,3	101,6-178	76,2-127	101,6-152,4	50,8-76,2
Aliment. por alamb. Kg/h	16-22,7					22,7-34	
Amperios cc	500-600					600-800	
Voltios	30-40					40-50	
Longitud del alambre ¹ (L) mm.	50,8-76,2					76,2-101,6	

1

Datos de extensión de alambre basados en el uso de un alambre tubular de 2,4 mm de diámetro.

TABLA III

Espesor de la placa (T) en mm.	9,5	12,7	19		
Tipo de unión	A tope	A tope	A tope	V	A tope
Intersticio entre placas (G) mm.	12,7-15,9	15,9-19	19-22,2	1---	19-25,4
Angulo de placas (θ) grados				40-60	
Velocidad de soldadura mm.p.m.	152,4-254	127-228,6	101,6-203,3	152,4-254	401,6-17
Aliment. por alamb. Kg/h		16-22,7		18-31,8	
Amperios cc		500-600		550-750	
Voltios		30-40		37-47	
Longitud del alambre ¹ (L) mm.		50,8-76,2		57-101,6	

¹

Datos de extensión de alambre basados en el uso de un alambre tubular de 2,4 mm de diámetro.

	25,4		31,8		38	50,8
	A tope	V	A tope	V	A tope	A tope
V	19-25,4	---	22,2-31,8	---	22,2-31,8	22,2-31,8
1---		35-55		30-50		
40-60	101,6-178	178-254	76,2-127	101,6-152,4	76,2-101,6	50,8-76,2
152,4-254				22,7-34		
18-31,8				600-800		
550-750				40-50		
37-47				76,2-101,6		
57-101,6						

re tubu-

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 18 de Septiembre de 1973, bajo el número 398.304, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

10

REIVINDICACIONES

15

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

20

1ª.- Un método de soldar piezas de trabajo, con espesores de entre 9,5 a 50,8 mm., en una dirección sustancialmente vertical, bajo una manta de una escoria conductora fundida, a alta velocidad, que comprende las operaciones de: (a) formar una unión sustancialmente vertical entre los bordes de las piezas de trabajo a soldar; (b) rodear dicha unión, en una posición de comienzo predetermi-

25

nada con medios para formar una cavidad; (c) depositar un fundente granular en dicha cavidad; (d) situar el extremo de un electrodo de alambre relleno, consumible, en dicha cavidad; (e) formar dicha escoria fundida dentro de dicha cavidad; (f) hacer pasar una intensidad de corriente de al menos, aproximadamente, 500 amperios a través de dicha escoria fundida; (g) hacer avanzar dichos medios formadores de cavidad verticalmente aguas arriba desde dicha posición de comienzo, a una velocidad de entre 76,4-254 mm.p.m. al tiempo que se hace pasar, de modo continuo, dicho electrodo a dicha escoria fundida; y (h) enfriar de modo controlable dichos medios formadores de cavidad de modo que se forme una capa de escoria solidificada, sustancialmente discontinua, sobre la superficie del metal soldado solidificado que represente no más del 35% del área superficial de soldadura solidificada por unidad de longitud de soldadura.

2ª.- Un método según se ha definido en la reivindicación 1ª, que comprende además la operación de mantener una extensión de electrodo de al menos 50,8 mm., aproximadamente, para un electrodo de alambre de relleno tubular que tiene un diámetro de aproximadamente 2,4 mm.

3ª.- Un método según se ha definido en la reivindicación 2ª, en el que dicho electrodo de alambre de

relleno tubular tiene una composición en peso, total, que comprende menos del 0,12% de carbono; aproximadamente el 2% de manganeso; aproximadamente 0,35% de silicio y siendo el resto hierro.

5

4ª.- Un método según se ha definido en la reivindicación 3ª, en el que dicha capa de escoria representa entre el 5 y el 25% del área de soldadura solidificada por unidad de longitud.

10

5ª.- Un método según se ha definido en la reivindicación 1ª, en el que dicho electrodo de alambre de relleno consumible es macizo.

15

6ª.- Un método de soldar piezas de trabajo. 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.

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

Madrid,

20

P.A. 18 DIC. 1974

Alberto de Elizaburu
Por Poderes

25

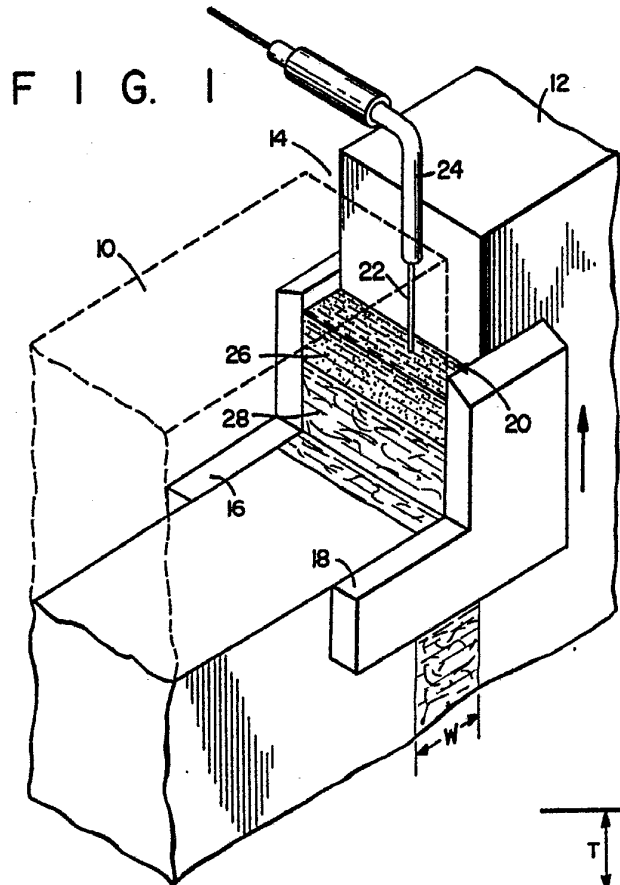


FIG. 3

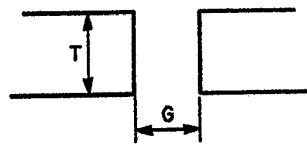


FIG. 2a

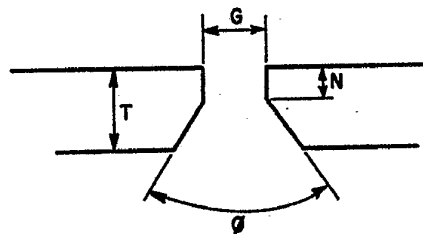
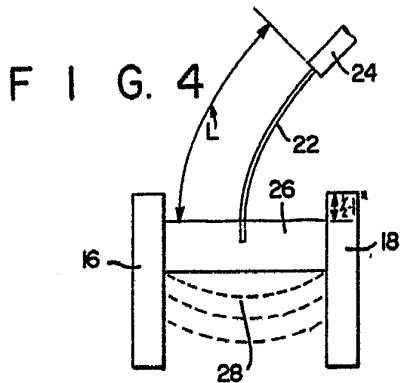


FIG. 2b

Alberto de Filippis
Per Fides