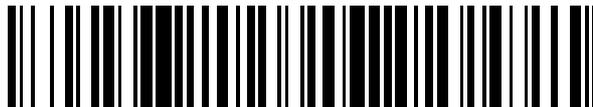


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 125**

51 Int. Cl.:

B23K 35/30 (2006.01)

B23K 35/02 (2006.01)

C22C 19/05 (2006.01)

C22C 19/00 (2006.01)

C22C 19/03 (2006.01)

F28F 21/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2015 PCT/JP2015/056779**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15156066**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2015 E 15777551 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 3009223**

54 Título: **Material de soldadura fuerte de níquel con excelente resistencia a la corrosión**

30 Prioridad:

11.04.2014 JP 2014081941

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

31.10.2017

73 Titular/es:

**FUKUDA METAL FOIL & POWDER CO., LTD.
(100.0%)**

**176, Nakanoncho Matsubaradoori Muromachi
Nishiiru Shimogyo-ku
Kyoto-shi, Kyoto 600-8435, JP**

72 Inventor/es:

**HAMADA, YUKITAKA y
NISHIMURA, SHINICHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 640 125 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 de níquel con excelente resistencia a la corrosión

Campo de la técnica

5 La presente invención se refiere a un material de soldadura fuerte que se usa para aplicaciones de intercambiador de calor tales como intercambiadores de calor de uso general, calentadores de agua, refrigeradores EGR (por sus siglas en inglés) y dispositivos de recogida de calor residual, y que es adecuado para unir varias piezas de acero inoxidable. La presente invención se refiere particularmente a un material de soldadura fuerte de níquel con una temperatura de fusión más baja en comparación con materiales de soldadura fuerte de níquel de uso general y también con una excelente resistencia a la corrosión.

10 Antecedentes de la técnica

Convencionalmente, para la soldadura fuerte para intercambiadores de calor fabricados de acero inoxidable usados, por ejemplo, para evaporador/condensador de refrigerante, refrigerador EGR (por sus siglas en inglés) o aplicaciones de suministro de agua caliente, se ha aplicado ampliamente la soldadura fuerte de cobre. Sin embargo, en los últimos años se ha requerido que los intercambiadores de calor tengan una mayor eficiencia, lo que conduce a entornos de temperaturas más altas, y por consiguiente la soldadura fuerte con un material de soldadura fuerte de cobre se ha convertido en insuficiente en términos de durabilidad.

Así, se ha considerado la sustitución con un material de soldadura fuerte de níquel, que tiene una resistencia a la corrosión y una resistencia a la oxidación mayor que las de un material de soldadura fuerte de cobre. ejemplos de materiales de soldadura fuerte de níquel usados para la unión para un intercambiador de calor fabricado de acero inoxidable incluyen BNi2, BNi5 y BNi7 definidos en JIS Z 3265: 1998, "Nickel Brazing Materials".

25 Sin embargo, hay problemas como los siguientes. El BNi5 tiene una alta temperatura de fusión, y por consiguiente la soldadura fuerte se realiza a una alta temperatura de 1.200°C o más, lo que resulta en términos de efectos térmicos significativos sobre el material base de acero inoxidable. El BNi2 contiene B, y el B entra en el límite de grano del material base de acero inoxidable soldado, lo que resulta en una disminución en la resistencia del material base. Además, el BNi2 tiene un bajo contenido de Cr, y por consiguiente es inferior en términos de resistencia a la corrosión y de resistencia al calor. El BNi7 tiene una baja temperatura de fusión, pero su resistencia de material es baja. Por lo tanto, la fuerza de unión después de la soldadura fuerte es baja.

Así, para resolver tales problemas, en los últimos años, por ejemplo, se han propuesto nuevos materiales de soldadura fuerte tales como los descritos en los Documentos de Patente 1 a 7 mostrados más abajo.

30 Los materiales de soldadura fuerte descritos en los Documentos de Patente 1 a 4 mostrados más abajo contienen Ni como un componente principal junto con Cr, Si, P y similares, y tienen una fuerza de unión suficiente. Sin embargo, o bien son materiales de soldadura fuerte de alto punto de fusión con una temperatura de fusión de más de 1.000°C o materiales de soldadura fuerte con insuficiente resistencia a la corrosión. Además, aunque los materiales de soldadura fuerte con una temperatura de fusión de 1.000°C o menos se describen en los ejemplos de los Documentos de Patente 5 y 6 mostrados más abajo, estos materiales tienen problemas de tener insuficiente resistencia de material o resistencia a la corrosión o de contener B que afecta a la resistencia de un material base. La aleación a base de Ni para soldadura fuerte descrita en el Documento de Patente 7 sufre de problemas similares.

40 Así, los materiales de soldadura fuerte de uso general definidos en JIS Z 3265: 1998 "Nickel Brazing Materials" y los materiales de soldadura fuerte de níquel descritos en los Documentos de Patente 1 a 7, que se han usado hasta la fecha dependiendo de los entornos de uso, tienen los problemas mencionados anteriormente. Bajo las circunstancias actuales, no se propone material de soldadura fuerte de níquel que tenga resistencia al calor/resistencia a la corrosión y moderada resistencia de material, y que también tenga todas las características que permitan la soldadura fuerte a temperaturas relativamente bajas.

Documentos de la técnica anterior**45 Documentos de patentes**

Documento de patente 1: Patente Japonesa de Número 3168158

Documento de patente 2: JP-A-2009-202198

Documento de patente 3: JP-A-2010-269347

Documento de patente 4: WO 2012/035829

50 Documento de patente 5: JP-A-2007-75867

Documento de patente 6: JP-A-2011-110575

Documento de patente 7: EP 2 617 516 A1

Sumario de la invención

Problemas a resolver por la invención

5 Para la soldadura fuerte para intercambiadores de calor fabricados de acero inoxidable usados, por ejemplo, en un evaporador/condensador de refrigerante, un refrigerador EGR (por sus siglas en inglés) o en aplicaciones de suministro de agua caliente, ha sido necesario un material de soldadura fuerte de níquel con resistencia al calor/resistencia a la corrosión, resistencia de unión y una temperatura de soldadura relativamente baja, y ha sido un desafío para el desarrollo de un material de soldadura fuerte de níquel que satisfaga todas estas características.

10 La presente invención está dirigida a resolver los problemas de la técnica anterior mencionados anteriormente, y proporcionar un material de soldadura fuerte de níquel con una más baja temperatura de soldadura fuerte, una moderada resistencia de material, y una excelente resistencia a la corrosión.

Medios para resolver los problemas

15 En la presente invención, en el estudio de la composición de una aleación para el desarrollo de un material de soldadura de níquel con una baja temperatura de soldadura, una moderada resistencia de material y una excelente resistencia a la corrosión, se han establecido los siguientes objetivos y se requiere que todos ellos sean satisfechos.

(Valores objetivo)

(1) Temperatura de fusión [temperatura *liquidus*]: 1.000°C o menos

(2) Resistencia del material [resistencia a la flexión]: 600 N/mm² o más

(3) Resistencia a la corrosión [pérdida de peso por corrosión por ácido sulfúrico]: 0,50 mg/m²·s o menos

20 La aleación (material de soldadura fuerte de níquel) de la presente invención, que satisface todos los valores objetivo anteriores, tiene la característica de tener una temperatura de fusión de 1.000°C o menos y también tiene resistencia a la corrosión ácida, en donde la composición de la aleación según la reivindicaciones incluye 15,0 a 30,0 % en masa de Cr, 6,0 a 18,0 % en masa de Cu, 1,0 a 5,0 % en masa de Mo, 5,0 a 7,0 % en masa de P, y 3,0 a 5,0 % en masa de Si, siendo el resto Ni e impurezas inevitables, y siendo el total de Si y P 9,5 a 11,0 % en masa.

25 Aquí, "impurezas inevitables" significa impurezas que no se añaden intencionalmente, sino que inevitablemente se mezclan durante las etapas de producción de cada materia prima, etc. ejemplos de tales impurezas incluyen Mg, S, O, N, V y Zr. El total de las mismas es 0,3 % en masa o menos, y esto no afecta el efecto de la presente invención.

En una realización, el material de soldadura fuerte de níquel de la presente invención se caracteriza porque el material de soldadura fuerte de níquel con las características anteriores incluye 0,1 a 1,5 % en masa de Sn.

30 En una realización adicional, el material de soldadura fuerte de níquel de la presente invención se caracteriza porque el material de soldadura fuerte de níquel con las características anteriores incluye además, como un elemento que no afecta negativamente a las características del material de soldadura de níquel, al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Co, Fe, Mn, C, B, Al y Ti, y el contenido de Fe es 5,0 % en masa o menos, el contenido de Mn es 3,0 % en masa o menos, el contenido total de C, B, Al y Ti es 0,5 % en masa o menos, y el contenido total de Co, Fe, Mn, C, B, Al y Ti es 10,0 % en masa o menos.

35 Las razones por las que el intervalo de cada componente está limitado como se indica anteriormente en la presente invención se describirán a continuación.

40 El Cr se disuelve en disolución sólida de Ni para mejorar la resistencia al calor, la resistencia a la corrosión y la resistencia del material de la aleación y contribuye además al ajuste de la temperatura de fusión. Sin embargo, el efecto no se puede obtener suficientemente cuando el contenido es inferior al 15,0 % en masa. Además, cuando el contenido es superior al 30,0 % en masa, aumenta la temperatura de fusión, y también disminuyen la humectación y la dispersión sobre un material base durante el proceso de soldadura fuerte, dando como resultado una disminución en la capacidad de soldadura fuerte. Por esta razón, se ha especificado que el contenido de Cr esté dentro de un intervalo del 15,0 al 30,0 % en masa.

45 El Cu se disuelve en disolución sólida de Ni para contribuir a la reducción de la temperatura de fusión y también para mejorar la resistencia a la corrosión, pero el efecto es insuficiente cuando el contenido es inferior al 6,0 % en masa. Cuando el contenido es superior al 18,0 % en masa, aumenta la temperatura de fusión, y también disminuye la resistencia del material. Por lo tanto, se ha especificado que el contenido de Cu esté dentro de un intervalo del 6,0 al 18,0 % en masa.

50 El Mo se disuelve en disolución sólida de Ni para contribuir a la reducción de la temperatura de fusión y también para mejorar la resistencia a la corrosión, pero el efecto es insuficiente cuando el contenido es inferior al 1,0 % en

masa. Cuando el contenido es superior al 5,0 % en masa, aumenta la temperatura de fusión. Por lo tanto, se ha especificado que el contenido de Mo esté dentro de un intervalo del 1,0 al 5,0 % en masa.

5 El P es eficaz en la reducción del punto de fusión de la aleación a través de la reacción eutéctica con el Ni, y también mejora la fluidez para mejorar la humectación y la dispersión sobre un material base de acero inoxidable. Sin embargo, el efecto no se puede ejercitar suficientemente cuando el contenido es inferior al 5,0 % en masa. Además, cuando el contenido es superior al 7,0 % en masa, disminuye significativamente la resistencia del material, haciendo imposible obtener una fuerza de unión satisfactoria. Por lo tanto, se ha especificado que el contenido de P esté dentro de un intervalo del 5,0 al 7,0 % en masa.

10 El Si es, como el P, eficaz en la reducción del punto de fusión de la aleación a través de la reacción eutéctica con el Ni, y también ejerce un efecto de flujo para mejorar la operación de soldadura fuerte. Sin embargo, el efecto no se ejerce cuando Si es inferior al 3,0 % en masa. Cuando el contenido es superior al 5,0 % en masa, se forma excesivamente un compuesto intermetálico con Ni o Cr, lo que resulta en una disminución de la resistencia del material. Por lo tanto, se ha especificado que el contenido de Si esté dentro de un intervalo del 3,0 al 5,0 % en masa.

15 Además, cuando el total de Si y P es inferior al 9,5 % en masa, no se obtiene de forma suficiente su efectividad en la reducción del punto de fusión, mientras que cuando el total es superior al 11,0 % en masa, se forman hiper-eutécticos, lo que resulta en una reducción significativa de la resistencia del material. Por esta razón, se ha especificado que el total de Si + P esté dentro de un intervalo del 9,5 al 11,0 % en masa.

20 El Sn mejora la fluidez de un material de soldadura fuerte fundido durante la soldadura fuerte, y mejora la humectabilidad sobre un material base de acero inoxidable. Sin embargo, el efecto es insuficiente cuando el contenido de Sn es inferior al 0,1 % en masa, mientras que cuando el contenido es superior al 1,5 % en masa, se forman grandes cantidades de compuestos con Cu, lo que resulta en un aumento de la temperatura de fusión y también en una disminución en la resistencia del material o en la resistencia a la corrosión. Por lo tanto, se ha especificado que el contenido de Sn esté dentro de un intervalo del 0,1 al 1,5 % en masa.

25 Además, el material de soldadura fuerte de níquel de la presente invención puede contener, como elemento que no afecta negativamente a las características del material de soldadura fuerte de níquel, 5,0 % en masa o menos de Co, 5,0 % en masa o menos de Fe, 3,0 % en masa o menos de Mn, y C, B, Al y Ti en un total de 0,5 % en masa o menos. Sin embargo, para satisfacer todos los valores objetivo establecidos de resistencia a la corrosión, resistencia del material y temperatura de fusión, se ha especificado que el límite superior del total de Co, Fe, Mn, C, B, Al y Ti sea 10,0 % en masa. En la presente invención, es particularmente preferible que el límite superior del total sea 4,0 % en masa o menos.

30 El contenido de Ni en el material de soldadura fuerte de níquel de la presente invención es 35 % en masa o más, preferiblemente 39 % en masa o más.

Efecto de la invención

35 El material de soldadura fuerte de níquel de la presente invención tiene las siguientes características y, por consiguiente, es eficaz en la aplicación a un intercambiador de calor fabricado de acero inoxidable usado, por ejemplo, en un evaporador de refrigerante, en un condensador, o en aplicaciones de suministro de agua caliente.

(1) La temperatura *liquidus* es 1.000°C o menos y, por consiguiente, se puede hacer baja la temperatura del tratamiento térmico (soldadura fuerte).

40 (2) La resistencia del material de la aleación del material de soldadura es elevada y, por consiguiente, se puede obtener una moderada fuerza de unión mediante soldadura fuerte.

(3) La resistencia a la corrosión en un ambiente de ácido sulfúrico o ácido nítrico es excelente.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático para explicar una prueba de soldadura fuerte sobre una aleación de material de soldadura fuerte.

Modo para realizar la invención

45 El material de soldadura fuerte de níquel de la presente invención se puede obtener como sigue: un metal base preparado por ajuste y mezcla de Ni, que es la base, y los componentes adicionales Cr, Cu, Mo, P y Si a un % en masa predeterminado, y también cantidades predeterminadas añadidas de Sn, Co, Fe, Mn, y similares según se requiera, se funden completamente en un crisol de un horno de fusión, y después se conforma la aleación fundida en un polvo mediante un método de atomización o mediante un método de molturación en estado fundido o se cuela en un molde predeterminado en una varilla o una placa.

50 Particularmente en el caso de un polvo de aleación producido por un método de atomización, después de ajustar el tamaño de partícula adecuado para el método de trabajo previsto, como un método para instalar el material de

soldadura fuerte de la presente invención sobre un material base de acero inoxidable, se pueden seleccionar libremente varios métodos, incluyendo un método en el que un ligante y el polvo se dispersan y aplican (pulverizan) a la superficie del material base, un método en el que un ligante y el polvo se mezclan en una pasta y se aplican, un método en el que se procesa el polvo en una hoja o en una lámina y se coloca, un método en el que el polvo se pulveriza térmicamente y se coloca, etc.

Ejemplos

Las aleaciones de los ejemplos de la presente invención y las aleaciones de los ejemplos comparativos que se habían ajustado y mezclado de la manera anterior se conformaron en lingotes y se sometieron a la medición de la temperatura *liquidus*, a la medición de la resistencia a la flexión, a la medición de la pérdida de peso por corrosión por ácido sulfúrico, y a una prueba de soldadura fuerte por los métodos siguientes.

(1) Medición de la temperatura *liquidus*

La temperatura del punto de fusión se midió por un método de análisis térmico, en el que se calentaron 100 g de un metal base con cada composición de aleación a aproximadamente 1.500°C en una corriente de argón usando un horno eléctrico, por lo que se fundió, y luego se dejó enfriar de forma natural en el horno mientras se medía continuamente la temperatura de la aleación. Es decir, se dibujó una curva de análisis térmico mediante un registrador conectado a un termopar insertado en la porción central del metal fundido, y se leyó la temperatura *liquidus* a partir de la curva de enfriamiento.

(2) Medición de la resistencia a la flexión

Se fundió un metal base por el mismo método que en el (1) anterior, y se coló el metal fundido en un tubo de vidrio de cuarzo, y luego se sometió a un procesamiento mecánico para tener un tamaño de aproximadamente $\phi 5 \times 35$ mm, para de este modo obtener un espécimen. A continuación, se colocó el espécimen en una plantilla de prueba de resistencia a la flexión (soportada en tres puntos, la distancia entre soportes: 25,4 mm (JIS Z 2511: 2006, Plantilla descrita en "Metal Powder-Measurement Method for Green Strength by Bending Test"), luego se aplicó una carga con un probador universal, y se midió la carga de rotura. A partir de la forma del espécimen y de la carga de rotura, se calculó la resistencia a la flexión (N/mm^2) de la aleación.

(3) Medición de la pérdida de peso por corrosión de ácido sulfúrico

Se fundió un metal base por el mismo método que en el (1) anterior. El metal fundido se coló en un molde de coquillas, y luego se sometió a la pieza fundida a un procesamiento mecánico para tener un tamaño de aproximadamente 10 x 10 x 20 mm, para de este modo obtener un espécimen. A continuación, se preparó una disolución acuosa de ácido sulfúrico al 1 % en un vaso de precipitados de 300 cc, y se introdujo el espécimen en la disolución, y se sometió a una prueba de corrosión por un método de inmersión. Las condiciones de la prueba fueron las siguientes: temperatura de prueba: 80°C, tiempo de prueba: 6 horas. Luego, se calculó la pérdida de masa por unidad de área y por unidad de tiempo antes y después de la prueba como la pérdida de peso por corrosión ($mg/m^2 \cdot s$), y se evaluó la resistencia a la corrosión por ácido sulfúrico.

Los índices de evaluación son los siguientes.

"Pérdida de peso por corrosión $\leq 0,50 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{s}$: ○"

"Pérdida de peso por corrosión $> 0,50 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{s}$: ×"

(4) Prueba de soldadura fuerte:

Se fundió una aleación de los ejemplos en un horno eléctrico con una atmósfera de gas argón, y el metal fundido se coló en un molde de grafito para dar una pieza colada en la forma de una varilla de $\phi 5$ mm. La pieza colada se cortó a un peso de aproximadamente 0,5 g para dar una muestra de material de soldadura fuerte. A continuación, como se muestra en la Figura 1 (a), la muestra del material de soldadura fuerte se colocó sobre un material base de acero inoxidable SUS 304 y se sometió a un tratamiento térmico de soldadura fuerte (de aquí en adelante denominada soldadura fuerte) a 1.030°C durante 30 minutos a un vacío de 10^{-4} a 10^{-3} Torr. Después de la soldadura fuerte, como se muestra en la Figura 1 (b), se midió el área S del material de soldadura fundido y disperso. El área S se dividió por el área de la sección transversal S_0 de la muestra antes de la soldadura fuerte, es decir, se determinó un coeficiente de dispersión de la soldadura $W (= S/S_0)$, y se usó como índice de la humectabilidad de la aleación del material de soldadura sobre un material base de acero inoxidable SUS 304.

Con respecto a las aleaciones de los ejemplos comparativos con una temperatura de fusión de más de 1.000°C, debido a que no se funden bajo las mismas condiciones, no fue posible realizar una evaluación comparativa. Además, con respecto a las aleaciones de los ejemplos comparativos con una temperatura de fusión de 1.000°C o menos, se reveló que eran inferiores a las aleaciones de los ejemplos en términos de resistencia a la flexión y/o de resistencia a la corrosión, y por consiguiente no se realizó prueba de soldadura fuerte. Por lo tanto, en la Tabla 2 y en la Tabla 3, no se muestra el coeficiente de dispersión de la soldadura fuerte a 1.030°C, W.

La Tabla 1 muestra los ejemplos de la presente invención, y la Tabla 2 y la Tabla 3 muestran los ejemplos comparativos.

[Tabla 1]

Número de Ejemplo	Componente químico (% en masa)								P + Si (% en masa)	Temperatura líquida (°C)	Resistencia a la flexión (N/mm ²)	Resistencia al ácido sulfúrico	Soldadura fuerte a 1.030°C Coeficiente de dispersión, W
	Ni	Cr	P	Si	Cu	Mo	Otros						
1	46,2	29,0	6,8	3,1	13,0	1,9	-	-	9,9	995	730	o	16,2
2	47,8	28,1	5,2	4,8	10,5	3,4	0,2B		10,0	990	790	o	14,7
3	50,8	24,9	6,6	3,2	10,0	4,5	-		9,8	1.000	620	o	16,0
4	47,6	23,0	5,4	4,2	17,5	2,3	-		9,6	995	780	o	14,4
5	55,5	17,2	6,2	4,2	13,7	3,0	0,2C		10,4	965	660	o	15,4
6	52,7	26,0	6,8	3,7	7,2	3,5	0,1Ti		10,5	950	610	o	15,9
7	50,1	29,0	5,7	4,2	6,3	4,7	-		9,9	1.000	750	o	15,1
8	49,67	25,2	5,5	4,8	13,7	1,1	0,03Al		10,3	985	930	o	14,8
9	52,4	25,0	5,9	4,1	10,2	2,4	-		10,0	985	1.010	o	15,4
10	50,4	26,5	5,8	4,4	10,0	2,4	0,5Sn		10,2	985	1.040	o	20,6
11	51,2	24,3	6,0	3,8	11,0	2,8	0,9Sn		9,8	990	920	o	26,8
12	59,7	16,5	5,6	4,0	8,8	2,4	3Co		9,6	990	800	o	14,8
13	56,6	20,7	6,1	4,7	6,6	2,3	3Fe		10,8	995	960	o	15,8
14	54,4	21,6	6,6	4,2	10,0	1,2	2Mn		10,8	980	620	o	16,1
15	39,4	28,8	6,2	3,7	17,5	1,2	3Co, 0,2C		9,9	995	900	o	15,7

[Tabla 2]

Número Ejemplo Comparativo	Componente químico (% en masa)										P + Si (% en masa)	Temperatura <i>liquidus</i> (°C)	Resistencia a la Flexión (N/mm ²)	Resistencia al ácido sulfúrico
	Ni	Cr	P	Si	Cu	Mo	Otros							
a	40,0	33,0	7,0	3,0	15,0	2,0	-				10,0	1.080	1.020	o
b	58,5	26,2	6,0	4,0	3,0	2,3	-				10,0	1.040	880	o
c	39,8	29,0	6,1	4,0	20,0	1,1	-				10,1	1.110	580	o
d	50,2	20,0	6,0	3,8	12,0	8,0	-				9,8	1.120	710	o
e	58,6	18,0	7,5	3,4	10,0	2,5	-				10,9	1.000	430	o
f	56,0	22,0	4,5	5,5	10,0	2,0	-				10,0	990	420	o
g	55,3	21,0	6,9	4,8	9,0	3,0	-				11,7	1.050	400	o
h	57,6	20,0	5,7	3,2	12,0	1,5	-				8,9	1.065	780	o
i	50,8	22,0	6,5	3,5	12,0	2,4	2,8Sn				10,0	1.030	520	x
J	51,0	22,0	6,0	4,0	10,0	-	7Co				10,0	1.000	960	x
k	46,3	25,0	5,5	5,0	8,0	2,2	8Fe				10,5	1.090	1.140	o
l	55,5	12,0	6,0	4,0	15,0	2,5	5Mn				10,0	995	460	x

[Tabla 3]

Número Ejemplo Comparativo	Componente químico (% en masa)								P + Si (% en masa)	Temperatura líquida (°C)	Resistencia a la flexión (N/mm ²)	Resistencia al ácido sulfúrico
	Ni	Cr	P	Si	Cu	Mo	Otros					
A	82,5	7,0	-	4,5	-	-	-	Fe: 3,0, B: 3,0	4,5	1.010	790	x
B	70,8	19,0	-	10,2	-	-	-	-	10,2	1.140	1.150	o
C	77,0	13,0	10,0	-	-	-	-	-	10,0	930	400	o
D	74,0	15,0	7,6	3,4	-	-	-	-	11,0	940	440	x
E	58,5	30,0	6,9	4,6	-	-	-	-	11,5	995	470	o
F	53,0	29,0	4,0	4,0	10,0	-	-	-	8,0	1.105	1.050	o
G	44,0	30,0	6,0	5,0	15,0	-	-	-	11,0	1.068	950	o
H	54,0	20,0	6,0	5,0	15,0	-	-	-	11,0	1.033	960	o
I	50,0	25,0	5,0	5,0	10,0	-	-	5Fe	10,0	1.055	1.080	o
J	44,0	25,0	5,0	6,0	10,0	-	-	10Fe	11,0	1.055	1.250	o
K	78,35	11,5	8,3	1,1	-	-	-	0,75B	9,4	940	540	x
L	77,3	13,0	6,0	3,0	-	-	-	0,7B	9,0	960	460	x
M	60,9	10,0	8,1	-	-	-	-	21Fe	8,1	930	510	x
N	44,0	20,0	9,0	-	-	-	-	27Fe	9,0	990	560	x
O	57,5	18,0	6,5	3,0	3,0	12,0	-	-	9,5	1.020	810	o
P	61,0	20,0	6,5	2,5	-	10,0	-	-	9,0	1.035	980	o

ES 2 640 125 T3

Las aleaciones de Números 1 a 15 mostradas en la Tabla 1 son los ejemplos de la presente invención, y todas ellas tienen una temperatura *liquidus* de 1.000°C o menos. Además, todas ellas muestran una resistencia a la flexión de 600 N/mm² o más, lo que indica que las aleaciones *de los ejemplos* de la presente invención tienen una excelente resistencia de material.

5 Además, con respecto a la resistencia a la corrosión por ácido sulfúrico, las pérdidas de peso por corrosión bajo las condiciones de la prueba son todas 0,50 mg/m².s o menos, lo que indica que las aleaciones de los ejemplos de la presente invención tienen una excelente resistencia a la corrosión por ácido sulfúrico.

10 Los resultados de la prueba de soldadura fuerte a 1.030°C muestran que todas las aleaciones de los ejemplos se pueden fundir completamente y tienen una excelente humectabilidad sobre un material base de acero inoxidable SUS 304, y también que las composiciones (10) y (11) que contienen Sn tienen particularmente un gran coeficiente de dispersión de soldadura fuerte, de 20 o más.

15 Mientras tanto, con respecto a las aleaciones mostradas en la Tabla 2, los materiales de soldadura fuerte (a) a (l) tienen composiciones fuera del intervalo de la aleación de la presente invención, y fallan en satisfacer al menos uno de los valores objetivo de temperatura *liquidus*, resistencia a la flexión y resistencia al ácido sulfúrico. Específicamente, (a) excede el límite superior reivindicado de la cantidad de Cr, (b) y (c) están fuera de la cantidad reivindicada de Cu, y (d) excede el límite superior reivindicado de la cantidad de Mo. Todas estas aleaciones tienen una temperatura *liquidus* de más de 1.000°C. (e) a (h) están fuera de la cantidad reivindicada de P o Si o de la cantidad reivindicada de P + Si, y tienen una temperatura *liquidus* de más de 1.000°C o tienen una pobre resistencia de material (resistencia a la flexión). (i) a (l) exceden el límite superior reivindicado del contenido de elementos adicionales, y todas ellas fallan en satisfacer al menos una de las características objetivo.

25 Los materiales de soldadura fuerte comparativos (A), (B) y (C) mostrados en la Tabla 3 tienen las composiciones convencionales de aleación de materiales de soldadura fuerte a base de Ni definidos por las normas JIS y WS. Los materiales de soldadura fuerte (D) a (P) de los ejemplos comparativos son materiales de soldadura fuerte a base de níquel de la técnica anterior descritos en "Patente Japonesa de Número 3168158", "JP-A-2009-202198", "JP-A-2010-269347", "WO 2012/035829", "JP-A-2007-75867", y "JP-A-2011-110575", respectivamente.

30 Estos materiales de soldadura fuerte mostrados en la Tabla 3 fallan todos en satisfacer al menos uno de los valores objetivo de temperatura *liquidus*, resistencia a la flexión y resistencia a la corrosión por ácido sulfúrico.

35 Las aleaciones de los ejemplos de la presente invención muestran una excelente humectación sobre diversos materiales base de acero inoxidable, y también muestran excelentes propiedades de soldadura fuerte en atmósferas de soldadura fuerte que incluyen, además del vacío, una atmósfera de hidrógeno reductor y una atmósfera de argón inerte.

Aplicabilidad industrial

40 Como se ha descrito anteriormente en detalle, el material de soldadura fuerte de níquel de la presente invención tiene una temperatura de fusión de 1.000°C o menos, y la resistencia del material del material de soldadura fuerte es elevada. Además, ejerce una excelente resistencia a la corrosión por ácidos, tal como ácido sulfúrico. Así, el material de soldadura fuerte de níquel de la presente invención es adecuado para la unión (soldadura fuerte) de varias piezas de acero inoxidable. Sin limitarse a evaporador de refrigerante, condensador y aplicaciones de suministro de agua caliente, se puede usar ampliamente para intercambiadores de calor relacionados con el medio ambiente y la energía.

Descripción de los signos de referencia

45 So: Área de la sección transversal de una muestra de material de soldadura fuerte

S: Área de dispersión de una aleación después de la soldadura fuerte

W: Coeficiente de dispersión de la soldadura fuerte (S/So)

1: Material base (acero inoxidable SUS 304)

50 2: Muestra de material de soldadura fuerte antes de la soldadura fuerte (φ 5 mm, aproximadamente 0,5 g)

3: Aleación del material de soldadura fuerte fundido y disperso después de la soldadura fuerte

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un material de soldadura fuerte de níquel con una temperatura de fusión de 1.000°C o menos, y una resistencia a la flexión de 600 N/mm² o más, medido según la norma JIS Z 2511:2006, y también con resistencia a la corrosión ácida, en donde el material de soldadura fuerte de níquel comprende 15,0 a 30,0 % en masa de Cr, 6,0 a 18,0 % en masa de Cu, 1,0 a 5,0 % en masa de Mo, 5,0 a 7,0 % en masa de P, y 3,0 a 5,0 % en masa de Si,
- y opcionalmente comprende además
- 0,1 a 1,5 % en masa de Sn, como elemento que mejora la humectabilidad del material de soldadura fuerte de níquel sobre un material base de acero inoxidable, y/o
- 10 **al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Co, Fe, Mn, C, B, Al y Ti, como un elemento que no afecta negativamente a las características del material de soldadura fuerte de níquel, en donde el contenido de Co es 5,0 % en masa, o menos, el contenido de Fe es 5,0 % en masa o menos, el contenido de Mn es 3,0 % en masa o menos, el contenido total de C, B, Al y Ti es 0,5 % en masa o menos, y el contenido total de Co, Fe, Mn, C, B, Al y Ti es 10,0 % en masa o menos,**
- 15 **siendo el resto 35 % en masa o más de Ni y 0,3 % en peso o menos de impurezas inevitables, y siendo el total de Si y P 9,5 a 11,0 % en masa.**
- 2.** El material de soldadura fuerte de níquel según la reivindicación 1, que comprende 0,1 a 1,5 % en masa de Sn.
- 20 **3.** El material de soldadura fuerte de níquel según la reivindicación 1 ó 2, que comprende al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Co, Fe, Mn, C, B, Al y Ti, en donde el contenido de Co es 5,0 % en masa o menos, el contenido de Fe es 5,0 % en masa o menos, el contenido de Mn es 3,0 % en masa o menos, el contenido total de C, B, Al y Ti es 0,5 % en masa o menos, y el contenido total de Co, Fe, Mn, C, B, Al y Ti es 10,0 % en masa o menos.
- 25 **4.** El material de soldadura fuerte de níquel según la reivindicación 1, que comprende 15,0 a 30,0 % en peso de Cr, 6,0 a 18,0 % en masa de Cu, 1,0 a 5,0 % en masa de Mo, 5,0 a 7,0 % en masa de P y 3,0 a 5,0 % en masa de Si, siendo el resto 35 % en masa o más de Ni y 0,3 % en masa o menos de impurezas inevitables, siendo el total de Si y P 9,5 a 11,0 % en masa.
- 5.** El uso del material de soldadura fuerte de níquel según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 para aplicaciones de intercambiador de calor.
- 30 **6.** El uso de la reivindicación 5 para calentadores de agua, refrigeradores EGR, dispositivos de recogida de calor residual, evaporadores de refrigerante, condensadores o aplicaciones de suministro de agua caliente.

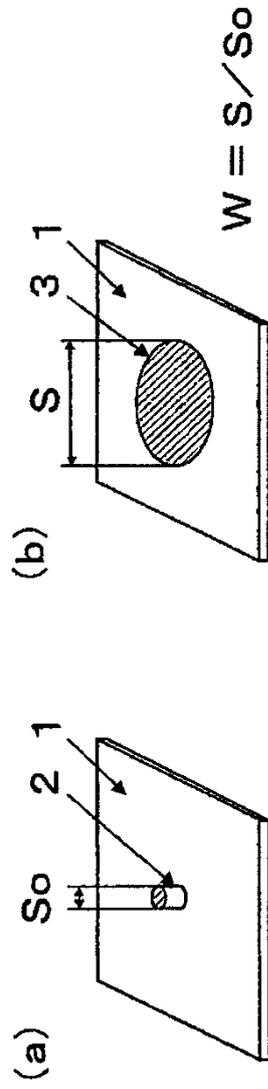


Figura 1