

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 256**

51 Int. Cl.:

B23K 35/30	(2006.01)	B23K 101/34	(2006.01)
B23K 9/073	(2006.01)		
B23K 9/16	(2006.01)		
B23K 9/173	(2006.01)		
B23K 9/23	(2006.01)		
B23K 9/09	(2006.01)		
B23K 9/025	(2006.01)		
B23K 35/02	(2006.01)		
B23K 103/04	(2006.01)		
B23K 101/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2013 PCT/JP2013/055567**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2013 WO13133140**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2013 E 13758142 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 2823931**

54 Título: **Alambre sólido y método de soldadura con arco sumergido en gas inerte**

30 Prioridad:

09.03.2012 JP 2012053779

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

28.02.2020

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (100.0%)
2-4, Wakinohama-Kaigandori 2-chome, Chuo-ku
Kobe-shi, Hyogo 651-8585, JP**

72 Inventor/es:

**IZUTANI, SHUN;
YAMAZAKI, KEI;
SUZUKI, REIICHI;
YANAGI, KEIICHIRO;
UEDA, YUJI;
NAKAMURA, KAZUKI y
UEZONO, TOSHIRO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 745 256 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Alambre sólido y método de soldadura con arco sumergido en gas inerte

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un alambre sólido para soldadura con arco sumergido en gas inerte y para soldadura de chapa de acero galvanizada y un método de soldadura con arco sumergido en gas inerte que usa el presente alambre.

10 Las chapas de acero galvanizado son relativamente no costosas y también resultan excelentes en cuanto a resistencia a la corrosión. De este modo, las chapas se usan en muchos campos de automoción, arquitectura y materiales de construcción, productos electrónicos y otros.

15 Respecto a la chapa de acero galvanizado, se varía el peso de revestimiento (la cantidad de depósito por unidad de área) de su galvanizado, de acuerdo con el campo de uso de la misma. No obstante, incluso cuando se varía el peso de revestimiento, la soldadura con arco metálico y gas (GMAW) que usa un alambre sólido se emplea para soldar la chapa de acero galvanizado en muchos casos. En particular, en el campo de automoción, GMAW se usa de manera muy frecuente.

20 Aunque las chapas de acero galvanizado tengan las ventajas anteriormente mencionadas (bajo coste y resistencia a la corrosión), no se puede afirmar que las chapas presenten una soldabilidad excelente cuando se usa un alambre sólido para someterlas a soldadura con arco metálico sumergido en gas inerte. Se sabe que se generan muchos defectos de porosidad tales como picaduras, oquedades y salpicaduras.

25 Una causa de que las chapas de acero galvanizado no presenten una soldabilidad excelente como se ha descrito anteriormente podría ser que el punto de ebullición de cinc es mucho mayor que el de hierro. Específicamente, en el estado donde el hierro de una chapa de acero galvanizado se funde al tiempo que la lámina se somete a soldadura, su cinc ya se encuentra en estado gasificado para estar presente en forma de vapor (gas de cinc). Como resultado de ello, el gas de cinc generado a partir del baño fundido permanece en el baño fundido, de manera que se generan defectos de porosidad tales como picaduras u oquedades. Además, el gas de cinc eyectado fuera del baño fundido perturba la transferencia de cordones en el momento de la soldadura, de manera que se genera una gran cantidad de salpicaduras.

35 Considerando dicha situación, se proponen diversas sugerencias como se ha descrito anteriormente con respecto al alambre sólido donde se restringe la generación de defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades y se disminuyen las salpicaduras.

40 Por ejemplo, el Documento de Patente 1 sugiere un método de soldadura que usa un alambre donde el contenido de cada uno de Si y Mn está restringido dentro de un valor predeterminado, y además usa un gas de Ar en cuyo interior se incorpora CO₂ o O₂ en una proporción predeterminada.

45 Los Documentos de Patente 2 y 3 sugieren cada uno de ellos un alambre donde el contenido de Si y Mn está restringido dentro de un valor predeterminado.

El Documento de Patente 4 sugiere un alambre donde el contenido de cada uno de Si y Mn está restringido dentro de un valor predeterminado y Al y Ti están incorporados cada uno en una proporción predeterminada.

50 El Documento de Patente 5 sugiere un alambre donde el contenido de cada uno de Si, Mn y Cr está restringido dentro de un valor predeterminado.

Documento de Patente 1: JP H 0 1-143775 A

Documento de Patente 2: JP S63-242488 A

Documento de Patente 3: JP H04-135088 A

55 Documento de Patente 4: JP H07-80678 A

Documento de Patente 5: JP 2004-136342 A

60 En cualquiera de las técnicas de acuerdo con los Documentos de Patente 2 a 5, la composición del alambre está restringida. No obstante, la mera distinción solo de la composición hace posible exhibir de manera suficiente los efectos de restricción en cuanto a generación de defectos de porosidad y disminución de las salpicaduras bajo condiciones rigurosas de soldadura, tales como soldadura en pendiente, que provoca defectos de porosidad o salpicaduras de manera muy frecuente.

65 En la técnica de acuerdo con el Documento de Patente 1, la composición del gas inerte está restringida, así como también la composición del alambre. No obstante, esta combinación hace posible exhibir de manera suficiente los efectos de restricción en cuanto a generación de defectos de porosidad y disminución de salpicaduras.

Adicionalmente, cuando se mezcla O₂ con el gas inerte en la técnica de acuerdo con el Documento de Patente 1, se reduce demasiado la tensión superficial del baño fundido de forma que surgen gran cantidad de defectos de porosidad y salpicaduras.

- 5 En breve, las técnicas de acuerdo con los Documentos de Patente 1 a 5 resultan insuficientes para restringir la generación de defectos de porosidad y disminuir las salpicaduras.

De este modo, un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un alambre sólido mejorado en cuanto a rendimiento de disminución de salpicaduras y rendimiento de resistencia de poros (rendimiento de restricción de la generación de defectos de porosidad, tales como picaduras u oquedades) y que además permita un excelente aspecto externo del cordón; y un método de soldadura con arco sumergido en gas inerte que usa el presente alambre.

15 Con el fin de solucionar los problemas, los presentes inventores han llevado a cabo intensas investigaciones para encontrar que los problemas se pueden solucionar restringiendo cada elemento presente en el alambre de soldadura hasta una proporción predeterminada y además usando, como gas inerte, un gas de Ar que contiene una proporción predeterminada de gas de CO₂. De este modo, se ha logrado la presente invención.

20 La presente invención proporciona un alambre sólido para soldadura con arco sumergido en gas inerte, que usa un gas inerte, y para la soldadura de chapas de acero galvanizado. El alambre sólido consiste en, con respecto a la masa de todo el alambre sólido, C: un 0,15 % en masa o menos, Si: de un 0,40 a un 0,90 % en masa, Mn: de un 0,20 a un 1,50 % en masa, P: un 0,0500 % en masa o menos, S: un 0,0080 % en masa o menos, O: un 0,0100 % en masa o menos, y Cr: de un 0,10 a un 1,00 % en masa, y opcionalmente Cu: un 3,00 % en masa o menos, Mo: un 5,00 % en masa o menos, Al: un 0,500 % en masa o menos, Ti: un 0,500 % en masa o menos, Nb: un 0,500 % en masa o menos, Zr: un 0,500 % en masa o menos, y N: un 0,0200 % en masa o menos, siendo el equilibrio Fe e impurezas inevitables. El alambre sólido cumple lo siguiente:

$$1,0 \leq (\text{porcentaje en masa de Si} + \text{porcentaje en masa de Mn}) / \{100 (\text{porcentaje en masa de S} + \text{porcentaje en masa de O})\} \leq 4,0,$$

30 y
0,50 ≤ porcentaje en masa de Mn/porcentaje en masa de Si ≤ 2,00. El gas inerte es un gas de Ar que comprende de un 25 a un 40 % de gas de CO₂.

35 De este modo, en el alambre sólido de acuerdo con la invención, cada uno de los elementos presentes en el alambre sólido está restringido a una proporción predeterminada, haciendo posible aumentar la tensión superficial de un metal fundido formado por medio de fusión del alambre sólido, para controlar el espesor L (véase Figura 1) de la región fundida en un estado fino, cuando se usa el alambre para llevar a cabo soldadura con arco sumergido en gas inerte. Por consiguiente, el gas de cinc, que particularmente provoca un problema cuando se usa una chapa de acero galvanizado como miembro metálico de base, se libera fácilmente hacia afuera a partir de la superficie superior de la región fundida. Esto puede tener como resultado la restricción de la generación de defectos de porosidad, tales como picaduras y oquedades, generados por la solidificación del metal fundido en el estado donde gas de cinc permanece en el metal fundido.

45 En el alambre sólido de acuerdo con la invención, cada uno de los elementos presentes en el alambre sólido se encuentra restringido a una proporción predeterminada, haciendo posible aumentar la tensión superficial de un cordón fundido formado alrededor de la punta del alambre sólido en el momento de la soldadura sumergida en gas inerte, con el fin de estabilizar la forma del cordón fundido. Como resultado de ello, se puede restringir la generación de salpicaduras.

50 Además, por medio del uso de gas de Ar, que contiene una proporción predeterminada de CO₂, como gas inerte, el alambre sólido de acuerdo con la invención hace posible aumentar la potencia del arco generado entre el alambre sólido y el miembro metálico de base en el momento de la soldadura con arco sumergido en gas inerte, de forma que se excava una región soldada justo por debajo del alambre sólido en gran medida. De este modo, en el momento de la soldadura con arco sumergido en gas inerte, el espesor L (véase Figura 1) de la región fundida se puede controlar para que adopte un estado fino. Finalmente, se puede restringir la generación de defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades.

60 Adicionalmente, en el alambre sólido de acuerdo con la invención, el valor de "porcentaje en masa de Mn"/"porcentaje en masa de Si" está restringido a un valor predeterminado o menos, así como también cada uno de los elementos presentes en el alambre sólido. La restricción hace posible un excelente aspecto externo del cordón.

Además, es preferible que el diámetro de alambre sólido de acuerdo con la presente invención sea de 0,7 a 1,1 mm.

65 De este modo, en el alambre sólido de acuerdo con la invención, el diámetro de alambre queda restringido dentro de un intervalo predeterminado, de modo que se aplica fácilmente una fuerza de pellizcado sobre el cordón fundido

formado alrededor de la punta del alambre sólido en el momento de la soldadura con arco sumergido en gas inerte, para provocar una transferencia suave del cordón. Como resultado de ello, se puede evitar que el cordón fundido crezca de manera basta. De este modo, se puede mejorar de forma adicional el efecto de restricción en cuanto la generación de salpicaduras.

5 Un método de acuerdo con la presente invención proporciona un método de soldadura con arco sumergido en gas inerte que comprende: alimentar el alambre sólido anteriormente mencionado en un gas inerte que es un gas de Ar que comprende de un 25 a un 40 % de gas de CO₂; y suministrar una corriente de soldadura que es una corriente de impulso, al alambre sólido para generar un arco entre el alambre sólido y la chapa de acero galvanizado que es el miembro de metal de base, soldando de este modo la chapa de acero, donde la corriente de impulso es una corriente generada por repetición de una conducción eléctrica para un primer pico, una conducción eléctrica para un segundo pico, y una conducción eléctrica de una corriente de base como ciclo de impulso como se caracteriza en la reivindicación 3.

15 En el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención, el uso del alambre sólido anteriormente mencionado de este modo hace posible aumentar la tensión superficial del metal fundido formado mediante fusión del alambre sólido, para controlar que el espesor L (véase Figura 1) de la región fundida adopte un estado fino. Por consiguiente, el gas de cinc, que particularmente provoca un problema cuando se usa una chapa de acero galvanizado como miembro metálico de base, se libera fácilmente hacia afuera desde la superficie superior de la región fundida. Esto puede tener como resultado la restricción en cuanto a la generación de defectos de porosidad, tales como picaduras y oquedades, generados por la solidificación del metal fundido en el estado donde el gas de cinc permanece en el metal fundido.

25 En el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte, el uso del alambre sólido anteriormente mencionado hace posible aumentar la tensión superficial del cordón fundido formado alrededor de la punta del alambre sólido, con el fin de estabilizar la forma del cordón fundido. Como resultado de ello, se puede restringir la generación de salpicaduras.

30 En el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención, el uso de gas de Ar, que contiene la proporción predeterminada de CO₂, como gas inerte hace posible aumentar la potencia del arco generado entre el alambre sólido y el miembro metálico de base, de forma que se excava una región soldada justo por debajo del alambre sólido en gran medida. De este modo, es posible controlar el espesor L (véase Figura 1) de la región fundida para que adopte un estado fino. Finalmente, se puede restringir la generación de defectos de porosidad tales como picaduras u oquedades.

35 Adicionalmente, en el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención, el uso del alambre sólido anteriormente mencionado posibilita un excelente aspecto externo del cordón.

40 Además, en el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la presente invención, la corriente de soldadura es una corriente de impulso. La corriente de impulso es una corriente generada por repetición de una conducción eléctrica para un primer pico, una conducción eléctrica para un segundo pico y una conducción eléctrica de una corriente de base como ciclo de impulsos. El valor de corriente del primer pico es de 440 a 500 A, y el término del primer pico es de 0,2 a 0,6 ms, el valor de corriente del segundo pico es de 300 a 400 A, y el término del segundo pico es de 0,2 a 0,6 ms, y el término para el cual la corriente de impulso varía del primer pico al segundo pico es de 0,2 a 0,6 ms.

50 De este modo, el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención hace uso, como corriente de soldadura, del valor predeterminado de la corriente de impulso que tiene dos picos. Esto posibilita la mejora del efecto de restricción en cuanto a la generación de salpicaduras sin provocar defectos de soldadura, tales como un corte, incluso cuando hay un gran contenido de gas de CO₂ en el gas inerte.

55 En el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención, es preferible que como corriente de soldadura, se usa una corriente de impulso generada por repetición alternativa de un primer período donde se repite continuamente un ciclo de impulso, y un segundo período donde se repite continuamente un ciclo de impulso, donde el ciclo de impulso del segundo período es más largo que el ciclo de impulso del primer período, y el primer período y el segundo período se repiten con una frecuencia de 5 a 30 Hz.

60 De esta forma, el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención hace uso, como corriente de soldadura, de la corriente de impulso generada repitiendo el primer período y el segundo período alternativamente con una frecuencia predeterminada. Esto hace posible vibrar la región fundida para que el gas de cinc incluido en la región fundida se libere fácilmente hacia afuera. Esto puede tener como resultado la restricción en cuanto a la generación de defectos de porosidad, tales como picaduras y oquedades, generados por la solidificación del metal fundido en el estado donde el gas de cinc permanece en el metal fundido.

65 En el alambre sólido de acuerdo con la presente invención, cada uno de los elementos presentes en el alambre sólido está restringido a una proporción predeterminada, haciendo posible restringir la generación de defectos de

porosidad, tales como picaduras y oquedades, y salpicaduras y además permitiendo un excelente aspecto externo del cordón.

5 Además, por medio del uso de gas de Ar, que contiene la proporción predeterminada de CO₂, como gas inerte, el alambre sólido de acuerdo con la invención posibilita el aumento de la potencia de arco generado entre el alambre sólido y el miembro metálico de base, para restringir de forma adicional la generación de defectos de porosidad, tal como picaduras y oquedades.

10 En conclusión, el alambre sólido de acuerdo con la invención puede mejorar el rendimiento de disminución de salpicaduras y el rendimiento de resistencia de poros (rendimiento de restricción en cuanto a la generación de defectos de porosidad, tal como picaduras y oquedades) y puede además permitir un excelente aspecto externo del cordón.

15 En el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención, el uso del alambre sólido anteriormente mencionado posibilita la restricción en cuanto a generación de defectos de porosidad, tal como picaduras, oquedades y salpicaduras y además permite un excelente aspecto externo del cordón.

20 En el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención, el uso de gas de Ar, que contiene la proporción predeterminada de CO₂, como gas inerte hace posible el aumento de la potencia de arco generado entre el alambre sólido y el miembro metálico de base, para restringir de forma adicional la generación de defectos de porosidad, tal como picaduras y oquedades.

25 En conclusión, la soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención se puede mejorar en cuanto a rendimiento de disminución de salpicaduras y rendimiento de resistencia de poros (rendimiento de restricción en cuanto a generación de defectos de porosidad, tales como picaduras y oquedades) y puede permitir un excelente aspecto externo del cordón.

30 La Figura 1 es una vista esquemática que ilustra un estado donde se usa el alambre sólido de acuerdo con la invención para llevar a cabo la soldadura con arco sumergido en gas inerte;

La Figura 2 es un diagrama con forma de onda de una corriente de impulso que tiene dos picos, que se usa en la soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención, donde (a) a (d) son vistas esquemáticas que muestran cada una de ellas el estado del cordón fundido en un tiempo predeterminado en el diagrama con forma de onda;

35 La Figura 3 son cada una de ellas un diagrama con forma de onda de una corriente de impulso/tensión que tiene dos periodos de impulso, que se usa en soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la invención, y las Figuras 3(a) y 3(b) son diagramas de forma de onda respectivos de la corriente de impulso y la tensión;

La Figura 4 muestra un miembro metálico de base usado en el momento de la soldadura con arco sumergido en gas inerte en los ejemplos de trabajo de acuerdo con la invención;

40 La Figura 5 son cada una de ellas una vista esquemática que demuestra un cambio de alambre acontecido en el tiempo de la soldadura con arco sumergido en gas inerte en los ejemplos de trabajo de acuerdo con la invención, y la Figura 5(a) es una vista esquemática que demuestra una posición de soldadura horizontal, y la Figura 5(b) es una vista esquemática que demuestra una posición de soldadura en pendiente; y

45 La Figura 6 es un diagrama de forma de onda de una corriente de impulso usado en la soldadura con arco sumergido en gas inerte en los ejemplos de trabajo de acuerdo con la invención.

50 En referencia apropiada a los dibujos, se hace una descripción posteriormente con respecto al alambre sólido de acuerdo con la presente invención, y el modo (realizaciones) para llevar a cabo el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte empleando este alambre.

[Mecanismo de restricción de generación de defectos de porosidad y salpicaduras]

55 En primer lugar, se hace una breve descripción con referencia a la Figura 1, respecto al mecanismo de restricción de la generación de defectos de porosidad y salpicaduras en el momento de la soldadura con arco sumergido en gas inerte de una chapa de acero galvanizado.

(Respecto a los defectos de porosidad)

60 La soldadura con arco sumergido en gas inerte es una soldadura que se lleva a cabo generando un arco 2 entre un alambre sólido 1 y una región fundida (denominada también baño fundido a continuación) de un miembro W metálico de base. Cuando el miembro W metálico de base es una chapa de acero galvanizado, el calentamiento del arco 2 permite que el metalizado de cinc, que es de bajo punto de ebullición se convierta en gas de cinc 3. El gas de cinc 3 asciende desde la parte inferior de la región fundida hasta la parte superior de la misma.

65 Cuando se libera el gas de cinc 3 hacia el exterior de la superficie superior de la región fundida, no se genera problema alguno. No obstante, cuando el gas 3 permanece en la región fundida objeto de solidificación mientras se

mantiene el estado restante de gas, se generan oquedades, que son cavidades sustancialmente esféricas. Cuando se solidifica el gas de cinc 3 en las proximidades de la superficie del miembro W metálico de base, se generan picaduras, que son pequeñas muescas.

5 La presente invención se basa en la idea de que el espesor L de la región fundida se controla para que esté en un estado fino, y esto facilita la liberación, desde la superficie superior de la región fundida, del gas de cinc 3 generado a partir de la parte inferior de la región fundida, disminuyendo de este modo la probabilidad de que el gas de cinc 3 permanezca en la región fundida, de manera que se restringe finalmente la generación de defectos de porosidad.

10 En la presente invención, el espesor L de la región fundida del miembro W metálico de base se controla dentro de un estado fino mediante la combinación de las siguientes maneras una con otra: una forma (i) de aumentar la tensión superficial ST del metal fundido, manteniendo el metal fundido en este estado donde la periferia de la región fundida se coloca como se muestra en la Figura 1, con el fin de evitar la entrada del metal fundido en la región fundida; y una forma de (ii) hacer que la potencia del arco sea grande para penetrar en la región fundida justo por debajo del alambre sólido 1 en gran medida. En breve, la presente invención hace posible restringir la generación de defectos de porosidad controlando el espesor L de la región fundida del miembro W metálico de base para que esté en un estado fino de acuerdo con las maneras (i) y (ii).

20 Respecto a la forma (i), el control se ejecuta principalmente restringiendo la composición del alambre sólido. Respecto a la forma (ii), el control se ejecuta restringiendo el contenido de CO₂ en el gas de soldadura dentro de un intervalo grande. Los detalles de las formas se describen a continuación.

25 El efecto de restricción de la generación de defectos de porosidad se puede mejorar de forma adicional combinando, con ellos, una manera de (iii) vibrar la región fundida (baño fundido) para facilitar la liberación del gas de cinc 3 de la región fundida.

30 Respecto a la forma (iii), el control se ejecuta principalmente mediante el uso, como corriente de soldadura, de una corriente de impulso generada por medio de repetición de un primer período y un segundo período alternativamente a una frecuencia predeterminada. Los detalles de la forma se describen a continuación.

(Respecto a las salpicaduras)

35 Con el fin de controlar la forma (ii) de la presente invención, el contenido de CO₂ del gas inerte se restringe dentro de un intervalo grande; no obstante, si el contenido de CO₂ se hace grande, la capacidad para sostener un cordón fundido formado alrededor de la punta del alambre sólido también aumenta. Como resultado de ello, normalmente el cordón fundido cambia de forma de manera que se generan salpicaduras que tienen un tamaño de 1 mm o más. No obstante, en la forma (i), se eleva la tensión superficial ST del cordón fundido (metal fundido) para que la forma del cordón fundido no cambie fácilmente. Como resultado de ello, en la invención, se puede restringir la generación de salpicaduras por medio de la forma (i).

40 Como se ha descrito anteriormente, respecto a la forma (i), el control se ejecuta principalmente restringiendo la composición del alambre sólido.

45 Además, mediante combinación, una forma (iv) de restringir el diámetro del alambre sólido hasta un valor predeterminado o menos, se permite una fuerza de pellizcado sobre el cordón fundido alrededor de la punta del alambre sólido para provocar una transferencia suave del cordón. De este modo, se puede evitar que el cordón fundido crezca de manera basta con el fin de mejorar de forma adicional el efecto de restricción en cuanto a la generación de salpicaduras.

50 Adicionalmente, mediante combinación, una forma (v) de usar, como corriente de soldadura, una corriente de impulso que tiene dos picos para permitir que la fuerza de pellizcado actúe sobre la totalidad del cordón fundido formada alrededor de la punta del alambre sólido, se puede llevar a cabo una mejora adicional del efecto de restricción en cuanto a generación de salpicaduras.

55 Respecto a la forma (iv), el control se ejecuta mediante la restricción del diámetro del alambre sólido. Respecto a la forma (v), el control se ejecuta mediante el uso, como corriente de soldadura, de una corriente de impulso predeterminada que tiene dos picos. Los detalles de las formas se describen a continuación.

[Alambre sólido]

60 El alambre sólido (denominado también simplemente alambre a continuación) de acuerdo con la presente invención es un alambre sólido no solo para la soldadura con arco sumergido en gas inerte que usa gas inerte sino también para la soldadura de chapa de acero galvanizado.

65 El alambre sólido de acuerdo con la invención incluye cada uno de C, Si, Mn, P, S, O y Cr en una proporción predeterminada y está constituido con el equilibrio que consiste en Fe e impurezas inevitables, y además cumple

ES 2 745 256 T3

una relación predeterminada de los contenidos respectivos de Si, Mn, S y O.

A continuación, se hace una descripción de los motivos por los cuales el contenido de cada uno de los elementos del alambre sólido de acuerdo con la invención está restringido. Este contenido es el contenido del elemento con respecto a la masa de todo el alambre sólido.

(C: un 0,15 % en masa o menos)

C es un elemento para mejorar la resistencia del alambre. Si C está presente de forma excesiva en una proporción de más que un 0,15 % en masa, se pueden generar muy frecuentemente salpicaduras. De este modo, si el contenido de C es menor, es preferible. No se genera problema alguno cuando el alambre es un alambre que no contiene C. De este modo, el contenido de C se ajusta en un 0,15 % en masa o menos (el valor también incluye un 0 % en masa).

(Si: de un 0,40 a un 0,90 % en masa)

Si es un agente desoxidante eficaz y es un elemento indispensable para desoxidar un metal de soldadura. Si el contenido de Si es menor que un 0,40 % en masa, el efecto desoxidante se ve dañado y el metal rebaja su tensión superficial. De este modo, se generan fácilmente defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades. Además, Si tiene la característica de que, si el contenido de Si disminuye, la resistencia eléctrica del alambre también disminuye. A medida que disminuye la resistencia eléctrica del alambre, éste resulta menos fácil de fundir (el calor de la resistencia eléctrica se vuelve bajo) de forma que aumenta la corriente de soldadura necesaria. Como resultado de ello, la potencia del arco aumenta de manera que los defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades se restringen. Si el contenido de Si es mayor que un 0,90 % en masa, se generan escorias en gran cantidad en la superficie del cordón. De este modo, el contenido de Si se ajusta dentro del intervalo de un 0,40 a un 0,90 % en masa.

(Mn: de un 0,20 a un 1,50 % en masa)

Mn es un agente desoxidante eficaz como Si, y es un elemento de fácil unión a S. Si el contenido de Mn es menor que un 0,20 % en masa, sus efectos de desoxidación y desulfuración se ven dañados y el alambre proporciona un metal de soldadura de baja tensión superficial. De este modo, se generan fácilmente defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades. Por otra parte, si el contenido de Mn es mayor que un 1,50 % en masa, se genera una película oxidada fina de fácil despegado sobre la superficie del cordón. De este modo, el contenido de Mn se ajusta dentro del intervalo de un 0,20 a un 1,50 % en masa.

(P: un 0,0500 % en masa o menos)

P es un elemento contaminado como impureza. Preferentemente, el contenido de P es lo más pequeño posible desde el punto de vista de fisuración de la soldadura. Por el contrario, en la soldadura de una chapa de acero galvanizado, P se combina con cinc al punto de ebullición o un valor más elevado para formar un compuesto estable (tal como P-Zn). De este modo, P tiene un efecto de mejora del rendimiento de resistencia de poros en el alambre. No obstante, si el contenido de P es mayor que un 0,0500 % en masa, la chapa de acero experimenta fisuración. De este modo, el contenido de P se ajusta en un 0,0500 % en masa o menos (el valor también incluye un 0 % en masa).

(S: de un 0,0080 % en masa o menos)

S es un elemento que rebaja la tensión superficial del metal fundido cuando se añade al alambre en pequeña proporción. Preferentemente, el contenido de S es extremadamente pequeño. Específicamente, si el contenido de S es mayor que un 0,0080 % en masa, tiene lugar una reducción excesiva de la tensión superficial de metal fundido de manera que se generan fácilmente picaduras y oquedades. De este modo, el contenido de S se ajusta en un 0,0080 % en masa o menos (el valor también incluye un 0 % en masa).

(O: un 0,0100 % en masa o menos)

O es un elemento que rebaja la tensión superficial del metal fundido como S cuando se añade al alambre en pequeña proporción. Preferentemente, el contenido de O es extremadamente pequeño. Específicamente, si el contenido de O es mayor que un 0,0100 % en masa, tiene lugar una reducción excesiva de la tensión superficial del metal fundido de manera que se generan fácilmente picaduras y oquedades. De este modo, se ajusta el contenido de O en un 0,0100 % en masa o menos (el valor también incluye un 0 % en masa).

(Cr: de un 0,10 a un 1,00 % en masa)

Cr es un elemento que, cuando se añade a Fe, provoca un aumento de la viscosidad del mismo. Cuando la viscosidad del alambre aumenta, se puede evitar que el metal de soldadura fluya excesivamente hasta los puntos por debajo del arco. No obstante, si el contenido de Cr es mayor que un 1,00 % en masa, la viscosidad se vuelve

muy elevada de manera que la forma del cordón se vuelve convexa. De este modo, el aspecto externo del cordón se vuelve desfavorable. Cuando el contenido de Cr varía de un 0,10 a un 0,60 % en masa, se puede mejorar de manera más apropiada el rendimiento de resistencia de poros. De este modo, el contenido de Cr es de un 0,10 a un 1,00 % en masa, preferentemente de un 0,10 a un 0,60 % en masa.

$$1,0 \leq (\text{porcentaje en masa de Si} + \text{porcentaje en masa de Mn}) / \{100 (\text{porcentaje en masa de S} + \text{porcentaje en masa de O}) \leq 4,0\}$$

Como se ha descrito anteriormente, con el fin de restringir la generación de defectos de porosidad, resulta necesario aumentar la tensión superficial del metal fundido. La tensión superficial del metal fundido depende de la composición química del alambre sólido.

De los elementos que constituyen el alambre sólido, los elementos que rebajan en gran medida la tensión superficial son oxígeno (O) y azufre (S). En otras palabras, es necesario restringir la adición de elementos de O y S en la medida de lo posible. Los elementos de O y S se unen fácilmente a Si y Mn. Mediante la producción de óxidos o sulfuros, se puede evitar la adsorción de O y S sobre la superficie, con el fin de mantener la tensión superficial en un valor elevado. De este modo, en la presente invención, se especifica la relación entre los respectivos contenidos de Si, Mn y O. Los contenidos respectivos óptimos de S, O, Si y Mn con los que cumplen la siguiente expresión (1):

$$1,0 \leq (\text{porcentaje en masa de Si} + \text{porcentaje en masa de Mn}) / \{100 (\text{porcentaje en masa de S} + \text{porcentaje en masa de O}) \leq 4,0\} \quad (1)$$

Si este parámetro es menor que 1,0, se rebaja de forma excesiva la tensión superficial de manera que se generan muchos defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades. Por el contrario, si el parámetro es mayor que 4,0, aumentan la cantidad de escorias y la tensión superficial de forma excesiva, de modo que la forma del cordón se vuelve convexa para deteriorar el aspecto externo del mismo. De este modo, los contenidos se ajustan para cumplir lo siguiente: $1,0 \leq (\text{porcentaje en masa de Si} + \text{porcentaje en masa de Mn}) / \{100 (\text{porcentaje en masa de S} + \text{porcentaje en masa de O}) \leq 4,0$. En la expresión (1) y cualquier otra expresión relacionada con la presente invención, el "porcentaje en masa del elemento" indica el porcentaje en masa del elemento con respecto a la masa de todo el alambre sólido.

$$0,50 \leq \text{porcentaje en masa de Mn} / \text{porcentaje en masa de Si} \leq 2,00$$

Incluso cuando los contenidos de Si y Mn cumplen la expresión (1), no se obtiene una tasa desoxidante útil a menos que la relación de porcentaje en masa de Mn con respecto a Si sea elevada. Específicamente, si la relación de porcentaje en masa de Mn con respecto a Si es menor que 0,50, no se obtiene un efecto desoxidante suficiente de forma que el oxígeno se vuelve excesivo para rebajar la tensión superficial del metal fundido. Como resultado de ello, se generan fácilmente defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades. Por el contrario, si la relación de porcentaje en masa de Mn con respecto a Si es mayor que 2,00, el contenido de Mn en porcentaje es grande de manera que se produce óxido de Mn, que no se despega fácilmente, sobre la superficie del cordón. Como resultado de ello, el aspecto externo del cordón se vuelve deficiente. De este modo, la relación de porcentaje en masa de Mn con respecto a Si se ajusta dentro del intervalo representado por medio de la siguiente expresión (2).

$$0,50 \leq \text{porcentaje en masa de Mn} / \text{porcentaje en masa de Si} \leq 2,00 \quad (2)$$

(Fe e impurezas inevitables)

El equilibrio del alambre sólido está compuesto por Fe e impurezas inevitables. Cu, Mo, Al, Ti, Nb y Zr son elementos opcionales, N es un ejemplo de impureza. Las impurezas inevitables pueden estar presentes en el alambre con tal de que el efecto de la presente invención no se vea impedido. Los detalles de los mismos se explican a continuación.

Cu y Mo son elementos que elevan la resistencia del alambre. Cuando es necesario ajustar la resistencia, se pueden añadir estos elementos. Si el contenido de Cu es mayor que un 3,00 % en masa, el alambre se rompe cuando se estira. De este modo, el contenido de Cu se ajusta en un 3,00 % en masa o menos. Si el contenido de Mo es mayor que un 5,00 % en masa, la resistencia es excesiva de manera que tiene lugar la fisuración de la soldadura. De este modo, el contenido de Mo se ajusta en un 5,00 % en masa o menos.

Al, Ti, Nb y Zr son elementos intensamente desoxidantes y son capaces de reducir la cantidad de oxígeno en el metal fundido para rebajar la tensión superficial. De este modo, cuando la cantidad de oxígeno en el alambre es elevada, la adición de los mismos resulta eficaz. No obstante, si se añade cada uno de los elementos en una proporción de más que un 0,500 % en masa, se genera una gran cantidad de escorias. De este modo, el contenido de cada uno de Al, Ti, Nb y Zr se ajusta en un 0,500 % en masa o menos.

Generalmente, N es un elemento contaminado como impureza. A medida que aumenta el contenido de N, se produce un aumento excesivo de la resistencia del alambre y defectos de porosidad. Con el fin de evitar la

generación de estos inconvenientes, se ajusta el contenido de N en un 0,0200 % en masa o menos.

(Diámetro del alambre sólido)

- 5 A medida que el diámetro del alambre sólido disminuye, la fuerza de pellizcado se aplica de manera más fácil al cordón fundido para provocar una transferencia suave del cordón. No obstante, si el diámetro es menor que 0,7 mm, la potencia del arco disminuye de forma que se generan fácilmente defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades. Por el contrario, si el diámetro es mayor que 1,1 mm, el cordón fundido alrededor de la punta del alambre sólido crece de manera basta y como consecuencia de ello se generan fácilmente salpicaduras que tienen un diámetro gran de 1 mm o más. De este modo, preferentemente el diámetro del alambre sólido varía preferentemente de 0,7 a 1,1 mm, más preferentemente de 0,8 a 1,0 mm.

[Gas inerte]

- 15 El gas inerte relacionado con la presente invención es gas de Ar que contiene de un 25 a un 40 % de gas de CO₂. En otras palabras, el gas inerte relacionado con la invención es gas de Ar-CO₂ que contiene de un 25 a un 40 % de gas de CO₂ y gas de Ar como equilibrio.

- 20 Normalmente, el gas de Ar-CO₂ usado para la soldadura con arco sumergido en gas inerte es gas de Ar-CO₂ donde el contenido de CO₂ es de un 20 %. Esto es porque si el contenido de CO₂ en porcentaje en el gas de Ar-CO₂ es grande, se genera una gran cantidad de salpicaduras. De este modo, apenas se usa gas de Ar-CO₂ donde el contenido de CO₂ sea mayor que un 20 %. No obstante, considerando el rendimiento de resistencia de poros, de acuerdo con cualquier gas de Ar-CO₂ donde el contenido de CO₂ en porcentaje es un valor convencional, la potencia de arco es desfavorablemente pequeña para aumentar la probabilidad de generación de defectos de porosidad tales como picaduras y oquedades.

- 25 De este modo, en la presente invención, se usa el alambre sólido anteriormente mencionado, donde el contenido de cada elemento está restringido a una proporción predeterminada; incluso cuando el gas inerte es gas de Ar-CO₂ que contiene hasta un 40 % de gas de CO₂, esto posibilita lograr una soldadura estable al tiempo que se restringe la generación de salpicaduras, y además concentrar el arco por medio de una propiedad de constricción de arco que tiene el CO₂ para aumentar la potencia de arco (mejorar el rendimiento de resistencia de poros). No obstante, si el contenido de gas de CO₂ es mayor que un 40 %, no se puede restringir la generación de salpicaduras. Por el contrario, si el contenido de CO₂ es menor que un 25 %, no se obtiene la potencia de arco suficiente. De este modo, el contenido de CO₂ en porcentaje en el gas de Ar (gas de Ar-CO₂) como gas inerte varía de un 25 a un 40 %.

[Miembro metálico de base]

- 30 El miembro metálico de base objeto de soldadura es una chapa de acero galvanizado. La chapa de acero galvanizado es un miembro de placa donde se forma un revestimiento de galvanizado sobre la superficie de la chapa de acero. La composición, espesor y otros factores de la chapa de acero no están particularmente limitados. El peso de revestimiento de galvanizado sobre la superficie del miembro metálico de base tampoco está particularmente limitado.

[Método de soldadura con arco sumergido en gas inerte]

- 45 A continuación, se describe un método de soldadura con arco sumergido en gas inerte.

- 50 El método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la presente invención incluye: alimentar un alambre sólido en un gas inerte como gas de Ar (gas Ar-CO₂); y suministrar una corriente de soldadura al alambre sólido para generar un arco entre el alambre sólido y una chapa de acero galvanizado que es un miembro metálico de base, soldando de este modo la chapa de acero.

(Corriente de impulso que tiene dos picos)

- 55 La corriente de soldadura usada en el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte de acuerdo con la presente invención es una corriente de impulso. La corriente de impulso es una corriente generada repitiendo una conducción eléctrica para un primer pico, una conducción eléctrica para un segundo pico, y una conducción eléctrica de una corriente de base como impulso de ciclo.

- 60 Específicamente, como se ilustra en la Figura 2, en una corriente de impulso 10, se repite lo siguiente como ciclo de impulso Tf: un término de aumento de pico Tup, un primer término Tp1, un término de cambio Tsf, un segundo término Tp2, un término de disminución de pico Tdn y un término de base Tb.

- 65 Se lleva a cabo una breve descripción sobre los motivos por los cuales se usa la corriente de impulso descrita anteriormente como corriente de soldadura.

En la presente invención, se usa gas de Ar que tiene un elevado contenido de CO₂ en porcentaje (es decir, un gas que tiene un bajo porcentaje de Ar) como gas inerte; no obstante, el uso del gas que tiene un bajo contenido de Ar en porcentaje dificulta que el arco en el momento de la soldadura por corriente de impulso adopte una forma de arco de pulverización, de forma que se generan fácilmente salpicaduras. Específicamente, la posición de generación del arco pasa a ser una posición baja de un lado del alambre sólido (posición próxima a la punta del alambre sólido), de modo que no es posible apretar suficientemente el cordón por medio de la fuerza de pellizcado alrededor de la punta del alambre sólido. Por consiguiente, no se genera fácilmente un arco de pulverización apropiado.

En general, cuando el contenido en porcentaje de gas de Ar en el gas inerte es bajo, se lleva a cabo un intento para generar un arco de pulverización aumentando el valor de la corriente de impulso. No obstante, cuando la corriente de impulso se forma por medio de ondas rectangulares comunes u ondas trapezoidales (véase 20 en la Figura 2), el área de impulso se vuelve demasiado grande únicamente aumentando el valor de la corriente. De este modo, cuando se aplica la corriente a soldadura de alta velocidad, se generan fácilmente defectos de soldadura, tales como corte, en los extremos del cordón.

De este modo, en la presente invención, se usa el impulso descrito anteriormente como corriente de soldadura, de modo que la posición de generación de arco se vuelve una posición elevada de un lado del alambre sólido (posición lejos de la punta del alambre sólido) de acuerdo con la corriente de impulso del término de primer pico Tp1, de manera que se permite que la fuerza de pellizcado apropiada actúe sobre la totalidad del cordón fundido formada alrededor de la punta del alambre sólido. Además, en la invención, el término de segundo pico Tp2 se ajusta al interior de la corriente de impulso, evitando de este modo el problema de que el área de pulso para cada uno de los ciclos sea excesiva, con el fin de evitar la generación de defectos de soldadura tales como cortes.

(Primero pico)

Con el fin de evitar que la fuerza de pellizcado actúe de manera apropiada sobre la totalidad del cordón fundido formada alrededor de la punta del alambre sólido en el primer término de pico Tp1, es necesario generar un arco en la posición de base-extremo terminal del alambre, en lugar de la punta del alambre (resto de comienzo de licuefacción del alambre), es decir, una posición elevada de un lado del alambre (posición lejos de la punta del alambre sólido). Si el valor de corriente Ip1 del primer pico de la corriente de impulso es menor que 440 A, no se genera el arco a partir de una posición suficientemente elevada del lado del alambre. Por el contrario, si el valor de corriente Tp1 del primer pico es mayor que 500 A, el lado del alambre se funde de forma excesiva. Por consiguiente, el valor de corriente Ip1 de la primera corriente varía de 440 a 500 A.

El término de primero pico Tp1 es un término necesario para apretar la parte superior del lado del cordón fundido formada alrededor de la punta del alambre por medio de la fuerza de pellizcado. De este modo, si el término es menor que 0,2 ms, no se puede garantizar un período cuando el cordón fundido se aprieta por medio de la fuerza de pellizcado. Por el contrario, si el término es mayor que 0,6 ms, el cordón fundido se estira excesivamente de forma que tiene lugar fácilmente un cortocircuito que provoca la generación de salpicaduras. De este modo, el término de primer pico Tp1 varía de 0,2 a 0,6 ms.

(Segundo pico)

En el término de segundo pico Tp2, la parte del cordón fundido de posición media o baja del cordón fundido formada alrededor de la punta del alambre queda envuelta en el arco, y posteriormente se separa de forma apropiada a partir de la otra parte por medio de la fuerza de pellizcado. Si el valor de corriente IP2 del segundo pico es menor que 300 A, no se genera fácilmente el arco de pulverización. De este modo, el entorno de soldadura pasa a un estado donde el arco se genera a partir de la parte inferior del cordón fundido formada alrededor de la punta del alambre. De este modo, no se logra una buena transferencia del cordón. Por el contrario, si el valor de corriente es mayor que 400 A, el valor no es diferente del correspondiente al primer pico de manera que todo el valor (valor promedio de corriente) se vuelve elevado. En breve, el área de impulso se vuelve excesiva. Por consiguiente, cuando se aplica una corriente de impulso a soldadura de alta velocidad, se generan fácilmente defectos de soldadura en los extremos del cordón. De este modo, el valor de corriente Ip2 del segundo pico varía de 300 a 400 A.

Si el término de segundo pico Tp2 es menor que 0,2 ms, no es posible garantizar el período en el cual se aprieta el cordón por medio de la fuerza de pellizcado. Por el contrario, si el término es mayor que 0,6 ms, el cordón fundido se estira en exceso de forma que se genera fácilmente un cortocircuito, provocando la aparición de salpicaduras. Así, el término de segundo pico Tp2 varía de 0,2 a 0,6 ms.

El término de cambio Tsf para el cual la corriente de impulso cambia del primer pico al segundo pico varía de 0,2 a 0,6 ms, como en el término de primer pico Tp1, para no hacer que el área de impulso sea demasiado grande.

El término de base Tb, y el valor de Ib de la corriente de base del mismo no están particularmente limitados. El valor de corriente Ib varía preferentemente de 20 a 80 A; y el término Tb varía preferentemente de 0,5 a 20 ms.

El tiempo de aumento de pico Tup y el término de disminución de pico Tdn tampoco están particularmente limitados.

El término T_{up} varía preferentemente de 0,4 a 0,8 ms; y el término T_{dn} preferentemente de 0,4 a 1,2 ms.

En referencia a la Figura 2, se hace una descripción posteriormente del estado de un cordón fundido formado alrededor de la punta del alambre sólido 1 cuando se usa la corriente de impulso anteriormente mencionada.

5 En el término de primer pico T_{p1} , la fuerza de pellizcado actúa sobre la totalidad del cordón fundido 4 formado alrededor de la punta del alambre sólido 1 (véase Figura 2(a)). En el término de segundo pico T_{p2} , la parte de posición media o inferior del cordón fundido 4 formado alrededor de la punta del alambre sólido 1 queda envuelta en el arco, y pasa a un estado justamente previo a la separación de la otra parte por medio de la fuerza de pellizcado
10 (véase Figura 2(b)). En el término de disminución de pico T_{dn} después del término de segundo pico T_{p2} , se separa un cordón fundido esférico 5 del cordón fundido 4 formado alrededor de la punta del alambre sólido 1 (véase la Figura 2(c)). Posteriormente, en el término de base T_b , el cordón fundido separado 5 se mueve hasta la región soldada (véase la Figura 2(d)).

15 (Corriente de impulso que tiene dos períodos de impulso)

Como se ilustra en la Figura 3(a), preferentemente la corriente de impulso es una corriente de impulso generada por medio de repetición, alternativamente a una frecuencia predeterminada, de un primer período P1 donde se repite un ciclo de impulso de forma densa y continua, y un segundo período P2 donde se repite un ciclo de impulso de forma
20 corta y continua. En otras palabras, preferentemente la corriente de impulso es una corriente de impulso generada por medio de repetición, alternativamente a una frecuencia predeterminada, de un primer período P1 donde se repite un ciclo predeterminado de forma densa y continua, y un segundo período P2, que es más largo que el período predeterminado, donde se repite un ciclo de impulso de forma corta y continua.

25 Primero se hace una breve descripción sobre los motivos por los cuales se usa la corriente de impulso que se ha descrito anteriormente como corriente de soldadura.

Con el fin de utilizar el calor de arco para evaporar el galvanizado de forma positiva sobre la región fundida justo por debajo de alambre sólido, se debería usar una corriente grande como corriente de soldadura, para hacer que la potencia de arco también sea grande. No obstante, el valor de corriente de soldadura está en proporción sustancial
30 con la velocidad de alimentación del alambre. Es preciso ajustar la velocidad de alimentación del alambre, considerando la relación con la cantidad fundida para la unión, que se decide en base a la velocidad de soldadura y el corte transversal del cordón. Por tanto, es imposible solo aumentar libremente el valor de la corriente de soldadura.

35 De este modo, en la presente invención, se usa una corriente de impulso como se ha descrito anteriormente como corriente de soldadura, haciendo posible el aumento de la corriente de soldadura en el primer período P1 y la disminución en el segundo período P2, que se modifique la corriente promedio de soldadura. Por consiguiente, en el primer período P1, una potencia de arco grande posibilita el empuje del metal fundido hacia afuera, justo por debajo del alambre de soldadura, para excavar la región fundida de manera más profunda. Adicionalmente, por medio de la repetición de la corriente de soldadura en el primer período P1 y en el segundo período P2 de forma alternativa, se puede vibrar periódicamente el metal fundido que se solidifica. La vibración hace posible liberar el gas de cinc 3 encerrado en la región fundida hacia el exterior.

45 (Primer período y segundo período)

Si la frecuencia a la cual se repiten el primer período P1 y el segundo período P2 es menor que 5 Hz, el segundo período P2, en el cual se repite un ciclo de impulso de forma corta y continua, se vuelve largo para que la evaporación apropiada del galvanizado no se vea favorecida en el presente período. Además, surgen ondulaciones irregulares en el aspecto externo del cordón.
50

Por el contrario, si esta frecuencia es mayor que 30 Hz, el término de intercambio es demasiado corto, de modo que el primer período P1, donde se repite un ciclo de impulso de forma corta y continua, es corto de modo que la evaporación apropiada del galvanizado no se ve favorecida de forma fácil. Además, el metal fundido que se solidifica
55 no puede vibrar de forma suficiente para reducir el efecto de liberación de burbujas encerradas en el metal de soldadura hacia el exterior del metal fundido.

Por tanto, es preferible que la corriente de impulso sea una corriente generada por repetición del primer período P1 y el segundo período P2 a una frecuencia de 5 a 30 Hz. En otras palabras, la corriente de impulso es preferentemente una corriente generada por repetición de un ciclo compuesto por el primer período P1 y el segundo período P2 a una frecuencia de 5 a 30 Hz.
60

Como se muestra en la Figura 3(b), la tensión en el primer período P1 y el segundo período P2 fluctúa.

65 La duración de cada ciclo de impulsos no está particularmente limitada. Preferentemente, el ciclo de impulso en el primer período P1 varía de 2 a 25 ms; y el ciclo de impulso en el segundo período P2 varía de 2 a 25 ms.

5 La corriente de impulso puede ser una corriente que se genera por repetición alternativa, a una frecuencia predeterminada, del primer período P1 donde un ciclo de impulso se repite de forma densa y continua y el segundo período P2 donde el ciclo de impulso se repite de forma corta y continua, y puede ser una corriente donde cada uno de los ciclos de impulso del primer período P1 y el segundo período P2 están compuestos por conducciones eléctricas como se ha descrito anteriormente, es decir, una conducción eléctrica para el primer pico, una conducción eléctrica para el segundo pico, y una conducción eléctrica de la corriente de base.

Ejemplos

10 A continuación, se describen el alambre sólido y el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte que usa este alambre de acuerdo con la presente invención por medio de los ejemplos de demostración que cumplen los requisitos de la invención, y los ejemplos comparativos que no cumplen los requisitos.

15 (Alambres sólidos y gases inertes)

Los alambres sólidos son alambres con una composición cada uno como se muestra en la Tabla 1 (alambres Nos. W1 a W42).

Tabla 1

Alambre Nº.	Composición química en masa total de alambre (%)																Si+Mn 100(S+O)	Mn/Si
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Al	Ti	Nb	Zr	Mo	N	O				
W1	0.03	0.62	1.12	0.0022	0.0042	0.28	0.21	0.005	0.011	0.007	0.005	0.004	0.0038	0.0042	2.1	1.8		
W2	0.04	0.71	1.15	0.0024	0.0046	0.02	0.23	0.005	0.008	0.006	0.005	0.003	0.0041	0.0052	1.9	1.6		
W3	0.03	0.72	1.34	0.0042	0.0076	0.06	0.22	0.004	0.009	0.007	0.005	0.005	0.0039	0.0049	1.6	1.9		
W4	0.02	0.57	1.15	0.0023	0.0013	0.05	0.21	0.005	0.009	0.006	0.006	0.006	0.0047	0.0049	2.8	2.0		
W5	0.03	0.61	1.11	0.0037	0.0042	0.92	0.22	0.006	0.007	0.008	0.006	0.006	0.0041	0.0054	1.8	1.8		
W6	0.15	0.60	1.05	0.0014	0.0038	0.12	0.22	0.005	0.006	0.005	0.005	0.008	0.0039	0.0048	1.9	1.8		
W7	0.01	0.88	1.12	0.0028	0.0046	0.08	0.21	0.005	0.005	0.004	0.005	0.008	0.0052	0.0049	2.1	1.3		
W8	0.03	0.44	0.89	0.0038	0.0044	0.08	0.22	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.0054	0.0048	1.4	2.0		
W9	0.03	0.58	1.17	0.0046	0.0072	0.07	0.24	0.008	0.006	0.008	0.006	0.009	0.0046	0.0092	1.1	2.0		
W10	0.04	0.75	1.42	0.0047	0.0056	0.08	0.21	0.006	0.007	0.008	0.006	0.008	0.0051	0.0057	1.9	1.9		
W11	0.04	0.45	0.24	0.0027	0.0046	0.08	0.22	0.004	0.008	0.007	0.004	0.004	0.0061	0.0021	1.0	0.5		
W12	0.04	0.61	1.21	0.0032	0.0048	0.07	2.89	0.009	0.009	0.006	0.006	0.007	0.0073	0.0061	1.7	2.0		
W13	0.03	0.68	1.18	0.0048	0.0047	0.07	0.02	0.006	0.007	0.008	0.008	0.008	0.0062	0.0052	1.9	1.7		
W14	0.03	0.58	1.11	0.0024	0.0077	0.06	0.22	0.472	0.008	0.008	0.007	0.006	0.0077	0.0031	1.6	1.9		
W15	0.04	0.62	1.24	0.0024	0.0052	0.08	0.27	0.120	0.487	0.007	0.006	0.006	0.0081	0.0052	1.8	2.0		
W16	0.04	0.72	1.29	0.0057	0.0042	0.11	0.21	0.006	0.210	0.477	0.007	0.007	0.0163	0.0042	2.4	1.8		
W17	0.03	0.58	1.18	0.0037	0.0049	0.09	0.21	0.006	0.012	0.009	0.486	0.005	0.0082	0.0052	1.7	2.0		
W18	0.04	0.66	1.22	0.0482	0.0043	0.07	0.23	0.008	0.008	0.011	0.006	0.006	0.0056	0.0048	2.1	1.8		
W19	0.03	0.64	1.29	0.0033	0.0053	0.12	0.21	0.008	0.007	0.007	0.006	0.092	0.0047	0.0055	1.8	2.0		
W20	0.03	0.52	1.03	0.0031	0.0032	0.42	0.22	0.007	0.004	0.006	0.008	0.011	0.0052	0.0037	2.2	2.0		
W21	0.06	0.55	1.03	0.0049	0.0021	0.07	0.21	0.006	0.008	0.007	0.008	0.008	0.0062	0.0039	2.6	1.9		
W22	0.06	0.56	1.05	0.0140	0.0020	0.07	0.21	0.008	0.005	0.009	0.006	0.007	0.0058	0.0042	2.6	1.9		
W23	0.06	0.62	1.06	0.0260	0.0021	0.08	0.22	0.008	0.006	0.007	0.006	0.007	0.0062	0.0049	2.4	1.7		
W24	0.07	0.82	0.62	0.0170	0.0020	0.07	0.22	0.009	0.007	0.491	0.007	0.007	0.0072	0.0034	2.7	0.8		
W25	0.14	0.68	1.04	0.0020	0.0020	0.06	0.22	0.008	0.007	0.008	0.007	0.008	0.0058	0.0036	3.1	1.5		
W26	0.07	0.55	1.06	0.0140	0.0030	0.07	0.21	0.008	0.300	0.009	0.007	0.008	0.0061	0.0018	3.4	1.9		
W27	0.08	0.55	1.12	0.0072	0.0140	0.05	0.21	0.005	0.041	0.008	0.009	0.004	0.0037	0.0057	0.8	2.0		
W28	0.06	0.89	0.24	0.0043	0.0020	0.05	0.21	0.005	0.008	0.008	0.008	0.004	0.0034	0.0052	1.6	0.3		
W29	0.05	0.05	1.05	0.0063	0.0023	0.05	0.22	0.006	0.004	0.007	0.007	0.005	0.0048	0.0061	1.3	21.0		
W30	0.06	0.05	2.09	0.0021	0.0033	0.06	0.21	0.008	0.007	0.009	0.007	0.008	0.0068	0.0038	3.0	41.8		
W31	0.02	0.91	1.36	0.0050	0.0570	0.01	0.21	0.005	0.008	0.008	0.007	0.007	0.0059	0.0051	0.4	1.5		
W32	0.05	0.55	0.57	0.0049	0.0096	0.02	0.22	0.006	0.008	0.008	0.008	0.008	0.0061	0.0054	0.7	1.0		
W33	0.06	0.32	1.22	0.0055	0.0072	1.21	0.22	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.0057	0.0035	1.4	3.8		
W34	0.05	0.35	1.32	0.0043	0.0078	0.04	3.25	0.008	0.006	0.007	0.008	0.006	0.0053	0.0042	1.4	3.8		
W35	0.06	0.84	0.35	0.0142	0.0265	0.05	0.21	0.120	0.008	0.008	0.009	0.008	0.0063	0.0043	0.4	0.4		
W36	0.06	0.47	0.19	0.0053	0.0098	0.03	0.22	0.122	0.072	0.008	0.008	0.007	0.0062	0.0039	0.5	0.4		

(continuación)

Composición química en masa total de alambre (%)

Alambre Nº.	Composición química en masa total de alambre (%)														Mn/Si	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Al	Ti	Nb	Zr	Mo	N	O		Si+Mn 100(S+O)
W37	0,03	0,62	1,22	0,0038	0,0143	0,03	0,22	0,005	0,210	0,008	0,672	0,008	0,0064	0,0051	0,9	2,0
W38	0,04	0,61	0,94	0,0052	0,0172	0,04	0,22	0,005	0,220	0,007	0,008	5,440	0,0067	0,0039	0,7	1,5
W39	0,06	1,22	2,23	0,0058	0,0089	0,03	0,23	0,006	0,310	0,010	0,007	0,009	0,0059	0,0045	2,6	1,8
W40	0,06	0,81	1,44	0,0690	0,0034	0,03	0,22	0,005	0,007	0,006	0,006	0,007	0,0068	0,0039	3,1	1,8
W41	2,23	1,88	2,23	0,0052	0,0035	0,04	0,21	0,007	0,008	0,007	0,008	0,005	0,0054	0,0039	5,6	1,2
W42	0,06	0,72	1,21	0,0049	0,0088	0,03	0,21	0,005	0,005	0,008	0,005	0,007	0,0044	0,0123	0,9	1,7

Los alambres sólidos excepto la Muestra de Ensayo N°. 13 (alambre N°. W13) de la Tabla 1 presentan cada uno superficies metalizadas con Cu (la cantidad de Cu fue de un 0,20 % en masa de la masa total del alambre). Los Nos. de alambre en las Tablas 2A a 5 listadas a continuación corresponden a los Nos. de alambre de la Tabla 1. Las composiciones respectivas de los gases inertes usados se muestran en las Tablas 2A a 5.

- 5 (Miembros metálicos de base)
- Los miembros metálicos de base fueron cada uno de ellos un SGCC (chapas de acero galvanizado) de acuerdo con JIS G 3302 donde el peso de revestimiento de su galvanizado fue de 45 g/m². Como se ilustra en la Figura 4, en cada par compuesto por dos chapas de acero galvanizado (300 mm x 55 mm x 2,3 mm), se movieron las dos chapas de acero una con respecto a la otra una distancia de 25 mm, y se colocaron una sobre otra. Se unieron las chapas una sobre otra por medio de soldadura por puntos (unión temporal), con una separación de soldadura de 0 mm, para crear una condición de fácil generación de defectos de porosidad.
- 10 (Condiciones de soldadura con arco)
- Como se ilustra en la Figura 4, se sometió cada uno de los pares a soldadura por medio de un método que consistió en someter un borde 6 de uno de los miembros metálicos de base soldado por puntos emparejado a soldadura a solape (longitud: 250 mm). De este modo, se formó el cordón 7 como se muestra en la Figura 4. Con respecto a cada una de las Muestras de Ensayo N°. 1 a 201 descritas en las Tablas 2A a 5, se llevó a cabo la soldadura en un estado donde se adoptó una posición de soldadura en pendiente (ángulo con respecto a la superficie horizontal: 30°) ilustrado en la Figura 5(b) y el ángulo de la antorcha sobre las superficies del miembro metálico de base fue un ángulo recto.
- 25 Con respecto a los Muestras de Ensayo Nos. 1 a 85 descritas en las Tablas 2A a 3, las condiciones detalladas fueron las siguientes para la tensión/corriente promedio, la distancia entre el miembro metálico básico y la rebaba, el caudal (de gas inerte), la velocidad de soldadura y la velocidad de alimentación de alambre.
- 30 En caso de usar alambres sólidos que tienen un diámetro de alambre de 0,6 a 0,7 mm, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones: la tensión/corriente promedio: de 200 a 200 A/de 39 a 30 V, distancia entre el miembro metálico de base y la rebaba: 15 mm, el caudal: 25 l/min, velocidad de soldadura: 100 cm/min y velocidad de alimentación del alambre: 1500 cm/min.
- 35 En caso de usar alambres sólidos que tienen un diámetro de alambre de 0,8 a 1,0 mm, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones: la tensión/corriente promedio: de 210 a 230 A/de 27 a 29 V, distancia entre el miembro metálico de base y la rebaba: 15 mm, caudal: 25 l/min, velocidad de soldadura: 100 cm/min y velocidad de alimentación del alambre: 1100 cm/min.
- 40 En caso de usar alambres sólidos que tienen un diámetro de alambre de 1,2 a 1,4 mm, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones: tensión/corriente promedio: de 220 a 240 A/de 23 a 25 V, l distancia entre el miembro metálico de base y la rebaba: 15 mm, el caudal: 25 l/min, velocidad de soldadura: 100 cm/min y velocidad de alimentación del alambre: 700 cm/min.
- 45 En caso de usar alambres sólidos que tienen un diámetro de alambre de 1,6 mm, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones: tensión/corriente promedio: de 230 a 250 A/de 21 a 23 V, distancia entre el miembro metálico de base y la rebaba: 15 mm, caudal: 25 l/min, velocidad de soldadura: 100 cm/min y velocidad de alimentación del alambre: 500 cm/min.
- 50 La forma de onda de impulso de la corriente de impulso usada como corriente de soldadura fue específicamente una forma de onda mostrada en la Figura 6. Cuando el contenido en porcentaje de gas de CO₂ en el gas inerte fue de un 25 a un 40 %, la tensión aplicada se hizo 1 V mayor que las tensiones anteriormente mencionadas para llevar a cabo la soldadura. Cuando el contenido en porcentaje fue mayor que un 40 %, la tensión aplicada se hizo 2 V mayor para llevar a cabo la soldadura.
- 55 Con respecto a los Muestras de Ensayo Nos. 86 a 165 descritas en las Tablas 4A a 4B, las condiciones detalladas fueron las siguientes para la corriente de base, la tensión, la distancia entre el miembro metálico básico y la rebaba, el caudal (de gas inerte), la velocidad de soldadura y la velocidad de alimentación de alambre.
- 60 En caso de usar alambres sólidos que tienen un diámetro de alambre de 1,0 mm, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones: tensión/corriente de base: 40A/ de 26 a 28, distancia entre el miembro metálico de base y rebaba: 15 mm, caudal: 25 l/min, velocidad de soldadura: 100 cm/min y velocidad de alimentación del alambre: 1000 cm/min.
- 65 En caso de usar alambres sólidos que tienen un diámetro de alambre de 0,7 mm, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones: tensión/corriente de base: 40A/ de 25 a 27, distancia entre el miembro metálico de base y rebaba: 12 mm, caudal: 25 l/min, velocidad de soldadura: 100 cm/min y velocidad de alimentación del alambre: 2000

cm/min.

5 Cuando el contenido en porcentaje de gas de CO₂ en el gas inerte fue de un 40 %, la tensión aplicada se hizo 1 V mayor que las tensiones anteriormente mencionadas para llevar a cabo la soldadura.

10 Con respecto a los Muestras de Ensayo Nos. 166 a 201 descritas en la Tabla 5, las condiciones detalladas fueron las siguientes para las tensiones de primer período/segundo período, la distancia entre el miembro metálico básico y la rebaba, el caudal (de gas inerte), la velocidad de soldadura y la velocidad de alimentación de alambre.

15 En caso de usar alambres sólidos que tienen un diámetro de alambre de 1,0 mm, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones: tensiones de primer período/segundo período: 28V/26 V, distancia entre el miembro metálico de base y la rebaba: 15 mm, caudal: 25 l/min, velocidad de soldadura: 100 cm/min y velocidad de alimentación del alambre: 1000 cm/min.

20 En caso de usar alambres sólidos que tienen un diámetro de alambre de 0,7 mm, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones: tensiones de primer período/segundo período: 27V/25 V, distancia entre el miembro metálico de base y la rebaba: 12 mm, caudal: 25 l/min, velocidad de soldadura: 100 cm/min y velocidad de alimentación del alambre: 2000 cm/min.

25 Cuando el contenido en porcentaje de gas de CO₂ en el gas inerte fue de un 40 %, la tensión aplicada se hizo 1 V mayor que las tensiones anteriormente mencionadas para llevar a cabo la soldadura.

(Método de medición de picaduras y criterio de evaluación)

30 Se midió cada una de las muestras en cuanto a picaduras a simple vista. Se contó el número de picaduras en el cordón de 250 mm de longitud. Se calculó el promedio a partir de los respectivos valores medidos dos veces. Este promedio se usó para evaluar la muestra de ensayo.

35 En caso de gas inerte (Ar + 20 % de gas de CO₂), el número de picaduras fue de 5,5/250 mm (véase la Muestra de Ensayo N^o. 53 en la Tabla 2B). A luz de esto, cuando el número fue de 5,0 o menos (sin incluir, 0), se consideró la muestra de ensayo como buena (○), ya que se consideró que la muestra tenía un efecto de mejora del rendimiento de resistencia de poros; cuando el número fue 0, la muestra fue muy buena (●); o cuando el número fue mayor que 5,0, la muestra se consideró mala (X).

(Método de medición de oquedades y criterio de evaluación)

40 Se midió cada una de las muestras en cuanto a oquedades por medio de un método de acuerdo con un ensayo radiográfico (RT, véase JIS Z 3104). Se contó el número de oquedades en el cordón de 250 mm de longitud. Se calculó el promedio a partir de los valores respectivos medidos dos veces. Se usó este promedio para evaluar la muestra de ensayo.

45 En caso de gas convencional (Ar + 20 % de gas de CO₂), el número de oquedades fue de 31,0 /250 mm (véase Muestra de Ensayo N^o. 53 en la Tabla 2B). A la luz de esto, cuando el número fue mayor que 20,0 y 30,0 o menos, se consideró que la muestra de ensayo fue relativamente buena (Δ), ya que se consideró que la muestra de ensayo tenía un efecto predeterminado de mejora del rendimiento de resistencia de poros (se reconoció que tenía un efecto un tanto mayor que las muestras de la técnica anterior); cuando el número fue 20,0 o menos (sin incluir 0), la muestra de ensayo fue buena (○), ya que se consideró que la muestra tenía un efecto de mejora del rendimiento de resistencia de poros; o cuando el número fue 0, la muestra fue muy buena (●).

50 Si el número fue mayor que 30,0, se consideró que la muestra fue mala (X).

(Método de medición de la cantidad de salpicaduras y criterio de evaluación de las mismas)

55 Con el fin de medir la generación de salpicaduras en cada una de las muestras de ensayo, se soldó la muestra de ensayo en una caja formada por placas de cobre que tenía una altura de 300 mm, una anchura de 300 mm y una longitud de 450 mm, y se recogieron todas las salpicaduras generadas durante 1 minuto a partir de la caja. Se midió la masa total de las salpicaduras recogidas para definir como la cantidad de salpicaduras (g/min).

60 Cuando la cantidad de salpicaduras es mayor que 1,80 g/min, aparentemente muchas salpicaduras aparecen dispersadas. De este modo, cuando la cantidad es mayor que 1,50 g/min, pero fue de 1,80 g/min o menos, se reconoció un efecto de restricción de salpicaduras predeterminado. De este modo, en este caso, se consideró que la muestra de ensayo fue relativamente buena (Δ). Cuando la cantidad de salpicaduras fue de 1,50 g/min o menos, se consideró que la muestra de ensayo fue buena (○); o cuando la cantidad de salpicaduras no fue mayor que 0,75 g/min, que es la mitad de 1,50 g/min, la muestra de ensayo fue muy buena (●). Si la cantidad de salpicaduras fue mayor que 1,80 g/min, se consideró que la muestra de ensayo fue mala (X).

ES 2 745 256 T3

(Método de medición de la relación de cubrimiento de escorias y criterio de evaluación de la misma)

- 5 Se fotografió cada una de las muestras de ensayo con una cámara digital para el aspecto externo del cordón (sobre una longitud de 250 mm de cordón). Se llevó a cabo una conversión binaria de la imagen resultante para dividir el aspecto externo en cuanto a escorias y superficie metálica. A partir de sus respectivas áreas, se midió la relación de cubrimiento de escorias. Cuando la relación fue mayor que un 15 %, se consideró que la muestra fue mala (X), ya que el aspecto externo del cordón fue malo, o cuando la relación fue de un 15 % o menos, se consideró que la muestra fue buena (○).

- 10 (Método de comprobación de aspecto externo del cordón y criterio de evaluación del mismo)

- 15 Se comprobó cada una de las muestras a simple vista en cuanto al aspecto externo del cordón. Se comprobó si la superficie del cordón tenía algún defecto de soldadura, tal como sinuosidades, montículos o rebajes y cubrimiento de escorias. Cuando la superficie del cordón presentó algún defecto de soldadura o cubrimiento de escorias como se ha descrito anteriormente, se consideró que la muestra de ensayo fue mala (X); o cuando la superficie del lecho no tuvo ni defecto ni cubrimiento de escoria, la muestra se consideró buena (○). El criterio sobre si la superficie del cordón tenía o no cubrimiento de escorias fue de acuerdo con el criterio anteriormente mencionado (se consideró que la superficie del cordón tenía cubrimiento de escorias cuando la relación mayor que un 15 %).

- 20 Las Tablas 2A a 5 muestran los resultados del uso de alambres sólidos individuales para llevar a cabo las operaciones de soldadura en condiciones determinadas. En las tablas, cualquier subrayado muestra que los requisitos de la presente invención no se cumplen. En las tablas, la expresión "Ar + valor numérico de CO₂" muestra un gas de Ar-CO₂ compuesto por CO₂ en una proporción (%) representada por el valor numérico, y el gas de Ar como equilibrio. En las tablas, la expresión "frecuencia de onda" muestra la frecuencia a la cual el primer período (período donde se repite un ciclo de impulso de forma densa y continua) y el segundo período (período donde se repite un ciclo de impulso de forma corta y continua) se repiten como un ciclo.

[Tabla 2A]

Muestra de Ensayo N.º	Alambre N.º	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Número de picaduras (250-mm)	Número de picaduras (250-mm)	Número de oquedades (250-mm)	Salpicaduras (g/min)	Relación de cubrimiento de escorias (%)	Aspecto externo del cordón
1	W1	1,2	Ar+25CO ₂	0,5	0	0,28	0,99	2,3	o
2	W2	1,2	Ar+25CO ₂	1,0	0	12,0	1,12	3,4	o
3	W3	1,2	Ar+25CO ₂	3,0	0	18,0	1,37	4,7	o
4	W4	1,2	Ar+25CO ₂	0,5	0	7,0	0,96	5,2	o
5	W5	1,2	Ar+25CO ₂	0,5	0	12,0	1,14	6,8	o
6	W6	1,2	Ar+25CO ₂	1,0	0	13,0	1,42	3,8	o
7	W7	1,2	Ar+25CO ₂	2,5	0	16,0	1,13	6,2	o
8	W8	1,2	Ar+25CO ₂	0,0	●	8,0	1,02	6,9	o
9	W9	1,2	Ar+25CO ₂	4,0	0	16,0	1,23	6,7	o
10	W10	1,2	Ar+25CO ₂	1,0	0	9,5	1,31	8,5	o
11	W11	1,2	Ar+25CO ₂	2,0	0	10,0	1,09	3,4	o
12	W12	1,2	Ar+25CO ₂	2,5	0	12,0	1,11	4,8	o
13	W13	1,2	Ar+25CO ₂	2,0	0	11,0	0,92	5,1	o
14	W14	1,2	Ar+25CO ₂	1,0	0	9,0	1,45	9,7	o
15	W15	1,2	Ar+25CO ₂	1,5	0	7,0	1,22	11,2	o
16	W16	1,2	Ar+25CO ₂	4,0	0	7,0	1,31	8,5	o
17	W17	1,2	Ar+25CO ₂	3,0	0	8,5	1,21	10,5	o
18	W18	1,2	Ar+25CO ₂	1,5	0	7,0	1,33	6,2	o
19	W19	1,2	Ar+25CO ₂	1,0	0	11,0	1,22	5,7	o
20	W20	1,2	Ar+25CO ₂	0	●	8,0	1,24	7,2	o
21	W21	1,2	Ar+25CO ₂	2,5	0	16,0	1,32	4,8	o
22	W22	1,2	Ar+25CO ₂	1,5	0	12,0	1,22	4,2	o
23	W23	1,2	Ar+25CO ₂	2,0	0	11,5	1,21	3,8	o
24	W24	1,2	Ar+25CO ₂	5,0	0	12,0	1,28	4,1	o
25	W25	1,2	Ar+25CO ₂	2,5	0	8,0	1,28	4,8	o
26	W26	1,2	Ar+25CO ₂	3,0	0	9,0	1,38	3,8	o
27	W1	1,2	Ar+30CO ₂	0	●	2,0	1,22	3,9	o
28	W1	1,2	Ar+35CO ₂	0	●	1,5	1,28	4,2	o
29	W1	1,2	Ar+40CO ₂	0	●	2,0	1,47	4,8	o
30	W2	1,2	Ar+35CO ₂	0	●	2,0	1,36	4,7	o
31	W3	1,2	Ar+35CO ₂	0	0	3,0	1,22	5,8	o
32	W4	1,2	Ar+35CO ₂	0	●	2,0	1,38	4,2	o

ES 2 745 256 T3

Las muestras de ensayo Nos. 1, 5, 6, 16, 20 y 27 a 29 son ejemplos de la presente invención, las muestras de ensayo Nos. 2 a 4, 7 a 15, 18, 21 a 26 y 30 a 32 son ejemplos de referencia.

[Tabla 2B]

Muestra de Ensayo N.º	Alambre N.º	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Número de picaduras (/250-mm)		Número de oquedades (/250-mm)		Salpicaduras (g/min)		Relación de cubrimiento de escorias (%)	Aspecto externo del cordón	Ejemplo Comparativo
33	W27	1,2	Ar+25CO ₂	12,0	X	0,3	X	1,42	0	5,6	o	Ejemplo Comparativo
34	W28	1,2	Ar+25CO ₂	5,0	o	31,5	X	1,38	o	5,9	o	Ejemplo Comparativo
35	W29	1,2	Ar+25CO ₂	3,0	o	13,0	o	1,41	o	21,5	X	Ejemplo Comparativo
36	W30	1,2	Ar+25CO ₂	4,0	o	9,0	o	1,27	o	24,4	X	Ejemplo Comparativo
37	W31	1,2	Ar+25CO ₂	43,5	X	68,0	X	2,88	X	8,2	o	Ejemplo Comparativo
38	W32	1,2	Ar+25CO ₂	14,0	X	35,0	X	1,36	o	7,6	o	Ejemplo Comparativo
39	W33	1,2	Ar+25CO ₂	-4,0	o	19,0	o	1,42	o	15,8	X	Ejemplo Comparativo
40	W34	1,2	Ar+25CO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	Ejemplo Comparativo
41	W35	1,2	Ar+25CO ₂	24,0	X	43,0	X	1,39	o	8,5	o	Ejemplo Comparativo
42	W36	1,2	Ar+25CO ₂	15,0	X	34,0	X	1,43	o	7,4	o	Ejemplo Comparativo
43	W37	1,2	Ar+25CO ₂	9,0	X	32,0	X	1,88	X	16,8	X	Ejemplo Comparativo
44	W38	1,2	Ar+25CO ₂	14,0	X	44,0	X	1,32	o	6,9	o	Ejemplo Comparativo
45	W39	1,2	Ar+25CO ₂	2,0	o	8,0	o	1,38	o	15,4	X	Ejemplo Comparativo
46	W40	1,2	Ar+25CO ₂	1,5	o	6,0	o	1,28	o	5,8	o	Ejemplo Comparativo
47	W41	1,2	Ar+25CO ₂	2,5	o	12,0	o	1,92	X	24,5	X	Ejemplo Comparativo
48	W42	1,2	Ar+25CO ₂	9,0	X	37,0	X	1,22	o	19,2	X	Ejemplo Comparativo
49	W27	1,2	Ar+35CO ₂	6,0	X	32,0	X	1,49	o	6,2	o	Ejemplo Comparativo
50	W27	1,2	Ar+45CO ₂	2,5	o	11,0	o	2,02	X	8,9	o	Ejemplo Comparativo
51	W27	1,2	Ar+20CO ₂	12,0	X	42,0	X	1,28	o	4,3	o	Ejemplo Comparativo
52	W2	1,2	Ar+10CO ₂	19,0	X	56,0	X	0,87	o	4,2	o	Ejemplo Comparativo
53	W2	1,2	Ar+20CO ₂	5,5	X	31,0	X	0,98	o	4,2	o	Ejemplo Comparativo
54	W2	1,2	Ar+45CO ₂	0,0	•	2,0	o	1,82	X	9,2	o	Ejemplo Comparativo
55	W2	1,2	Ar+50CO ₂	0,0	•	2,0	o	2,12	X	9,8	o	Ejemplo Comparativo
56	W2	1,2	Ar+60CO ₂	0,0	•	1,0	o	1,98	X	10,3	o	Ejemplo Comparativo
57	W2	1,2	100 % CO ₂	0,0	•	1,5	o	2,21	X	14,4	o	Ejemplo Comparativo

[Tabla 3]

Muestra de Ensayo N.º	Alambre N.º	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Número de picaduras (/250-mm)	Número de oquedades (/250-mm)	Salpicaduras (g/min)	Relación de cubrimiento de escorias (%)	Aspecto externo del cordón	
58	W1	1,0	Ar+25CO ₂	1,0	0,28	●	3,1	○	Ejemplo
59	W1	1,0	Ar+30CO ₂	0	9,0	●	3,3	○	Ejemplo
60	W1	1,0	Ar+35CO ₂	0	7,5	●	3,2	○	Ejemplo
61	W1	1,0	Ar+40CO ₂	0	5,0	●	3,7	○	Ejemplo
62	W1	0,9	Ar+25CO ₂	1,0	11,5	●	3,8	○	Ejemplo
63	W1	0,9	Ar+30CO ₂	0	8,5	●	3,4	○	Ejemplo
64	W1	0,9	Ar+40CO ₂	0	7,0	●	4,2	○	Ejemplo
65	W1	0,8	Ar+25CO ₂	2,0	13,0	●	2,8	○	Ejemplo
66	W1	0,8	Ar+30CO ₂	1,0	10,5	●	3,8	○	Ejemplo
67	W1	0,8	Ar+40CO ₂	0	9,0	●	3,6	○	Ejemplo
68	W1	0,7	Ar+25CO ₂	2,5	17,5	●	3,7	○	Ejemplo
69	W1	0,7	Ar+30CO ₂	2,0	12,0	●	3,8	○	Ejemplo
70	W1	0,7	Ar+40CO ₂	1,0	10,5	●	4,0	○	Ejemplo
71	W1	1,4	Ar+25CO ₂	0,5	5,0	△	3,9	○	Ejemplo
72	W1	1,4	Ar+30CO ₂	0	4,5	△	3,8	○	Ejemplo
73	W1	1,4	Ar+40CO ₂	0	3,0	△	4,1	○	Ejemplo
74	W1	1,6	Ar+25CO ₂	0	4,5	△	3,2	○	Ejemplo
75	W1	1,6	Ar+30CO ₂	0	4,0	△	3,8	○	Ejemplo
76	W1	1,6	Ar+40CO ₂	0	2,0	△	3,7	○	Ejemplo
77	W1	1,6	Ar+25CO ₂	4,0	24,0	●	4,9	○	Ejemplo
78	W1	0,6	Ar+30CO ₂	4,5	22,5	●	4,2	○	Ejemplo
79	W1	0,6	Ar+40CO ₂	3,5	20,5	●	4,2	○	Ejemplo
80	W27	1,0	Ar+25CO ₂	13,5	32,5	●	3,9	○	Comparativo
81	W27	1,0	Ar+30CO ₂	10,0	28,0	○	4,4	○	Ejemplo Comparativo
82	W27	1,0	Ar+40CO ₂	8,5	24,5	○	4,8	○	Ejemplo Comparativo
83	W27	0,8	Ar+25CO ₂	14,0	30,5	●	4,2	○	Ejemplo Comparativo
84	W27	0,8	Ar+30CO ₂	11,5	29,5	●	3,8	○	Ejemplo Comparativo
85	W27	0,8	Ar+40CO ₂	9,0	26,5	●	5,4	○	Ejemplo Comparativo

[Tabla 4A]

Muestra de Ensayo N.º	Alambre N.º	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Primera corriente de pico (A)	Término de primera corriente de pico (ms)	Segunda corriente de pico (A)	Término de segunda corriente de pico (ms)	Término de cambio primer-segundo (ms)	Número de picaduras (250- mm)		Número de oquedades (250-mm)	Salpicaduras (g/min)	Generación de cubrimiento de escorias (%)		Aspecto externo del cordón	Ejemplo
									Número de picaduras	Número de oquedades						
86	W1	1,0	Ar+25CO ₂	500	0,4	350	0,6	0,3	1,5	0	2,5	0,65	3,2	0	0	Ejemplo
87	W1	1,0	Ar+25CO ₂	440	0,4	350	0,6	0,3	2,0	0	3,0	0,64	3,4	0	0	Ejemplo
88	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,6	350	0,6	0,3	2,5	0	3,0	0,54	4,1	0	0	Ejemplo
89	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,2	350	0,6	0,3	1,0	0	2,0	0,66	3,5	0	0	Ejemplo
90	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	400	0,6	0,3	3,0	0	4,5	0,74	4,2	0	0	Ejemplo
91	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	300	0,6	0,3	0	●	1,0	0,71	3,5	0	0	Ejemplo
92	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,3	0	●	1,0	0,55	3,3	0	0	Ejemplo
93	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	350	0,2	0,3	0	●	2,5	0,65	4,3	0	0	Ejemplo
94	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,6	1,0	0	1,0	0,63	4,2	0	0	Ejemplo
95	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,2	1,0	0	2,5	0,74	5,6	0	0	Ejemplo
96	W1	1,0	Ar+40CO ₂	480	0,4	350	0,6	0,3	1,0	0	5,0	0,62	3,1	0	0	Ejemplo
97	W1	1,0	Ar+40CO ₂	440	0,4	350	0,6	0,3	0	●	1,5	0,64	4,2	0	0	Ejemplo
98	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,6	350	0,6	0,3	0	●	4,0	0,65	3,8	0	0	Ejemplo
99	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,2	350	0,6	0,3	1,0	0	1,0	0,69	3,9	0	0	Ejemplo
100	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	390	0,6	0,3	2,0	0	2,0	0,67	3,2	0	0	Ejemplo
101	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	300	0,6	0,3	0	●	4,0	0,62	4,1	0	0	Ejemplo
102	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,3	0	●	2,5	0,53	2,9	0	0	Ejemplo
103	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	350	0,2	0,3	0	●	3,5	0,65	3,4	0	0	Ejemplo
104	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,6	0	●	3,0	0,69	4,3	0	0	Ejemplo
105	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,2	0	●	4,0	0,67	4,8	0	0	Ejemplo
106	W1	0,7	Ar+25CO ₂	460	0,3	300	0,3	0,2	3,5	0	8,0	0,42	3,4	0	0	Ejemplo
107	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	4,0	0	3,5	0,65	5,1	0	0	Ejemplo
108	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	3,0	0	4,0	0,55	4,8	0	0	Ejemplo
109	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,2	300	0,3	0,2	4,5	0	5,5	0,41	3,6	0	0	Ejemplo
110	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	360	0,3	0,2	4,0	0	6,0	0,42	3,1	0	0	Ejemplo
111	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	3,5	0	5,5	0,55	4,5	0	0	Ejemplo
112	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	3,0	0	6,5	0,48	5,1	0	0	Ejemplo
113	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,2	0,2	1,0	0	2,0	0,69	4,1	0	0	Ejemplo
114	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,3	2,5	0	2,5	0,56	3,8	0	0	Ejemplo
115	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	4,5	0	4,5	0,58	3,6	0	0	Ejemplo
116	W1	0,7	Ar+40CO ₂	470	0,3	300	0,3	0,2	2,5	0	2,5	0,67	3,2	0	0	Ejemplo

(continuación)

Muestra de Ensayo N.º	Alambre N.º	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Primera corriente de pico (A)	Término de primera corriente de pico (ms)	Segunda corriente de pico (A)	Término de segunda corriente de pico (ms)	Término de cambio primero-segundo (ms)	Número de picaduras (/250- mm)	Número de oquedades (/250-mm)	Salpicaduras (g/min)	Generación de cubrimiento de escorias (%)	Aspecto externo del cordón
117	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	1,5	3,0	0,57	2,7	○
118	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	1,0	2,0	0,48	5,1	○
119	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,2	300	0,3	0,2	2,0	6,0	0,51	4,7	○
120	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,3	330	0,3	0,2	4,0	2,5	0,46	4,2	○
121	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	2,0	3,0	0,55	4,4	○
122	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	2,5	3,5	0,47	5,0	○
123	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,3	300	0,2	0,2	2,0	4,0	0,56	3,6	○
124	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,3	300	0,3	0,3	3,0	2,5	0,58	3,7	○
125	W1	0,7	Ar+4OCO ₂	440	0,3	300	0,3	0,2	1,0	2,0	0,61	3,5	○

[Tabla 4B]

Muestra de Ensayo N.º	Alambre N.º	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Primera corriente de pico (A)	Término de primera corriente de pico (ms)	Segunda corriente de pico (A)	Término de segunda corriente de pico (ms)	Término de cambio primero-segundo (ms)	Número de picaduras (250- mm)	Número de oquedades (/250-mm)	Salpicaduras (g/min)	Relación de escorias (%)	Aspecto externo del cordón
126	W1	1,0	Ar+25CO ₂	510	0,4	350	0,6	0,3	1,0	10,5	1,51	4,5	○
127	W1	1,0	Ar+25CO ₂	430	0,4	350	0,6	0,3	2,0	12,0	1,56	3,8	○
128	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,7	350	0,6	0,3	1,0	10,5	0,68	3,5	○
129	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,1	350	0,6	0,3	1,5	8,5	1,59	4,5	○
130	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	410	0,6	0,3	2,0	15,0	0,62	4,8	○
131	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	290	0,6	0,3	1,0	15,5	1,65	4,6	○
132	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	350	0,7	0,3	1,5	8,5	0,72	5,4	○
133	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	350	0,1	0,3	2,0	9,0	1,66	5,1	○
134	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,7	1,0	10,5	0,64	4,2	○
135	W1	1,0	Ar+25CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,1	1,0	15,5	1,68	3,8	○
136	W1	1,0	Ar+40CO ₂	510	0,4	350	0,6	0,3	0	5,0	1,52	3,4	○
137	W1	1,0	Ar+40CO ₂	430	0,4	350	0,6	0,3	0	7,0	1,57	4,5	○
138	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,7	350	0,6	0,3	0	6,5	0,77	5,1	○
139	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,1	350	0,6	0,3	0	8,5	1,69	5,8	○
140	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	410	0,6	0,3	1,0	8,0	0,76	4,3	○
141	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	290	0,6	0,3	0	6,5	1,67	4,5	○
142	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	350	0,7	0,3	1,0	7,0	0,77	3,9	○
143	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	350	0,1	0,3	0	8,5	1,77	3,8	○
144	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,7	0	4,5	0,79	4,5	○
145	W1	1,0	Ar+40CO ₂	450	0,4	350	0,6	0,1	0	6,5	1,69	4,7	○
146	W1	0,7	Ar+25CO ₂	510	0,3	300	0,3	0,2	2,5	17,5	1,59	5,7	○
147	W1	0,7	Ar+25CO ₂	430	0,3	300	0,3	0,2	2,0	15,5	1,68	4,5	○
148	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,7	300	0,3	0,2	1,5	18,5	0,65	3,9	○
149	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,1	300	0,3	0,2	2,0	16,0	1,62	4,2	○
150	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	410	0,3	0,2	2,5	13,0	0,68	4,5	○
151	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	290	0,3	0,2	2,0	12,5	1,63	4,7	○
152	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,7	0,2	2,5	14,5	0,61	5,1	○
153	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,1	0,2	1,5	15,5	1,70	5,0	○
154	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,7	1,0	15,0	0,64	4,5	○
155	W1	0,7	Ar+25CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,1	2,0	17,5	1,65	3,7	○
156	W1	0,7	Ar+40CO ₂	510	0,3	300	0,3	0,2	1,0	10,5	0,85	3,9	○
157	W1	0,7	Ar+40CO ₂	430	0,3	300	0,3	0,2	1,5	12,5	1,55	4,5	○
158	W1	0,7	Ar+40CO ₂	440	0,7	300	0,3	0,2	2,5	13,0	0,61	5,0	○

(continuación)

Muestra de Alambre Ensayo N.º	Nº	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Primera corriente de pico (A)	Término de primera corriente de pico (ms)	Segunda corriente de pico (A)	Término de segunda corriente de pico (ms)	Término de cambio primero- segundo (ms)	Número de picaduras (/250- mm)	Número de oquedades (/250-mm)	Salpicaduras (g/min)	Relación de escorias (%)	Aspecto externo del cordón	
159	W1	0,7	Ar+40CO ₂	440	0,1	300	0,3	0,2	1,0	18,0	1,62	Δ	5,0	○
160	W1	0,7	Ar+40CO ₂	440	0,3	410	0,3	0,2	1,5	15,5	0,63	●	5,1	○
161	W1	0,7	Ar+40CO ₂	440	0,3	290	0,3	0,2	2,5	16,0	1,63	Δ	3,9	○
162	W1	0,7	Ar+40CO ₂	440	0,3	300	0,7	0,2	2,0	12,5	0,69	●	4,8	○
163	W1	0,7	Ar+40CO ₂	440	0,3	300	0,1	0,2	1,5	13,0	1,64	Δ	3,8	○
164	W1	0,7	Ar+40CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,7	2,5	14,5	0,63	●	3,4	○
165	W1	0,7	Ar+40CO ₂	440	0,3	300	0,3	0,1	2,0	15,5	1,63	Δ	5,1	○

[Tabla 5]

Muestra de Ensayo N.º	Alambre N.º	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Frecuencia de onda (Hz)	Número de picaduras (/250- mm)	Número de oquedades (/250- mm)	Salpicaduras (g/min)	Relación de cubrimiento de escorias (%)	Aspecto externo del lecho	Ejemplo
166	W1	1,0	Ar+25CO ₂	5	0	1,5	0,56	3,2	o	Ejemplo
167	W1	1,0	Ar+25CO ₂	10	0	1,0	0,56	3,7	o	Ejemplo
168	W1	1,0	Ar+25CO ₂	15	0	0,5	0,54	3,6	o	Ejemplo
169	W1	1,0	Ar+25CO ₂	20	0	1,0	0,55	4,0	o	Ejemplo
170	W1	1,0	Ar+25CO ₂	25	0	1,0	0,64	4,1	o	Ejemplo
171	W1	1,0	Ar+25CO ₂	30	0	1,5	0,50	3,5	o	Ejemplo
172	W1	1,0	Ar+40CO ₂	5	0	0,5	0,65	3,7	o	Ejemplo
173	W1	1,0	Ar+40CO ₂	10	0	1,5	0,64	3,9	o	Ejemplo
174	W1	1,0	Ar+40CO ₂	15	0	1,0	0,66	4,1	o	Ejemplo
175	W1	1,0	Ar+40CO ₂	20	0	1,0	0,51	3,2	o	Ejemplo
176	W1	1,0	Ar+40CO ₂	25	0	0,5	0,54	3,1	o	Ejemplo
177	W1	1,0	Ar+40CO ₂	30	0	1,5	0,58	3,4	o	Ejemplo
178	W1	0,7	Ar+25CO ₂	5	0	2,0	0,60	5,1	o	Ejemplo
179	W1	0,7	Ar+25CO ₂	10	0	1,5	0,54	5,7	o	Ejemplo
180	W1	0,7	Ar+25CO ₂	15	0	1,0	0,55	4,7	o	Ejemplo
181	W1	0,7	Ar+25CO ₂	20	0	2,0	0,56	4,6	o	Ejemplo
182	W1	0,7	Ar+25CO ₂	25	0	1,0	0,55	5,0	o	Ejemplo
183	W1	0,7	Ar+25CO ₂	30	0	1,0	0,53	5,3	o	Ejemplo
184	W1	0,7	Ar+40CO ₂	5	0	2,0	0,55	5,5	o	Ejemplo
185	W1	0,7	Ar+40CO ₂	10	0	1,5	0,52	5,7	o	Ejemplo
186	W1	0,7	Ar+40CO ₂	15	0	0,5	0,57	4,9	o	Ejemplo
187	W1	0,7	Ar+40CO ₂	20	0	1,5	0,59	4,2	o	Ejemplo
188	W1	0,7	Ar+40CO ₂	25	0	1,0	0,54	5,3	o	Ejemplo
189	W1	0,7	Ar+40CO ₂	30	0	0,5	0,57	5,5	o	Ejemplo
190	W1	1,0	Ar+25CO ₂	1	2,5	25,0	0,85	3,8	o	Ejemplo
191	W1	1,0	Ar+25CO ₂	3	3,0	20,2	0,64	3,4	o	Ejemplo
192	W1	1,0	Ar+25CO ₂	40	0	2,0	0,76	3,8	o	Ejemplo
193	W1	1,0	Ar+40CO ₂	1	2,0	27,5	0,78	4,1	o	Ejemplo
194	W1	1,0	Ar+40CO ₂	3	4,0	22,0	0,71	3,9	o	Ejemplo
195	W1	1,0	Ar+40CO ₂	40	0	2,5	0,77	3,8	o	Ejemplo
196	W1	0,7	Ar+25CO ₂	1	1,5	21,5	0,86	4,5	o	Ejemplo
197	W1	0,7	Ar+25CO ₂	3	1,0	26,0	0,54	4,2	o	Ejemplo
198	W1	0,7	Ar+25CO ₂	40	2,5	2,5	0,53	4,1	o	Ejemplo
199	W1	0,7	Ar+40CO ₂	1	1,0	21,5	0,82	4,0	o	Ejemplo
200	W1	0,7	Ar+40CO ₂	3	2,5	22,0	0,56	4,1	o	Ejemplo

(continuación)

Muestra de Ensayo N.º	Alambre N.º	Diámetro de alambre (mm)	Gas inerte	Frecuencia de onda (Hz)	Número de picaduras (250- mm)	Número de oquedades (250- mm)	Salpicaduras (g/min)	Relación de cubrimiento de escorias (%)	Aspecto externo del lecho	Ejemplo
201	W1	0,7	Ar+40CO ₂	40	2,0	2,0	0,55	4,8	○	○

Las Tablas 2A y 2B muestran los resultados obtenidos en caso de variar de la composición de alambre sólido y la composición de gas inerte.

5 En la Tabla 2A, las Muestras de ensayo 1, 5, 6, 16, 19, 20, 27 y 29 son ejemplos de la presente invención. En cada uno de los ejemplos, se disminuyó el número de picaduras, el número de oquedades y la cantidad de salpicaduras. Además, también se restringió la relación de cubrimiento de escorias y el aspecto externo del cordón fue bueno. Las Muestras de ensayo Nos. 2 a 4, 7 a 15, 17, 18, 21 a 26 y 30 a 32 son ejemplos de referencia.

10 La Muestra de ensayo N°. 13 (alambre N°. W13) es una muestra de ensayo no metalizada con cobre. Se comprendió que la muestra de ensayo produjo los mismos efectos que los otros alambres metalizados. Las Muestras de ensayo Nos. 27 a 32 son muestras de ensayo en cada de las cuales el contenido de CO₂ en porcentaje en el gas inerte se hizo considerablemente mayor que en el gas inerte convencional (Ar-20 % de CO₂). Se comprendió que las muestras de ensayo lograron un rendimiento de resistencia de poros muy bueno.

15 Al contrario, en la Tabla 2B, las Muestras de ensayo N°. 33 a 57 son ejemplos comparativos de la presente invención.

20 En las Muestras de ensayo Nos. 33 a 49, el contenido de CO₂ en porcentaje en el gas inerte cayó al intervalo especificado por la presente invención. No obstante, en la Muestra de ensayo N°. 33, el contenido de S fue grande como para hacer que la tensión superficial bajase, de manera que se generaron muchas picaduras y oquedades.

En la Muestra de ensayo N°. 34, la relación de Mn/Si fue pequeña, de forma que el efecto desoxidante se vio deteriorado y la tensión superficial también disminuyó. De este modo, se generaron muchas oquedades.

25 En las Muestras de ensayo Nos. 35 y 36, la relación de Mn/Si fue grande de forma que la relación de cubrimiento de escorias fue elevada y el aspecto externo del cordón fue deficiente.

30 En las Muestras de ensayo Nos. 37 y 38, el contenido de S fue grande de forma que se generaron muchas picaduras y oquedades. En la Muestra de ensayo N°. 37, las salpicaduras aumentaron.

En la Muestra de ensayo N°. 39, el contenido de Cr fue grande de forma que la viscosidad del alambre sólido aumentó. De este modo, se obtuvo un cordón con forma convexa.

35 En la Muestra de ensayo N°. 40, el contenido de Si fue grande, y el contenido de Cu también fue grande, de forma que el alambre se rompió por la resistencia excesiva del mismo cuando se estiró.

40 En las Muestras de ensayo Nos. 41 a 43, el contenido de S fue grande de forma que se generaron muchas picaduras y oquedades. En la Muestra de ensayo 43, aumentaron las salpicaduras y además el aspecto externo del cordón fue deficiente.

En la Muestra de ensayo N°. 44, el contenido de S fue grande, y el contenido de Mo también fue grande, de forma que la superficie del cordón se rompió y se generaron muchas picaduras y oquedades.

45 En la Muestra de ensayo N°. 45, los respectivos contenidos de Si, Mn y S no cayeron dentro de los intervalos especificados en la presente invención, de forma que la relación de cubrimiento de la escoria fue elevada y el aspecto externo del cordón fue deficiente.

En la Muestra de ensayo N°. 46, el contenido de P fue grande de forma que la superficie del cordón se fisuró.

50 En la Muestra de ensayo N°. 47, los respectivos contenidos de Si y Mn fueron grandes de manera la relación de cubrimiento de escorias fue elevada, y el contenido de C fue grande de manera que las salpicaduras aumentaron.

55 En las Muestras de ensayo Nos 48 y 49, el contenido de S fue grande de forma que se generaron muchas picaduras y oquedades. En la Muestra de ensayo N°. 48, la relación de cubrimiento de escorias fue elevada y el aspecto externo del cordón fue deficiente.

En las Muestras de ensayo Nos. 51 a 53, el contenido de CO₂ en porcentaje en el gas inerte fue pequeño de forma que se generaron muchas picaduras y oquedades.

60 En las Muestras de ensayo Nos. 50, y 54 a 57, el contenido de CO₂ en porcentaje en su gas inerte fue grande de forma que se generaron muchas salpicaduras.

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos en caso de variar el diámetro de alambre sólido, la composición de alambre sólido y la composición del gas de soldadura.

65 En la Tabla 3, las Muestras de ensayo Nos. 58 a 79 son ejemplos de la presente invención. En cada uno de los

ejemplos, disminuyó el número de picaduras, el número de oquedades y la cantidad de salpicaduras. Además, también se restringió la relación de cubrimiento de escorias, y el aspecto externo del cordón resultó bueno.

5 En particular, las Muestras de ensayo Nos. 58 a 70 presentaron un diámetro de alambre de 0,7 a 1,1 mm para dar lugar a un muy buen efecto de restricción de salpicaduras y un buen efecto de restricción de oquedades.

Las Muestras de ensayo Nos. 71 a 76 tuvieron un gran diámetro de alambre para dar lugar a un efecto de restricción de oquedades relativamente bueno.

10 Las Muestras de ensayo Nos. 77 a 79 tuvieron un diámetro de alambre pequeño para dar lugar a un efecto de restricción de oquedades relativamente bueno.

Por el contrario, las Muestras de ensayo Nos. 80 a 85 de la Tabla 3 son ejemplos comparativos de la presente invención.

15 En las Muestras de ensayo Nos. 80 a 85, el contenido de S fue grande de forma que la tensión superficial fue baja y se generaron muchas picaduras y oquedades.

20 Las Tablas 4A y 4B muestran cada una los resultados obtenidos en caso de variación de la forma de onda de la corriente de impulso, el diámetro de alambre sólido y la composición del gas inerte.

En las Tablas 4A y 4B, las Muestras de ensayo Nos. 86 a 165 son ejemplos de la presente invención. En cada uno de los ejemplos, disminuyó el número de picaduras, el número de oquedades y la cantidad de salpicaduras. Además, también se restringió la relación de cubrimiento de escorias y el aspecto externo del cordón fue bueno.

25 En particular, las Muestras de ensayo Nos. 86 a 125 hacen uso cada una de condiciones que satisfacen la corriente de impulso especificada en la presente invención, para el valor de corriente del primer pico, el término del pico, el valor de corriente del segundo pico, el término para el pico, y el término de cambio para dar lugar a un efecto de restricción de salpicaduras muy bueno y efectos de restricción de oquedades y picaduras buenos o mejores.

30 Por el contrario, las Muestras de ensayo Nos. 126 a 165 hacen uso cada una de una corriente de impulso que no cumple la condición especificada en la presente invención para un valor de corriente cualquier del primer pico, el término para el pico, el valor de corriente del segundo pico, el término para el pico y el término de cambio para dar lugar un resultado ligeramente más pobre en uno cualquiera de efecto de restricción de picadura, efecto de restricción de oquedades y efecto de restricción de salpicaduras que el de las Muestras de ensayo N^o. 86 a 125.

35 Por ejemplo, con respecto a las Muestras de ensayo Nos. 126 a 135, 139, 143 y 146 a 165, el efecto de restricción de oquedades fue bueno, pero el número de oquedades fue de 8,5/250 mm o más. De este modo, el efecto de restricción de oquedades fue ligeramente más pobre cuando se compara con el de las Muestras de ensayo Nos. 86 a 125.

40 Con respecto a las Muestras de ensayo Nos. 126, 127, 129, 131, 133, 135 a 147, 149, 151, 153, 155 a 157, 159, 161, 163, y 165, simplemente el efecto de restricción de salpicaduras fue bueno o relativamente bueno. El efecto de restricción de salpicaduras fue ligeramente más pobre que el de las Muestras de ensayo Nos. 86 a 125.

45 La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos en caso de variación de la frecuencia de impulso de la corriente de impulso, el diámetro del alambre sólido y la composición del gas inerte.

50 En la Tabla 5, las Muestras de ensayo Nos. 166 a 201 son ejemplos de la presente invención. En cada uno de los ejemplos, el número de picaduras, el número de oquedades y la cantidad de salpicaduras disminuyó. Además, la relación de cubrimiento también se vio restringida, y el aspecto externo del cordón fue bueno.

55 En particular, las Muestras de ensayo Nos. 166 a 189 hacen uso cada una de una corriente de impulso donde se repiten el primer y segundo períodos a unas frecuencias predeterminadas especificadas en la presente invención para dar como resultado un efecto de restricción de picaduras y un efecto de restricción de salpicaduras muy buenos, y además un efecto de restricción de oquedades bueno.

60 Por el contrario, las Muestras de ensayo Nos. 190 a 201 hacen uso cada una de una corriente de impulso que no cumple la condición de repetición del primer y segundo períodos a unas frecuencias predeterminadas especificadas en la presente invención, para dar lugar a una condición ligeramente más pobre que uno cualquiera de efecto de restricción de picaduras, efecto de restricción de oquedades y efecto de restricción de salpicaduras que en el caso de las Muestras de ensayo Nos. 166 a 189.

65 Por ejemplo, las Muestras de ensayo Nos. 190, 191, 193, 194 y 196 a 201 fueron simplemente buenas en cuanto a efecto de restricción de picaduras. El efecto de restricción de picaduras fue ligeramente más pobre que el de las Muestras de ensayo Nos. 166 a 189.

Las Muestras de ensayo Nos. 190, 191, 193, 194, 196, 197, 199 y 200 fueron relativamente buenas en cuanto a efecto de restricción de oquedades. El efecto de restricción de oquedades fue ligeramente más pobre que el de las Muestras de ensayo Nos. 166 a 189.

5 Las Muestras de ensayo Nos. 190, 192, 193, 195, 196 y 199 fueron simplemente buenas en cuanto a efecto de restricción de salpicaduras. El efecto de restricción de salpicaduras fue ligeramente más pobre que el de las Muestras de ensayo Nos. 166 a 189.

10 Lo anterior ha descrito que el alambre sólido y el método de soldadura con arco sumergido en gas inerte que usa el presente alambre de acuerdo con la presente invención, con más detalle por medio de las realizaciones y ejemplos de trabajo de la invención. No obstante, la materia en cuestión de la invención no está limitada por las descripciones, y se debería interpretar ampliamente sobre la base de las reivindicaciones.

15 **Listado de signos de referencia**

1: Alambre sólido (alambre), 2: Arco, 3: Gas de cinc, 4: Gota fundida formada alrededor de la punta del alambre sólido (gota fundida, metal fundido), 5: Gota fundida esférica, 6: Borde, 7: Cordón, 10: Corriente de impulso (presente invención), 20: Corriente de impulso. (Técnica convencional), W: Miembro metálico de base, ST: Tensión superficial, Tup: Término de aumento de pico, Tp1: Término de primer pico, Tsf: término de cambio, Tp2: Término de segundo pico, Tdn: Término de disminución de pico, Tb: Término de base, Tf: Ciclo de un pulso, P1: Primer periodo, P2: Segundo periodo.

REIVINDICACIONES

1. Un alambre sólido para soldadura con arco sumergido en gas inerte, que usa un gas inerte, y para soldadura de una chapa de acero galvanizado, consistiendo el alambre en, con respecto a la masa de todo el alambre sólido:

- 5 C: un 0,15 % en masa o menos,
 Si: de un 0,40 a un 0,90 % en masa,
 Mn: de un 0,20 a un 1,50 % en masa,
 P: un 0,0500 % en masa o menos,
 10 S: un 0,0080 % en masa o menos,
 O: un 0,0100 % en masa o menos, y
 Cr: de un 0,10 a un 1,00 % en masa, y opcionalmente
 Cu: un 3,00 % en masa o menos,
 Mo: un 5,00 % en masa o menos,
 15 Al: un 0,500 % en masa o menos,
 Ti: un 0,500 % en masa o menos,
 Nb: un 0,500 % en masa o menos,
 Zr: un 0,500 % en masa o menos, y
 20 N: un 0,0200 % en masa o menos,
 siendo el equilibrio Fe e impurezas inevitables,
 donde el alambre sólido cumple lo siguiente:

$$1,0 \leq (\text{porcentaje en masa de Si} + \text{porcentaje en masa de Mn}) / \{100 (\text{porcentaje en masa de S} + \text{porcentaje en masa de O}) \leq 4,0,$$

y

$$0,50 \leq \text{porcentaje en masa de Mn} / \text{porcentaje en masa de Si} \leq 2,00.$$

2. El alambre sólido de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene un diámetro de alambre de 0,7 a 1,1 mm.

3. Un método de soldadura con arco sumergido en gas, que comprende:

introducir el alambre sólido de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 en un gas inerte que es un gas de Ar que comprende de un 25 a un 40 % de gas de CO₂; y
 suministrar una corriente de soldadura que es una corriente de impulso al alambre sólido para generar un arco entre el alambre sólido y una chapa de acero galvanizado que es un miembro metálico de base, soldando de este modo la chapa de acero, donde la corriente de impulso es una corriente generada por medio de repetición de una conducción eléctrica para un primer pico, una conducción eléctrica para un segundo pico, y una conducción eléctrica de una corriente de base como ciclo de impulso,
 el valor de corriente del primer pico es de 440 a 500 A, y el término del primer pico es de 0,2 a 0,6 ms,
 el valor de corriente del segundo pico es de 300 a 400 A, y el término del segundo pico es de 0,2 a 0,6 ms, y
 el término para el cual la corriente de impulso cambia del primer pico al segundo pico es de 0,2 a 0,6 ms.

4. El método de soldadura con arco sumergido en gas de acuerdo con la reivindicación 3, donde, como corriente de soldadura, se usa una corriente de impulso generada por medio de repetición alternativa de un primer período donde se repite un ciclo de impulso de forma continua, y un segundo período donde se repite un ciclo de impulso de forma continua, donde el ciclo de impulso del segundo período es más largo que el ciclo de impulso del primer período, y el primer período y el segundo período se repiten a una frecuencia de 5 a 30 Hz.

Fig.1

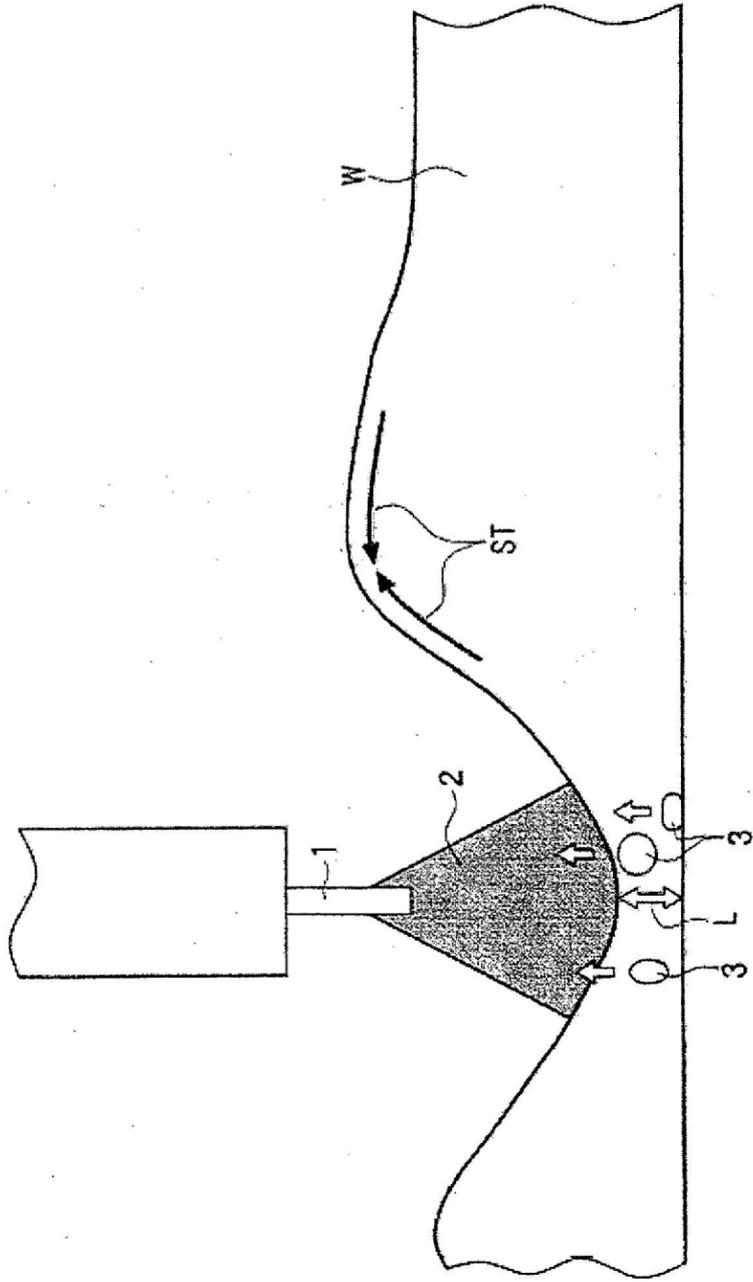


Fig.2

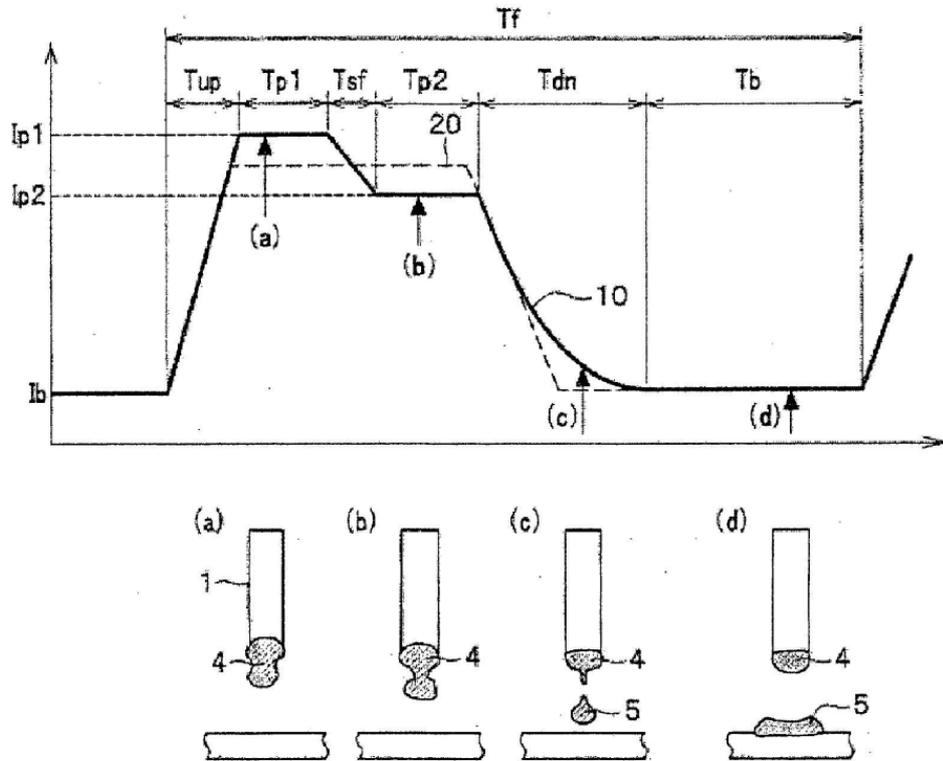


Fig.3

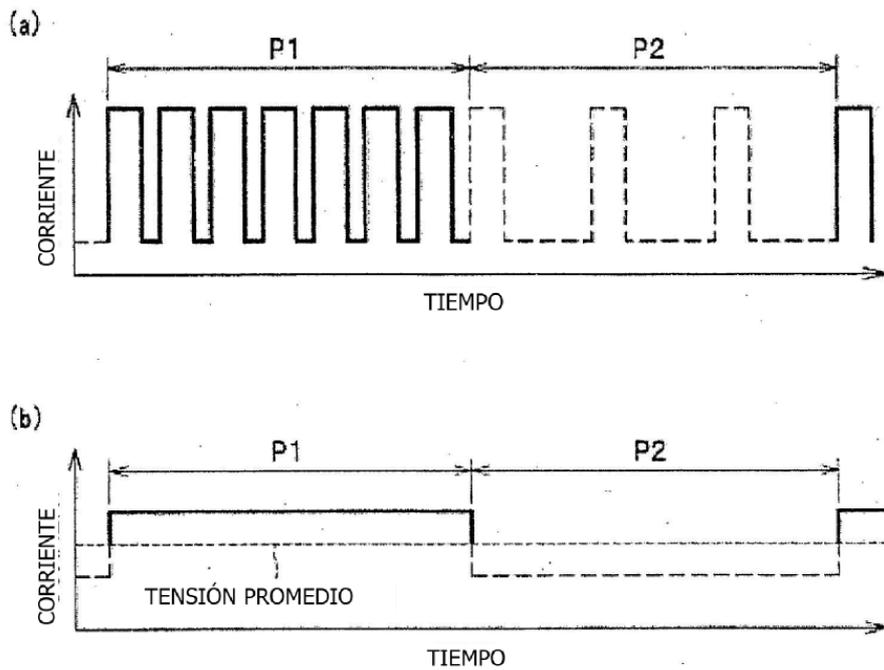


Fig.4

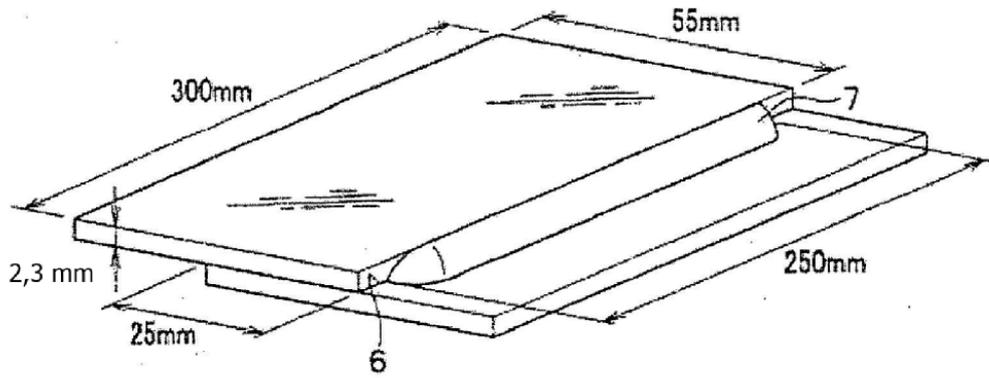
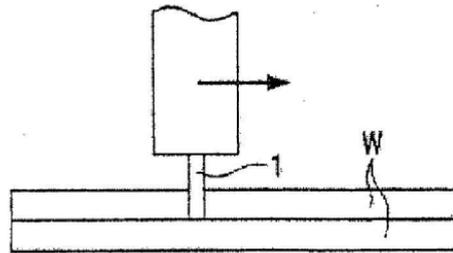


Fig.5

(a)



(b)

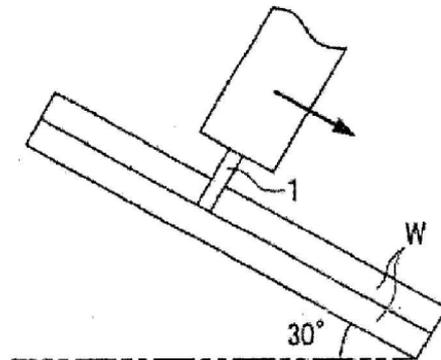


Fig.6

