

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 438 571**

51 Int. Cl.:

B23K 9/173 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2009 E 09150262 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2013 EP 2078580**

54 Título: **Proceso de soldadura MAG con la rotación de arco de baja energía**

30 Prioridad:

11.01.2008 FR 0850172

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

17.01.2014

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, QUAI D'ORSAY
75007 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

**BOUDET, GILLES;
HERDUIN, CHRISTOPHE y
SAEZ, MICHEL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 438 571 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

Proceso de soldadura MAG con la rotación de arco de baja energía

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de soldadura al arco de tipo MAG mejorado que permite obtener soldaduras de buena calidad, manteniendo a la vez una productividad elevada, tal como se reivindica en la reivindicación 1.

En el campo de la fabricación industrial, las empresas buscan cada vez más ganancias de productividad.

Es el caso del procedimiento de soldadura por arco eléctrico, o electrógena, de tipo MAG (metal y gas activo, por sus siglas en inglés), que emplea un electrodo de aporte fusible y un gas de protección, que es objeto de mejoras constantes a lo largo del tiempo.

10 Así, continuamente se proponen nuevos materiales y productos de soldadura MAG, pero, muy a menudo, dichos productos y materiales no conocen el éxito industrial, puesto que implican costes de inversión demasiado importantes o necesitan poner en tela de juicio el proceso de producción industrial en el cual se aplican, lo que engendra, también en este caso, inversiones o gastos que compensan la ganancia que se supone que aportan.

15 En efecto, la ganancia aportada por estos procesos de soldadura se define generalmente solo en términos de velocidad de soldadura.

Ahora bien, se sabe que más allá de un valor límite, aumentar todavía más la velocidad de soldadura produce riesgos de defectos en los cordones de soldadura o de fragilidad metalúrgica de las piezas soldadas.

20 En consecuencia, interesarse solamente en la velocidad de soldadura en los procesos de soldadura MAG no es suficiente y conviene, además, tener en cuenta el tiempo de encendido del arco y la tasa de depósito, que son parámetros más representativos de la productividad.

Las soluciones existentes que permiten obtener tasas de depósito elevadas son las aplicaciones de soldadura MAG bi-electrodo o de soldadura por arco sumergido. Sin embargo, estos procedimientos necesitan inversiones importantes y no son, en consecuencia, totalmente satisfactorios.

25 Se ha propuesto también realizar una soldadura MAG con electrodo forrado. Sin embargo, este procedimiento presenta el inconveniente de necesitar trabajos de acabado, ya que genera proyecciones de metal fundido, lo que perjudica la productividad del procedimiento.

30 Por último, para aumentar la tasa de depósito, se ha propuesto también realizar una soldadura con arco rotativo con mezclas cuaternarias de gas, constituidas por argón, helio, CO₂ y oxígeno. Sin embargo, este procedimiento no se aplica más que a soldadura horizontal en plano de fuertes espesores, es decir, típicamente de más de 6 mm o en soldadura con preparación en bisel y para intensidades elevadas, es decir, típicamente del orden de 600 A. Se deduce de ello que los usos de un arco rotativo en tales condiciones son raros y difícilmente aplicables en el plano industrial, debido a las limitaciones que se producen, en especial una intensidad muy elevada, un calor importante en el baño de fusión. Además, por otra parte, el documento de la patente DE-A-19704513 enseña un procedimiento de soldadura con arco rotativo según el preámbulo de la reivindicación 1.

35 Por consiguiente, el objetivo de la invención es proponer un procedimiento de soldadura MAG mejorado que permita obtener un tiempo de arco encendido más importante y una tasa de depósito más elevada que los procedimientos de soldadura MAG clásicos y ello, sin producir un sobrecoste o una inversión demasiado importante o necesitar una puesta en práctica complicada, que sea utilizable tanto en soldadura plana como en soldadura circular y con diferentes espesores, en especial con espesores pequeños, típicamente inferiores a 5 mm.

40 La solución de la invención es entonces un procedimiento de soldadura MAG por arco eléctrico que emplea un electrodo de aporte fusible y un gas de protección, en el cual:

a) se montan dos piezas metálicas una con la otra de forma que se defina una junta a soldar entre dichas piezas metálicas;

45 b) se realiza con ayuda del arco eléctrico una fusión del metal constitutivo de dichas piezas a lo largo de la junta a soldar y, simultáneamente, una fusión progresiva del electrodo de aporte y el depósito, en la junta, del metal fundido procedente de la fusión del electrodo, de forma que se obtenga, tras enfriamiento, un cordón de soldadura;

c) durante la etapa b), se realiza una protección gaseosa de la junta de soldadura por medio de un gas de protección,

50 caracterizado porque, en la etapa a), dichas piezas metálicas tienen los bordes entrecruzados y definen una junta a soldar de forma no curvada y, en la etapa b), el arco es un arco rotativo obtenido empleando una corriente de intensidad inferior a 400 A y de tensión inferior a 40 V.

De forma ventajosa, en la etapa c), el gas de protección utilizado es una mezcla gaseosa ternaria constituida por de 8 a 12 % de helio, de 2,5 a 3,5 % de oxígeno y el resto de argón (% en volumen).

5 En efecto, según la presente invención, es importante escoger un gas ternario según la composición previamente mencionada ya que dicha composición influye sobre el modo de transferencia del metal y los intervalos de regímenes de arco.

La transferencia del metal en el arco corresponde a la manera en que el electrodo de soldadura se funde bajo el efecto del arco eléctrico, transfiriendo las gotas de metal para formar el cordón de soldadura.

En la soldadura MAG clásica, existen tres modos principales de transferencia y un modo intermedio que constituyen los regímenes de arco, a saber:

- 10
- por cortocircuitos (tensión baja e intensidad baja), utilizado principalmente para espesores finos y en soldaduras en posición (mantenimiento del baño de fusión de metal líquido);
 - por pulverización axial (tensión alta e intensidad alta), para las aplicaciones en espesores grandes y en posición horizontal;
- 15
- globular (intermedio entre los dos regímenes precedentes), que se evita utilizar, dado que produce un resultado de soldadura poco ventajoso: numerosas proyecciones, arco errático que da un aspecto de cordón irregular con riesgos de defectos de soldadura y
 - pulsado: régimen de arco asimilado a la pulverización axial en la cual se controla la potencia ($P = V \cdot I$) mediante la frecuencia de las pulsaciones. Permite la soldadura de chapas finas debido a una tasa de depósito baja.

20 Según la invención, utilizar un arco rotativo permite una transferencia de metal en el arco girando a gran velocidad en la extremidad del electrodo de soldadura en forma de gancho. Este régimen de arco permite tener una forma de penetración ancha y redondeada bajo el efecto de una fuerte presión sobre el baño de fusión. Puesto que el arco gira, permite depositar gotas de metal sobre los bordes de la junta soldada sin riesgo de defectos tales como la formación de regueros.

25 Debido a esto, este régimen de arco favorece juntas soldadas sobre preparaciones particulares, tal como los bordes entrecruzados, y permite depositar grandes cantidades de metal.

Se mejora así la productividad tanto por la tasa de depósito como por la mejora de la calidad. Esta mejora de la calidad (es decir, la reducción de residuos o de retoques) permite aumentar el tiempo de arco encendido y, en consecuencia, obtener un aumento de la producción. La obtención de un arco rotativo a una intensidad inferior a 400

30 A y a una tensión inferior a 40 V según el procedimiento de la invención es sorprendente, puesto que, en la soldadura MAG, el régimen de arco empleado es generalmente de tipo de pulverización axial.

Además, trabajar en régimen de arco rotativo es tanto más interesante cuanto que esto permite soldar espesores pequeños a una gran velocidad de soldadura, obteniendo en consecuencia una baja energía.

35 Este régimen de arco rotativo se obtiene en especial utilizando específicamente el gas de protección ternario constituido por de 8 a 12 % de helio, de 2,5 a 3,5 % de oxígeno y el resto de argón (% en volumen). La presencia de oxígeno, que es un gas activo oxidante, favorece el efecto de mojado y la del helio completa este efecto debido a su poder calorífico.

Según el caso, el procedimiento de soldadura de la invención puede comprender, además, una o varias de las características adicionales siguientes:

- 40
- en la etapa c), la mezcla gaseosa contiene más de 9 % de helio, preferentemente más de 9,5 % de helio y/o la mezcla gaseosa contiene menos de 11 % de helio, preferentemente menos de 10,5 % de helio;
 - en la etapa c), la mezcla gaseosa contiene más de 2,7 % de oxígeno, preferentemente más de 2,8 % de oxígeno y/o menos de 3,3 % de oxígeno, preferentemente menos de 3,2 % de oxígeno;
 - en la etapa c), la mezcla gaseosa contiene entre 2,9 % y 3,1 % de oxígeno;
- 45
- en la etapa c), la mezcla gaseosa está constituida por 10 % de helio, 3 % de oxígeno y 87 % de argón;
 - en la etapa b), el arco es un arco rotativo obtenido empleando una corriente de intensidad inferior a 320 A y/o de una tensión inferior a 32 V;
 - las piezas tienen un espesor comprendido entre 0,5 mm y 5 mm, típicamente entre 1 y 3 mm;
 - la junta a soldar es de forma circular;

- el electrodo de aporte fusible es un electrodo no hueco (sólido) de 1 mm de diámetro;
 - las piezas son de aceros no aleados, tales como aceros al carbono, o aceros débilmente aleados (menos de 5 % en peso de elementos de aleación) o de aceros con límite elástico alto;
 - la velocidad de soldadura está comprendida entre 0,9 y 2 m/minuto;
- 5
- la velocidad del electrodo de aporte está comprendida entre 16 y 20 m/minuto;
 - las piezas a soldar son elementos constitutivos de una vigueta.

La presente invención se entenderá mejor gracias a las explicaciones dadas en el ejemplo que va a continuación.

Ejemplo

10 Con el fin de verificar la eficacia del procedimiento de la invención, se ha realizado una soldadura MAG de planchas de acero que tienen espesores comprendidos entre 1,5 y 2,5 mm, generalmente del orden de 2,5 mm, utilizando un electrodo de aporte sólido de tipo STARMAG G3 Si 1 según EN 440 y un gas de protección ternario formado por 3 % de oxígeno, 10 % de helio y el resto (hasta 100 %) de argón; los porcentajes son en volumen. El fuerte potencial de ionización del helio de esta mezcla ternaria favorece el efecto de mojado e influye en la forma del cordón de soldadura, mientras que la adición de oxígeno como gas oxidante permite estabilizar la raíz del arco.

15

Con el fin de obtener un modo de transferencia de metal en el arco del tipo de "arco rotativo" de baja energía, se ha regulado el generador de corriente de soldadura (corriente lisa) para que proporcione una intensidad inferior a 320 A, por ejemplo igual a 300 A y una tensión inferior a 35 V, por ejemplo igual a 33 V.

20 Se han realizado ensayos de soldadura sobre configuraciones de junta de tipo "media madera" o solapamiento, de bordes entrecruzados o en plancha completa, utilizando los parámetros de soldadura de la tabla que va a continuación.

Tabla: parámetros de soldadura

| | | |
|---|---------------|--------------------------------------|
| Intensidad de soldadura | 288 a 330 A | Típicamente del orden de 300 a 315 A |
| Tensión de soldadura | 30 a 33 V | Típicamente 33 V |
| Longitud del electrodo sacada ("stick out") | 22 a 30 mm | Típicamente 24 mm |
| Velocidad del electrodo | 18 a 20 m/min | Típicamente 20 m/min |
| Velocidad de soldadura | 1,4 a 2 m/min | Típicamente 1,5 a 1,9 m/min |

25 Los resultados obtenidos muestran que, en estas condiciones operatorias, se obtiene un aumento significativo de la tasa de depósito, ya que es superior en un 25 % a la tasa de depósito generalmente obtenida con un procedimiento de soldadura MAG clásico (es decir, con un arco no rotativo) y un perfil de cordón de soldadura que presenta una penetración importante (es decir, superior a 1 mm) y ancha en la raíz, es decir en forma de U.

30 Además, la soldadura se hace sin proyección, lo que permite evitar cualquier etapa posterior de acabado o remate.

De hecho, el hecho de soldar en régimen de arco rotativo permite aparentemente un aumento de la densidad de corriente y, en consecuencia, una mejor penetración de la soldadura a pesar de las bajas energías que se emplean.

35 El régimen del tipo arco rotativo ha sido confirmado gracias a una visualización del comportamiento del arco eléctrico durante la soldadura por medio de una cámara de alta velocidad (7000 imágenes/segundo) que permite filmar los movimientos del arco y la transferencia de metal desde el electrodo de aporte fundido por el arco hacia el baño de fusión.

40 El procedimiento de soldadura de la presente invención es aplicable, en especial, a la soldadura en bisel, en la fabricación de viguetas reconstituidas, en soldadura en continuo en sustitución de la soldadura discontinua, por ejemplo para realizar plataformas de vehículos (con el objetivo de evitar corrosión entre cordones) o para

cualquier otra construcción de calderería, chapistería, cerrajería...y es aplicable a materiales de espesores pequeños, es decir, de menos de 5 mm.

Además de estas aplicaciones, el procedimiento de la invención de arco rotativo a baja energía se puede emplear en robótica o en soldadura mecanizada.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de soldadura MAG por arco eléctrico que emplea un electrodo de aporte fusible y un gas de protección, en el cual:
- 5 a) se montan al menos dos piezas metálicas una con la otra de forma que se defina una junta a soldar entre dichas piezas metálicas;
- b) se realiza, con ayuda del arco eléctrico, una fusión del metal constitutivo de dichas piezas a lo largo de la junta a soldar y simultáneamente una fusión progresiva del electrodo de aporte y el depósito, en la junta, del metal fundido procedente de la fusión del electrodo, de forma que se obtenga, después del enfriamiento, un cordón de soldadura;
- 10 c) durante la etapa b), se realiza una protección gaseosa de la junta de soldadura por medio de un gas de protección,
- caracterizado porque, en la etapa a), dichas piezas metálicas tienen los bordes entrecruzados y definen una junta a soldar de forma no curvada y, en la etapa b), el arco es un arco rotativo obtenido empleando una corriente de intensidad inferior a 400 A y de tensión inferior a 40 V.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque en la etapa c), el gas de protección utilizado es una mezcla gaseosa ternaria constituida por de 8 a 12 % de helio, de 2,5 a 3,5 % de oxígeno y el resto de argón (% en volumen).
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en la etapa c), el gas de protección contiene más de 9 % de helio, preferentemente más de 9,5 % de helio y/o la mezcla gaseosa contiene menos de 11 % de helio, preferentemente menos de 10,5 % de helio.
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en la etapa c), el gas de protección contiene más de 2,7 % de oxígeno, preferentemente más de 2,8 % de oxígeno y/o menos de 3,3 % de oxígeno, preferentemente menos de 3,2 % de oxígeno.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en la etapa c), el gas de protección contiene entre 2,9 y 3,1 % de oxígeno.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en la etapa c), el gas de protección está constituido por un 10 % de helio, un 3 % de oxígeno y 87 % de argón.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en la etapa b), el arco es un arco rotativo obtenido empleando una corriente de intensidad inferior a 360 A y/o de tensión inferior a 35 V.
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las piezas tienen un espesor comprendido entre 0,5 y 5 mm, típicamente entre 1 y 3 mm.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la junta a soldar es de forma circular.
10. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque el electrodo de aporte fusible es un electrodo sólido y/o porque las piezas son de acero.