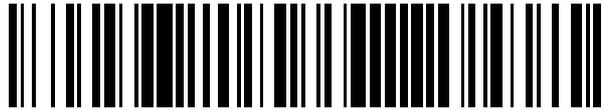


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 347**

51 Int. Cl.:

B23K 35/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2002 E 02736376 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 1401610**

54 Título: **Material de soldadura fuerte y producto soldado con soldadura fuerte fabricado con el mismo**

30 Prioridad:

05.06.2001 SE 0102010

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

05.10.2015

73 Titular/es:

**ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)
RUDEBOKSVÄGEN
221 00 LUND, SE**

72 Inventor/es:

SJÖDIN, PER ERIK

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 547 347 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

Material de soldadura fuerte y producto soldado con soldadura fuerte fabricado con el mismo

5 La presente invención se refiere a un producto soldado con soldadura fuerte fabricado soldando con soldadura fuerte objetos de un material a base de hierro con un material de soldadura fuerte a base de hierro.

Se unen normalmente diferentes materiales a base de hierro o acero soldando con materiales de soldadura fuerte de Ni, Ag o Cu.

10 La soldadura fuerte es un proceso para fijar/unir, en el que la temperatura es más baja que la temperatura del *solidus* del material base de los objetos que han de unirse/fijarse.

15 Los materiales de soldadura fuerte consisten en material para unir y fijar, que funde completa o parcialmente durante el proceso de soldadura fuerte.

20 El documento US 4 135 656 se refiere a un aleación a base de Ni que contiene, contado como porcentaje en peso, 19-23 % de Mn, 5-8 % de Si, 4-6 % de Cu, 0,6-1,8 % de B y el resto Ni aparte de pequeñas cantidades de otros elementos. El documento US 4 314 661 describe otro tipo de aleación a base de Ni que contiene, dado como un porcentaje de átomos, 0-4 % de Fe, 0-21 % de Cr, 0-19 % de B, 0-12 % de Si, 0-22 % de P y el resto Ni.

25 El documento JP-A 62 227 595 divulga un metal de relleno delgado de soldadura fuerte con resistencia a la corrosión más alta para unir piezas de acero inoxidable que incorpora Si < 1,5 % en peso, Mn < 1,0 % en peso, Cr 10-40 % en peso, Ni > 50 % en peso, B 1,0-2,5 % en peso, opcionalmente además Co < 20 % en peso y Mo > 20 % en peso y el resto Fe.

30 El documento JP-A 62 183 994 divulga un cable para soldadura por arco con gas protector de acero inoxidable que comprende C < 0,15 % en peso, Si < 1% en peso, Mn < 2,5 % en peso, Cr 11-32 % en peso, Ni < 22,5 % en peso, Mo < 4 % en peso, el resto Fe.

El documento JP-A 1 205 898 divulga un material para soldar que comprende C 0,01-0,03 % en peso, Si 0,1-1% en peso, Mn 1-2% en peso, Ni 10-14 % en peso, Cr 16-18 % en peso, Mo 2-3 % en peso y N 0,01-0,1 % en peso y el resto Fe.

35 Cuando se suelda con soldadura fuerte con Cu generalmente se usa Cu puro o casi puro. El material de soldadura fuerte de cobre puro tiene un punto de fusión bien definido, mientras que los materiales de soldadura fuerte de níquel, dependiendo del hecho de que son aleaciones, a menudo tienen un intervalo de fusión.

40 Cuando se unen placas de acero inoxidable en un intercambiador de calor de placas se usan frecuentemente materiales de soldadura fuerte de cobre. Sin embargo, el cobre no es adecuado para todos los tipos de aplicaciones. El uso de materiales de soldadura fuerte de cobre para aplicaciones alimentarias no está permitido, pero se usa en intercambiadores de calor de placas para calefacción urbana y para instalaciones de agua potable.

45 Los intercambiadores de calor unidos con material de soldadura fuerte de níquel se usan en muchas aplicaciones y están también permitidas para un número limitado de aplicaciones alimentarias.

50 Si se usan materiales de soldadura fuerte que contienen aleaciones de níquel para unir objetos de hierro o materiales que no son a base de níquel, la composición de las uniones de soldadura fuerte difiere significativamente de la composición de los materiales que están unidos. Esto puede dar como resultado diferencias no deseadas en las propiedades químicas y mecánicas.

55 La presente invención se refiere a objetos unidos por medio de soldadura fuerte usando un material de soldadura fuerte principalmente con la misma composición que la del material base usado para producir el producto, en el que el material de soldadura fuerte contiene elementos aditivos que descienden su temperatura del *liquidus*. En consecuencia, el producto soldado con soldadura fuerte de la presente invención, producto soldado con soldadura fuerte que es un intercambiador de calor de placas, es compatible con los requisitos para aplicación alimentaria. El material de soldadura fuerte usado para fabricar el producto soldado con soldadura fuerte se caracteriza principalmente por que consiste en una aleación que aparte de hierro contiene 9-30 % de Cr, 0-16 % de Mn, preferentemente 0-8 % de Mn, y aún más preferentemente 0-5 % de Mn, 0-25 % de Ni, 0-1 % de N y como máximo 7 % de Mo, por debajo de 6 % de Si, 0-2 % de B, preferentemente 0-1,5 % de B y 0-15 % de P todos indicados como porcentaje en peso, en los que la adición de boro, fósforo y silicio en combinación desciende la temperatura del *liquidus*, es decir, la temperatura en que el material de soldadura fuerte ha fundido completamente. El contenido de hierro en el material de soldadura fuerte es adecuado en al menos un 50 %. El material de soldadura fuerte debe siempre contener Fe y Cr.

65

La cantidad de trabajo efectiva de B y P y Si debe recaer en el intervalo dado anteriormente con el fin de obtener la reducción deseada del punto de fusión. Sin embargo, la cantidad analizada de Si puede ser considerablemente más alta, ya que el Si puede presentarse, por ejemplo, en forma de carburos de silicio o nitruros de silicio, estar unido a oxígeno o sinterizado de alguna otra manera. Por la misma razón la cantidad analizada de B o P puede ser más alta.

5 Los materiales de soldadura fuerte a base de hierro pueden contener elementos de aleación como Ti, W, Al, Cu, Nb, Ta, V y otros.

10 El material de soldadura fuerte usado para fabricar el producto soldado con soldadura fuerte de la presente invención puede contener 0-20 % de Hf y/o 0-2 % de C. Además, el material de soldadura fuerte usado para fabricar el producto soldado con soldadura fuerte de la presente invención puede variar en composición como consecuencia de pequeñas cantidades inevitables de elementos contaminantes como C, O y S.

15 Se añaden ventajosamente al material de soldadura fuerte elementos que reducen el punto de fusión en cantidades de acuerdo con la siguiente fórmula índice= % de P + 1,1 x % de Si + 3 x % de B, donde el valor del índice debe ser 4,5-18.

20 El material de soldadura fuerte a base de hierro se produce con ventaja por atomización de agua o gas de un lingote con una composición como la mencionada anteriormente, o triturando dicho lingote. Otro método alternativo de fabricación es el hilado en estado de fusión.

25 La invención proporciona un producto soldado con soldadura fuerte producido soldando con soldadura fuerte objetos a base de hierro, por el que el producto se caracteriza por la unión de los objetos con un material de soldadura fuerte a base de hierro que es una aleación que contiene elementos que descienden el *liquidus* como B y P y Si. La composición del material de soldadura fuerte a base de hierro es como se indica en la reivindicación principal.

Ambos objetos a base de hierro, en el producto soldado con soldadura fuerte y el material de soldadura fuerte a base de hierro contienen ventajosamente 9-30 % de Cr.

30 El producto soldado con soldadura fuerte es, ventajosamente, un intercambiador de calor de placas soldadas con soldadura fuerte, destinado para al menos dos fluidos intercambiadores de calor, que comprende al menos un paquete de placas fabricado soldando con soldadura fuerte un número placas intercambiadoras de calor de pared fina de un material a base de hierro por medio de un material de soldadura fuerte a base de hierro. Las placas intercambiadoras de calor definen entre las mismas espacios interplaca destinados para los fluidos intercambiadores de calor. Las uniones de soldadura fuerte obtenidas tienen una composición metalúrgica parecida a la composición del material de soldadura fuerte a base de hierro con cantidades localmente más altas de B, P, Si en y alrededor de las uniones de soldadura fuerte en comparación con el material de la placa a base de hierro.

40 Para soldar con soldadura fuerte materiales a base de hierro tradicionalmente se han usado materiales de soldadura fuerte de Cu o Ni como se ha mencionado anteriormente. Sorprendentemente, se ha hallado ahora que se puede empezar con un material base con la misma composición que el material en los objetos que se desea unir. Haciendo una aleación de tal material con silicio y boro y fósforo se pueden obtener materiales de soldadura fuerte que funcionan bien. Estudiando diagramas de fase binarios para hierro puro y Si, B y P se puede hallar que una aleación de Fe-Si tiene un punto de fusión mínimo de 1212 °C para aproximadamente 19 % de Si. Para una aleación Fe-B hay un mínimo de fusión a aproximadamente 1174 °C con aproximadamente 4 % de B. En el sistema Fe-P hay un mínimo de fusión a aproximadamente 1048 °C con aproximadamente 10 % de P.

50 En la mayoría de los casos no se usan materiales de hierro puro, sino que en su lugar se usan aleaciones que aparte de Fe también contienen cantidades relativamente grandes de Cr y Ni. En muchas aleaciones hay también Mo y Mn. Tratar de establecer teóricamente el efecto de la adición de diferentes cantidades de boro y/o fósforo y/o silicio a tales aleaciones usando diagramas de fase es casi imposible, ya que el número de dimensiones será tan grande como el número de elementos en la aleación.

55 Con el fin de obtener una unión de soldadura fuerte la temperatura del *liquidus* del material de soldadura fuerte debe estar por debajo de 1230 °C, preferentemente por debajo de 1200 °C.

Suficientemente sorprendentemente es haber hallado que una adición de una cantidad relativamente baja de silicio, boro o fósforo en combinación puede dar una reducción tal de la temperatura del *liquidus* que puede obtenerse un material de soldadura fuerte adecuado.

60 En la tabla a continuación se dan diferentes ejemplos de composiciones de material de soldadura fuerte.

Tabla 1. Análisis de la composición de algunos fundidos

Fundido	Fe	% Cr	% Mn	% Ni	% Mo	% Si	% B	% P	% C	Índice
1	Res	16,8	1,5	11,8	2,2	4,4	0,5	6,1	0,1	12,4
2*	Res	16,7	3,7	11,7	1,9	1,0	0	10,6	0,1	11,7

ES 2 547 347 T3

3*	Res	17,0	1,8	12,1	2,1	1,0	0	10,1	0,1	11,2
4*	Res	17,1	3,0	12,0	2,2	4,7	0	6,0	0,1	11,2
5*	Res	17,0	2,9	11,8	2,1	5,6	0	6,0	0,1	12,2
*fuera de los intervalos reivindicados										

El término Res (resto) significa que el material que queda en el fundido consiste en Fe.

5 Las muestras se soldaron con soldadura fuerte a una temperatura de 1190 °C. El resultado del examen visual de la soldadura fuerte de ensayo de las muestras fue que todas las muestras se habían fundido y se habían obtenido las uniones de soldadura fuerte, también se obtuvo resistencia mecánica para todas las uniones.

10 El material de soldadura fuerte está hecho adecuadamente en forma de un polvo o una hoja. El polvo puede fabricarse produciendo un lingote, que se tritura y se muele después. En este método de fabricación se utiliza la naturaleza quebradiza del material. Las desventajas de la colada de lingotes son que un cierto riesgo de segregación puede producir un material no homogéneo con un intervalo de fusión que es difícil de definir o es amplio. Para lingotes más pequeños y/o que se enfrían rápido el riesgo de segregaciones es reducido. En la colada de lingotes es importante minimizar el contacto con el aire usando colada al vacío o colada con un gas protector. Como consecuencia del tratamiento mecánico, el contenido en energía del material de soldadura fuerte aumenta, y con ello, su reactividad.

20 Métodos de fabricación adicionales para producir un polvo con una composición homogénea consisten en la atomización de agua o gas. Las propiedades del polvo varían con el método de fabricación. Las partículas trituradas y molidas son angulares y agudas, las atomizadas por agua son nodulares y las atomizadas por gas son casi esféricas. Esta diferencia en la forma de la partícula da al material de soldadura fuerte propiedades que varían de alguna manera cuando se usan para soldar con soldadura fuerte. Eligiendo diferentes métodos de atomización y la extensión de la trituración/molienda, combinado con el muestreo, puede controlarse la distribución del tamaño de partícula. En la atomización por agua el contenido en oxígeno generalmente será más alto ya que la atomización por agua tiene lugar a un potencial de oxígeno más alto que la atomización por gas. Un contenido en oxígeno más alto puede dar lugar a la formación de óxidos en el material, lo que puede tener una influencia negativa en las propiedades mecánicas de las uniones de soldadura fuerte. El porcentaje efectivo de Si y/o B y/o P en el material de soldadura fuerte será consecuentemente más bajo, lo que significa que el intervalo de fusión se desplazará.

30 La fabricación de una hoja por hilado en estado de fusión a partir del fundido de un metal tiene lugar dejando que el fundido de metal se enfríe directamente contra una superficie fría, de tal modo que se forme, por ejemplo, una hoja. En la producción continua normal de hojas la superficie fría consiste en un rodillo frío fabricado de cobre o una aleación de cobre. También es posible obtener hojas amorfas, en tales casos se añade generalmente boro.

35 El material de soldadura fuerte puede aplicarse en los lugares donde se desea una unión de soldadura fuerte por medio de diferentes métodos. Un polvo de material de soldadura fuerte fabricado por medio de cualquiera de los métodos descritos puede suspenderse en algún aglutinante con el fin de aplicarse de una manera adecuada.

REIVINDICACIONES

1. Un producto soldado con soldadura fuerte fabricado por soldadura fuerte de objetos a base de hierro que se unen mediante un material de soldadura fuerte a base de hierro que está aleado con elementos que reducen el *liquidus* B y P y Si, en donde el producto es un intercambiador de calor de placas destinado para al menos dos fluidos intercambiadores de calor, que comprende al menos un paquete de placas fabricado soldando con soldadura fuerte un número de placas intercambiadoras de calor de pared fina de un material a base de hierro soldado con soldadura fuerte por medio del material de soldadura fuerte a base de hierro, definiendo las placas intercambiadoras de calor espacios interplaca entre las mismas destinados para los fluidos intercambiadores de calor y teniendo las uniones de soldadura fuerte obtenidas una composición metalúrgica parecida a la composición del material de placa a base de hierro con cantidades localmente más altas de B y P y Si en y alrededor de las uniones de soldadura fuerte en comparación con el material de placa a base de hierro, consistiendo el material de soldadura fuerte en una aleación que contiene:
- (i) 9-30 % en peso de Cr,
 - (ii) 0-16 % en peso de Mn,
 - (iii) 0-25 % en peso de Ni,
 - (iv) 0-1 % en peso de N,
 - (v) 0-7 % en peso de Mo,
 - (vi) opcionalmente el 0-20 % en peso de Hf,
 - (vii) opcionalmente el 0-2 % en peso de C,
 - (viii) pequeñas cantidades inevitables de los elementos contaminantes O y S,
 - (ix) por debajo del 6 % en peso de Si, y el 0-2 % en peso de B y el 0-15 % en peso de P, en donde la adición de B, P, Si en combinación reduce la temperatura del *liquidus*, es decir, la temperatura a la que el material de soldadura fuerte está completamente fundido, y
 - (x) al menos el 50 % en peso de Fe, en donde el resto de la aleación es Fe.
2. Un producto soldado con soldadura fuerte de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la aleación contiene el 0-8 % en peso de Mn.
3. Un producto soldado con soldadura fuerte de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que la aleación contiene el 0-5 % en peso de Mn.
4. Un producto soldado con soldadura fuerte de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que la aleación contiene el 0-1,5 % en peso de B.
5. Un producto soldado con soldadura fuerte de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos que reducen el punto de fusión se añaden al material de soldadura fuerte en cantidades de acuerdo con la siguiente fórmula índice = % de P + 1,1 x % de Si + 3 x % de B, donde el valor del índice debe ser 4,5-18.
6. Un producto soldado con soldadura fuerte de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material de soldadura fuerte se fabrica por atomización de gas o de agua o por trituración de un lingote con la composición dada anteriormente o por hilado en estado de fusión de un fundido con tal composición.