

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 800**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/48	(2006.01)
C22C 38/50	(2006.01)	B23K 35/00	(2006.01)
C22C 38/60	(2006.01)	C21D 9/50	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01)		
C22C 38/02	(2006.01)		
C22C 38/04	(2006.01)		
C22C 38/06	(2006.01)		
C22C 38/42	(2006.01)		
C22C 38/44	(2006.01)		
C22C 38/46	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2012 PCT/JP2012/007593**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2013 WO13080518**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2012 E 12852604 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2787096**

54 Título: **Acero inoxidable ferrítico**

30 Prioridad:

30.11.2011 JP 2011261799

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

22.02.2017

73 Titular/es:

**JFE STEEL CORPORATION (100.0%)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0011, JP**

72 Inventor/es:

**FUKUDA, KUNIO;
SAMUKAWA, TAKASHI;
OTA, HIROKI;
ISHII, TOMOHIRO y
OGATA, HIROYUKI**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 602 800 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

Acero inoxidable ferrítico

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a acero inoxidable ferrítico con resistencia a la corrosión, en particular, una resistencia a la corrosión excelente en una zona de soldadura que se forma cuando el acero inoxidable ferrítico se suelda junto con acero inoxidable austenítico, y con una calidad de superficie excelente.

Técnica anterior

10 Entre los aceros inoxidables, se usa ampliamente el SUS304 (18% de Cr-8% de Ni) (norma industrial japonesa, JIS G 4305) que es un tipo de acero inoxidable austenítico, debido a su buena resistencia a la corrosión. Sin embargo, este tipo de acero es caro porque contiene una gran cantidad de Ni en el mismo. Por tanto, el acero inoxidable según el documento de patente 1 se desarrolló como un grado de acero que tiene una buena resistencia a la corrosión equivalente a la del SUS304.

15 El documento de patente 1 da a conocer un acero inoxidable ferrítico que tiene una composición química que contiene, en % en masa, C: el 0,03% o menos, Si: el 1,0% o menos, Mn: el 0,5% o menos, P: el 0,04% o menos, S: el 0,02% o menos, Al: el 0,1% o menos, Cr: el 20,5% o más y el 22,5% o menos, Cu: el 0,3% o más y el 0,8% o menos, Ni: el 1,0% o menos, Ti: $4 \times (\text{el \% de C} + \text{el \% de N})$ o más y el 0,35% o menos, Nb: el 0,01% o menos, N: el 0,03% o menos, C+N: el 0,05% o menos, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

20 Además, puesto que los aceros inoxidables ferríticos de JIS-SUS444, JIS-SUS430J1L, y similares tienen características tales como tener menor sensibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión que los aceros inoxidables austeníticos y no contener Ni cuyo precio varía en gran medida, estos aceros inoxidables se usan ampliamente como materiales para piezas de sistema de escape de automóviles y tanques de agua y materiales de construcción.

25 Sin embargo, puesto que los aceros inoxidables ferríticos generalmente tienen menos conformabilidad, en particular ductilidad, que los aceros inoxidables austeníticos, los aceros inoxidables austeníticos se usan como materiales para piezas que son muy difíciles de formar a partir de aceros inoxidables ferríticos. Por tanto, hay muchos casos en los que un elemento se forma conectando piezas hechas de aceros inoxidables austeníticos y las de aceros inoxidables ferríticos. En estos casos, las piezas se unen llevando a cabo una soldadura en la mayoría de los casos, y, entre los métodos de soldadura, la soldadura TIG (soldadura al tungsteno en atmósfera de gas inerte) se usa principalmente, y se requiere una buena resistencia a la corrosión para la zona de soldadura así como el metal base.

Lista de citas**Bibliografía de patentes**

[PTL 1] Patente japonesa n.º 4396676

[PTL 2] Patente japonesa n.º 2842787

35 El documento JP2011173124 describe un acero inoxidable ferrítico soldado que tiene una resistencia a la corrosión excelente, en el que el acero inoxidable ferrítico contiene (en % en masa) carbono (el 0,02 o menos), silicio (el 3 o menos), manganeso (el 1 o menos), fósforo (el 0,04 o menos) azufre (el 0,03 o menos), níquel (el 4 o menos), cromo (el 16-26), molibdeno (el 2 o menos), nitrógeno (el 0,025 o menos) y niobio (el 0,05-0,6), titanio (el 0,05-0,4) y/o aluminio (el 0,02-0,3) y el resto de hierro e impurezas inevitables.

Sumario de la invención**Problema técnico**

45 El acero inoxidable ferrítico según el documento de patente 1 tiene una buena resistencia a la corrosión en una zona de soldadura en el caso en el que se sueldan aceros del mismo grado. Sin embargo, hay un problema en que la resistencia a la corrosión en una zona de soldadura es menos que la de metales base en el caso en el que el acero inoxidable ferrítico se suelda junto con otro tipo de acero tal como SUS304 llevando a cabo la soldadura TIG. Esto se debe a que el C o N en los aceros se combina con Cr en ciclos térmicos en la soldadura de modo que precipitan en los bordes de grano carburos de Cr tales como Cr_{23}C_6 o nitruros de Cr tales como CrN_2 y se produce la denominada sensibilización debido a una capa de empobrecimiento de cromo, en la que el contenido en Cr es menos que en el metal base, formándose en los bordes de grano, lo que da como resultado una disminución de la resistencia a la corrosión en los bordes de grano.

50 Con el fin de impedir una disminución de la resistencia a la corrosión en una zona de soldadura descrita anteriormente, se usa un método en el que se impide la formación de carburos de Cr y nitruros de Cr reduciendo el C y el N en acero, añadiendo una cantidad apropiada de Ti y fijando el C y el N como carbonitruro de titanio.

Mediante este método, la zona de soldadura, que se forma llevando a cabo la soldadura TIG en chapas del mismo acero inoxidable ferrítico según el documento de patente 1, tiene una buena resistencia a la corrosión.

5 Sin embargo, puesto que el SUS304 o similares tiene un contenido en C del 0,04% al 0,05%, lo que es mucho más que el de esta chapa de acero inoxidable ferrítico cuyo contenido en C es de aproximadamente el 0,01%, con el fin de impedir de manera similar la sensibilización añadiendo Ti en el caso en el que esta chapa de acero inoxidable ferrítico se suelda junto con un acero inoxidable rico en carbono tal como SUS304, es necesario aumentar el contenido en Ti hasta aproximadamente el 1,0%.

10 Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Ti del acero inoxidable ferrítico se aumenta hasta aproximadamente el 1,0%, hay un caso en el que el Ti y el N en el acero fundido reaccionan entre sí para formar y precipitar TiN durante la solidificación. Este TiN tiene baja ductilidad a una alta temperatura y provoca defectos de superficie en laminación en caliente, lo que da como resultado una disminución de la calidad de superficie. Puesto que los defectos formados como se ha descrito anteriormente son demasiado profundos para eliminarse durante el recocido de una chapa laminada en caliente y el decapado por ácido y adicionalmente durante la laminación en frío, el recocido de una chapa laminada en frío y el decapado por ácido, los defectos se vuelven defectos de superficie denominados vetas provocadas por nitruros de titanio, a menos que se lleve a cabo un tratamiento tal como desbaste de superficie en el que una capa gruesa se rebaja de la superficie de la chapa de acero laminada en caliente, recocida y decapada, que da como resultado una disminución significativa en la calidad de superficie de la chapa de acero laminada en frío, recocida y decapada.

20 Además, se recomienda generalmente llevar a cabo la soldadura TIG en condiciones en las que los lados frontal y trasero de una chapa de acero se protegen con un gas inerte de modo que no se forman capas de óxido delgadas denominadas color de revenido en la zona de soldadura. Sin embargo, en un proceso práctico, esta protección de gas no es suficientemente eficaz y también hay un problema en que se promueve la sensibilización descrita anteriormente mediante N en el aire en que se mezcla.

25 Además, también hay un problema en que añadir Ti caro en gran cantidad disminuye la ventaja del grado de acero que no usa Ni caro.

La presente invención se ha completado en vista de la situación descrita anteriormente y un objeto de la presente invención es proporcionar un acero inoxidable ferrítico con una resistencia a la corrosión excelente en una zona de soldadura que se obtiene incluso cuando el acero inoxidable ferrítico se suelda junto con un acero inoxidable austenítico y proporcionar un acero inoxidable ferrítico con una calidad de superficie excelente.

30 Solución al problema

Los presentes inventores, con el fin de solucionar los problemas descritos anteriormente, realizaron investigaciones y exámenes minuciosos en relación con la influencia de la composición química del acero en la resistencia a la corrosión de un metal base y una zona de soldadura y en la conducta de aparición de defectos de superficie (una soja, un punteado, una soja lineal, un defecto de forma tal como vetas provocadas por nitruros de titanio, y un defecto de color de un tipo de raya blanca) de una chapa de acero y, como resultado, obtuvieron los siguientes conocimientos.

40 (1) La sensibilización puede impedirse en cierta medida realizando la microestructura de una zona de soldadura, que se forma al soldar un acero inoxidable ferrítico y un acero inoxidable austenítico, una fase de martensita, en la que los límites de solubilidad sólida de C y N son grandes, al ajustar los contenidos en elementos químicos que promueven la formación de una fase ferrítica, que son los denominados elementos formadores ferríticos.

(2) Cuando se añade una cantidad muy pequeña de Nb, los precipitados de Nb en combinación con N se forman a una temperatura más alta que la temperatura a la que precipitan los nitruros de Ti y estos precipitados se vuelven sitios de nucleación de carbonitruros de Ti en un proceso de enfriamiento posterior para formar carbonitruros en combinación con Ti, lo que da como resultado un efecto de impedimento de sensibilización por Ti.

45 (3) Hay pocos efectos secundarios, lo que aumenta la temperatura de cristalización de una chapa de acero en el caso en el que se añade una cantidad muy pequeña de Nb y puede aplicarse un método de decapado y recocido rápido económico usando una línea para fabricar acero al carbono tal como el dado a conocer en el documento de patente 2.

50 (4) Incluso si N en aire se mezcla en una zona de soldadura debido a una protección de gas incompleta, la sensibilización puede impedirse debido a la formación de AlN en la zona de soldadura añadiendo Al. La sensibilización también puede impedirse debido a la formación de los compuestos de Sb y N en una zona de soldadura añadiendo Sb.

55 (5) Una deficiencia de veta provocada por nitruros de titanio está provocada principalmente por TiN que crece en los bordes de grano columnar, porque TiN que está presente en la parte de granos columnares crece hasta un gran tamaño. Una deficiencia de veta provocada por nitruros de titanio está difícilmente provocada por TiN en otras partes distintas a la parte de granos columnares, porque es muy probable que este tipo de TiN se elimine en procesos

posteriores normales tales como decapado por ácido de una chapa laminada en caliente y decapado por ácido de una chapa laminada en frío.

5 (6) En el caso en el que el contenido en Si sea grande, puesto que hay una disminución en el producto de solubilidad de Ti y N en acero fundido, la precipitación de carbonitruros de Ti se promueve a una temperatura más alta que a la que se forman los granos columnares. Como resultado, puesto que hay una disminución de la cantidad de N en acero, es difícil que precipite TiN en los bordes de grano columnar cuando los granos columnares crecen después. Por tanto, en el caso en el que el contenido en Si es grande, incluso si el contenido en Ti es grande en cierta medida, puede suprimirse la precipitación de TiN en los bordes de grano columnar, que provoca una deficiencia de veta provocada por nitruros de titanio.

10 A partir de los descubrimientos descritos anteriormente, se obtuvo el conocimiento de que puede conseguirse un acero inoxidable ferrítico, que tiene una resistencia a la corrosión excelente en una zona de soldadura, que no necesita un desbaste de superficie en la etapa de una chapa de acero laminada en caliente, recocida y decapada, que hace que una chapa de acero laminada en frío, recocida y decapada tenga una calidad de superficie excelente, y que es menos caro en comparación con los aceros inoxidables austeníticos que contienen Ni.

15 La presente invención se ha completado basándose en el conocimiento descrito anteriormente y el contenido de la presente invención es el siguiente.

[1] Acero inoxidable ferrítico con una resistencia a la corrosión excelente en una zona de soldadura y calidad de superficie, teniendo el acero una composición química que contiene, en % en masa, C: el 0,003% o más y el 0,012% o menos, Si: el 0,30% o más y el 0,60% o menos, Mn: el 0,10% o más y el 0,35% o menos, P: el 0,040% o menos, S: el 0,020% o menos, Cr: el 17,0% o más y el 19,0% o menos, Ni: más del 0,10% y el 0,30% o menos, Ti: el 0,10% o más y el 0,40% o menos, Nb: el 0,005% o más y menos del 0,050%, Mo: el 0,20% o menos, N: el 0,005% o más y el 0,015% o menos, Cu: el 0,3% o más y el 0,5% o menos, Mg: menos del 0,0005%, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

20

[2] El acero inoxidable ferrítico con una resistencia a la corrosión excelente en una zona de soldadura y calidad de superficie según el elemento [1], teniendo el acero la composición química que contiene además, en % en masa, Al: el 0,01% o más y el 0,5% o menos.

25

[3] El acero inoxidable ferrítico con una resistencia a la corrosión excelente en una zona de soldadura y calidad de superficie según el elemento [1] o [2], teniendo el acero la composición química que contiene además, en % en masa, Sb: el 0,05% o más y el 0,30% o menos.

30 [4] El acero inoxidable ferrítico con una resistencia a la corrosión excelente en una zona de soldadura y calidad de superficie según uno cualquiera de los elementos [1] a [3], teniendo el acero la composición química que contiene además, en % en masa, uno o dos de Zr: el 0,01% o más y el 0,60% o menos y V: el 0,01% o más y el 0,50% o menos.

Efectos ventajosos de la invención

35 El acero inoxidable ferrítico según la presente invención puede usarse adecuadamente como materiales para instrumentos de cocina, interiores arquitectónicos, maquinaria industrial y piezas de automóviles, porque el acero inoxidable ferrítico tiene una resistencia a la corrosión excelente en una zona de soldadura y calidad de superficie cuando el acero inoxidable ferrítico se suelda incluso junto con un acero inoxidable austenítico.

Descripción de las realizaciones

40 A continuación en el presente documento se describirán las limitaciones sobre los factores que constituyen la presente invención.

1. En relación con la composición química

En primer lugar, se describirá el motivo de las limitaciones sobre la composición química del acero según la presente invención. En el presente documento, el % usado a la hora de describir una composición química significa siempre % en masa.

45

C: el 0,003% o más y el 0,012% o menos

Es preferible que el contenido en C sea lo más pequeño posible, porque el C tiende a combinarse con Cr para formar carburos de Cr y porque la corrosión intergranular está provocada por carburos de Cr que se forman en una zona afectada por el calor cuando se lleva a cabo la soldadura. Por tanto, se establece que el contenido en C es del 0,012% o menos. Por otro lado, puesto que es necesario bastante tiempo para fundir en el caso en el que el contenido en C es excesivamente pequeño, se establece que el contenido en C es del 0,003% o más y del 0,012% o menos, preferiblemente del 0,003% o más y del 0,010% o menos.

50

Si: el 0,30% o más y el 0,60% o menos

El Si es un elemento químico que es importante en la presente invención. En el caso en el que se añade Si en una cantidad apropiada, hay una disminución en el producto de solubilidad de Ti y N y, por tanto, se promueve la precipitación de carbonitruros de Ti a una temperatura más alta que a la que se forman los granos columnares. Como resultado, puesto que hay una disminución de la cantidad de N en el acero, es difícil que TiN precipite en los bordes de grano columnar cuando los granos columnares crecen después. En el caso de la composición química según la presente invención, al añadir Si en una cantidad del 0,30% o más, es posible suprimir el precipitado de TiN en los bordes de grano columnar, lo que provoca una deficiencia de veta provocada por nitruros de titanio. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Si es de más del 0,60%, hay una disminución de productividad, porque hay una disminución en el rendimiento de decapado de una chapa laminada en frío en un método de decapado rápido que se usa en un aparato para fabricar acero común descrito anteriormente. Además, en el caso en el que el contenido en Si es excesivamente grande, hay una disminución de conformabilidad debido a la dureza excesiva del material. Por tanto, se establece que el contenido en Si es del 0,30% o más y del 0,60% o menos, preferiblemente del 0,40% o más y del 0,50% o menos.

Mn: el 0,10% o más y el 0,35% o menos

Puesto que el Mn es eficaz para la desoxidación, se establece que el contenido en Mn es del 0,10% o más. Además, puesto que el Mn es un elemento químico que promueve la formación de una fase de austenita (un elemento formador de austenita), el Mn promueve la formación de una fase de martensita en una zona de soldadura que se forma cuando un acero inoxidable ferrítico se suelda junto con un acero inoxidable austenítico (a continuación en el presente documento, denominada la zona de soldadura de aceros de diferentes grados). Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Mn es excesivamente grande, el Mn se combina con el S en el acero para formar MnS que es un sulfuro soluble, que da como resultado una disminución de la resistencia a la corrosión. Por tanto, se establece que el contenido en Mn es del 0,10% o más y del 0,35% o menos, preferiblemente del 0,10% o más y del 0,25% o menos.

P: el 0,040% o menos

El P es un elemento químico que tiene un efecto negativo sobre la resistencia a la corrosión y, además, que disminuye la conformabilidad en caliente. En particular, estas tendencias se vuelven significativas en el caso en el que el contenido en P es de más del 0,040%. Por tanto, se establece que el contenido en P es del 0,040% o menos, preferiblemente del 0,030% o menos.

S: el 0,020% o menos

El S es un elemento químico que tiene un efecto negativo sobre la resistencia a la corrosión. En particular, en el caso en el que el S está presente junto con Mn, el S se vuelve una fuente de corrosión por picaduras como resultado de la formación de MnS, que da como resultado una disminución de la resistencia a la corrosión. Este efecto negativo se vuelve significativo en el caso en el que el contenido en S es de más del 0,020%. Por tanto, se establece que el contenido en S es del 0,020% o menos, preferiblemente del 0,010% o menos, más preferiblemente del 0,006% o menos.

Cr: el 17,0% o más y el 19,0% o menos

El Cr es un elemento químico que es esencial para aumentar la resistencia a la corrosión de un metal base formando a película de pasivación en la superficie de un acero inoxidable. Aunque es necesario un contenido en Cr del 17,0% o más para conseguir una buena resistencia a la corrosión, en el caso en el que el contenido en Cr es de más del 19,0%, no puede impedirse una disminución de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304, porque no puede formarse una fase de martensita en la zona de soldadura. Por tanto, se establece que el contenido en Cr es del 17,0% o más y del 19,0% o menos, preferiblemente del 17,5% o más y del 18,5% o menos.

Ni: más del 0,10% y el 0,30% o menos

El Ni es un elemento químico que contribuye a mejorar la resistencia a la corrosión intersticial. Además, puesto que el Ni es un elemento químico que promueve la formación de una fase de austenita (un elemento formador de austenita) como Mn, el Ni promueve la formación de una fase de martensita en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados. Sin embargo, hay un aumento de la sensibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión (SCC) en el caso en el que el contenido en Ni es de más del 0,30% y el Ni es un elemento químico caro. Por tanto, se establece que el contenido en Ni es de más del 0,10% y el 0,30% o menos, preferiblemente el 0,20% o más y el 0,30% o menos.

Nb: el 0,005% o más y menos del 0,050%

La adición de una pequeña cantidad de Nb es también uno de los factores importantes para la presente invención. El Nb forma carbonitruros más que el Cr o Ti. En particular, en el caso de la zona de soldadura de aceros de diferentes grados, en metal de soldadura y una zona afectada por el calor, la formación de carbonitruros de Nb comienza a una temperatura más alta que la temperatura a la que se forman los carbonitruros de Ti. Aunque el motivo no está claro,

5 en un proceso de enfriamiento posterior, una pequeña cantidad de carbonitruros de Nb se convierte en sitios de nucleación de carbonitruros de Ti. Es decir, la adición de una pequeña cantidad de Nb promueve la formación de carbonitruros de Ti. Por tanto, la capacidad de Ti para fijar C y N en metal de soldadura y una zona afectada por el calor se vuelve más fuerte que la de en el caso en el que no se contiene Nb. Por tanto, se establece que el contenido en Nb es del 0,005% o más.

10 Por otro lado, en el caso en el que el contenido en Nb es del 0,050% o más, puesto que hay un aumento en la temperatura de recristalización de una chapa de acero laminada en frío, es necesario recocer la chapa de acero a una temperatura más alta que la de en el caso en el que no se añade Nb para conseguir unas propiedades mecánicas buenas. Por tanto, hay un aumento en el grosor de una capa de óxido, que se forma cuando se lleva a cabo el recocido de acabado, en comparación con el de en el caso en el que no se añade Nb. Por tanto, hay una disminución de la productividad debido a la disminución del rendimiento de decapado de una chapa de acero laminada en frío en un método de decapado rápido que se usa en un aparato para fabricar acero al carbono descrito anteriormente. Por tanto, se establece que el contenido en Nb es del 0,005% o más y menos del 0,050%, preferiblemente del 0,01% o más y menos del 0,050%.

15 Ti: el 0,10% o más y el 0,40% o menos

20 Es necesario añadir Ti en una cantidad del 0,10% o más con el fin de conseguir una buena resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados que se forma cuando un acero inoxidable ferrítico se suelda junto con un acero inoxidable austenítico (con el fin de impedir la sensibilización). Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Ti es de más del 0,40%, puesto que hay un aumento en la cantidad de deficiencias de veta provocadas por nitruros de titanio debido a la formación de TiN en los bordes de grano columnar, es necesario desbastar la superficie de una chapa de acero laminada en caliente, recocida y decapada usando un desbastador para conseguir una buena calidad de superficie. Por tanto, se establece que el contenido en Ti es del 0,10% o más y del 0,40% o menos, preferiblemente del 0,20% o más y del 0,40% o menos.

Mo: el 0,20% o menos

25 El Mo es un elemento químico que refuerza una película de pasivación y aumenta significativamente la resistencia a la corrosión y estos efectos se realizan en el caso en el que el contenido en Mo es del 0,01% o más. Sin embargo, puesto que el Mo es un elemento químico que promueve la formación de una fase de ferrita, que es un denominado elemento formador de ferrita, no se forma una fase de martensita en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados que se forma cuando un acero inoxidable ferrítico se suelda junto con un acero inoxidable austenítico, en el caso en el que el contenido en Mo es de más del 0,20% y se forma una fase de ferrita que contiene una pequeña cantidad de C y N en forma de disolución sólida, que da como resultado que no se impide la sensibilización. Por tanto, se establece que el contenido en Mo es del 0,20% o menos. Además, puesto que el Mo provoca una disminución en la firmeza de una chapa de acero laminada en caliente, es preferible que el contenido en Mo sea del 0,10% o menos.

35 N: el 0,005% o más y el 0,015% o menos

40 El N tiende a combinarse con Cr para formar nitruros de Cr. Es preferible que el contenido en N sea lo más pequeño posible, porque los nitruros de Cr provocan corrosión intergranular en el caso en el que se forman nitruros de Cr en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados y en una zona afectada por el calor cuando se lleva a cabo la soldadura. Además, es preferible que el contenido en N sea lo más pequeño posible, porque el N es un elemento químico que provoca deficiencias de veta provocadas por nitruros de titanio. Sin embargo, puesto que la fundición lleva bastante tiempo en el caso en el que el contenido en N es excesivamente pequeño, se establece que el contenido en N es del 0,005% o más y del 0,015% o menos, preferiblemente del 0,005% o más y del 0,012% o menos.

Cu: el 0,3% o más y el 0,5% o menos

45 El Cu es un elemento químico que aumenta la resistencia a la corrosión, en particular en el caso en el que una chapa de acero se coloca en una disolución acuosa o se cubre con gotas de agua débilmente ácida. Esto se supone que es porque el Cu suprime la disolución del metal base de la chapa de acero disolviendo en primer lugar a un determinado potencial electroquímico en la disolución acuosa o las gotas de agua y cubriendo después la superficie del metal base. Por otro lado, en el caso en el que el contenido en Cu es de más del 0,5%, hay una disminución de la conformabilidad en caliente y se provocan defectos de superficie por la formación de un óxido que tiene una temperatura de fusión baja, que se denomina cascarilla roja, en la superficie de una placa laminada en caliente debido al Cu cuando se lleva a cabo la laminación en caliente. Por tanto, se establece que el contenido en Cu es del 0,3% o más y del 0,5% o menos, preferiblemente del 0,3% o más y del 0,4% o menos.

Mg: menos del 0,0005%

55 El Mg es una impureza que se mezcla principalmente de los ladrillos de un horno convertidor. Puesto que el Mg se vuelve la fuente de varios tipos de sitios de inclusión y nucleación de otros tipos de inclusión incluso si la cantidad de Mg que se mezcla es pequeña y puesto que es menos probable que el Mg se convierta en una disolución sólida

incluso cuando se lleva a cabo un tratamiento tal como el recocido, el Mg disminuye la calidad de superficie de una chapa de acero laminada en caliente, recocida y decapada y una chapa de acero laminada en frío, recocida y decapada. Por tanto, se establece que el contenido en Mg es de menos del 0,0005%, preferiblemente de menos del 0,0003%.

- 5 La composición química básica según la presente invención es tal como se ha descrito anteriormente y el resto consiste en Fe e impurezas inevitables. Pueden añadirse adicionalmente Al y Sb como elementos químicos selectivos desde el punto de vista de formar una protección de gas para la soldadura TIG e impedir la sensibilización de la zona de soldadura de aceros de diferentes grados. Además, pueden añadirse Zr y V como elementos químicos selectivos para mejorar la resistencia a la corrosión de la zona de soldadura de aceros de diferentes grados. En este caso, como ejemplo de impurezas inevitables, es aceptable Ca: el 0,0020% o menos.

Al: el 0,01% o más y el 0,5% o menos

- 15 La adición de Al es necesaria en el caso en el que no es suficientemente eficaz una protección de gas para la soldadura TIG. Generalmente, los lados frontal y trasero de una chapa de acero se protegen con gas cuando se lleva a cabo la soldadura TIG tal como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, en el caso en el que la forma de la zona de soldadura de aceros de diferentes grados es complicada, puesto que la protección de gas no es suficientemente eficaz, puede mezclarse N en aire en el metal de soldadura, de modo que la cantidad de N es más que el límite de solubilidad sólida de una fase de martensita, lo que da como resultado un caso tal, en el que no se impide completamente la sensibilización solo por el Ti que se añade previamente. En este caso, es eficaz añadir Al previamente para impedir la sensibilización. Esto es porque el Al fija el N que está mezclado en el metal de soldadura y forma AlN como resultado de combinarse con N. Este efecto puede realizarse en el caso en el que el contenido en Al es del 0,01% o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Al sea excesivamente grande, se forman inclusiones no metálicas en la etapa de placa, lo que da como resultado una disminución de la calidad de superficie y lo que da como resultado una disminución de la firmeza de una chapa laminada en caliente. Por tanto, en el caso en el que se añade Al, es preferible que el contenido en Al sea del 0,01% o más y del 0,5% o menos, preferiblemente del 0,1% o más y del 0,5% o menos, más preferiblemente del 0,15% o más y del 0,25% o menos.

Sb: el 0,05% o más y el 0,30% o menos

- 30 Es mejor añadir Sb en el caso en el que un componente tiene una forma complicada, porque el Sb es un elemento químico que es, como Al, eficaz para fijar el N que se mezcla a partir del aire en el caso en el que una protección de gas para la soldadura TIG no es suficientemente eficaz. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Sb sea excesivamente grande, se forman inclusiones no metálicas en la etapa de placa, lo que da como resultado una disminución de la calidad de superficie, y lo que da como resultado una disminución de la firmeza de una chapa laminada en caliente. Por tanto, en el caso en el que se añade Sb, es preferible que el contenido en Sb sea del 0,05% o más y del 0,30% o menos, más preferiblemente del 0,05% o más y del 0,15% o menos.

- 35 Zr: el 0,01% o más y el 0,60% o menos

- 40 El Zr es un elemento químico que se añade preferiblemente considerando la resistencia a la corrosión de una zona de soldadura, porque el Zr aumenta la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros del mismo grado y en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados formando, como el Ti, carbonitruros más preferiblemente que el Cr. Sin embargo, el Zr es más caro que el Ti y forma compuestos intermetálicos en el caso en el que el contenido en Zr sea excesivamente grande, lo que da como resultado una disminución de la firmeza de una chapa laminada en caliente. Por tanto, en el caso en el que se añade Zr, es preferible que el contenido en Zr sea del 0,01% o más y del 0,60% o menos, más preferiblemente del 0,1% o más y del 0,35% o menos.

V: el 0,01% o más y el 0,50% o menos

- 45 El V es también un elemento químico que es eficaz para aumentar la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros del mismo grado y en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados formando, como el Ti, carbonitruros más preferiblemente que el Cr. Este efecto puede realizarse en el caso en el que el contenido en V es del 0,01% o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en V es de más del 0,50%, hay una disminución de las propiedades mecánicas. Por tanto, en el caso en el que se contiene V, es preferible que el contenido en V sea del 0,01% o más y del 0,50% o menos, más preferiblemente del 0,02% o más y del 0,05% o menos.

- 50 2. En relación con las condiciones de fabricación

- 55 Después se describirá un método adecuado para fabricar el acero según la presente invención. El acero que tiene la composición química descrita anteriormente se funde usando un método bien conocido tal como uno que usa un horno convertidor, un horno eléctrico, o un horno de fusión de vacío, y el acero se convierte en un material de acero (placa) usando un método de colada continuo o un proceso de colada en lingotes y formación de placa. Este material de acero se calienta a una temperatura de 1100°C a 1250°C durante el transcurso de 1 a 24 horas y se lamina en caliente para dar una chapa laminada en caliente, o se lamina en caliente para dar una chapa laminada en caliente sin experimentar tal calentamiento.

La chapa de acero laminada en caliente se somete normalmente al recocido de una chapa laminada en caliente a una temperatura de 800°C a 1100°C durante el transcurso de 1 a 10 minutos. Sin embargo, puede omitirse el recocido de una chapa laminada en caliente dependiendo de la aplicación de uso. Entonces, después de someterse al decapado de una chapa laminada en caliente, la chapa laminada en caliente se lamina en frío para dar una chapa laminada en frío y la chapa laminada en frío se convierte en una chapa de producto llevando a cabo el recocido de acabado. Es preferible que la laminación en frío se lleve a cabo con una razón de reducción de laminación en grosor de laminación en frío del 50% o más para conseguir una ductilidad, un rendimiento de doblado y un rendimiento de formación a presión buenos y para llevar a cabo una nivelación de forma. Es preferible que el recocido de recristalización de una chapa de acero laminada en frío se lleve a cabo a una temperatura de 800°C a 950°C en el caso del acabado n.º 2B para conseguir unas propiedades mecánicas y un rendimiento de decapado buenos.

Sin embargo, en el caso de un producto funcional, lo más preferible es que el producto se fabrique en un proceso económico usando un método de decapado rápido que usa una línea de recocido y decapado para acero al carbono que utiliza una línea para fabricar acero al carbono tal como se ha descrito anteriormente y, en este caso, lo más preferible es que la temperatura de recocido sea de 800°C a 900°C.

Además, en el caso de un material para una pieza de la que se requiere más lustre de lo habitual, es eficaz llevar a cabo el recocido de acabado usando recocido brillante. Además, tal como se ha descrito anteriormente, puede llevarse a cabo un tratamiento tal como pulir después de que se hayan llevado a cabo la laminación en frío y el mecanizado para conseguir una calidad de superficie adicionalmente mejor, aunque hay una desventaja en el coste.

Ejemplo 1

Se fundieron aceros inoxidables ferríticos que tenían las composiciones químicas de los ejemplos n.º 1 a n.º 8 y los ejemplos comparativos n.º 9 a n.º 12 facilitados en la tabla 1 usando un horno de fusión de vacío pequeño que tenía una capacidad de 50 kg. Estos lingotes se calentaron a una temperatura de 1150°C en un horno en una purga de gas Ar y se laminaron en caliente para dar chapas laminadas en caliente que tenían un grosor de 3,5 mm.

Después, estas chapas laminadas en caliente se sometieron al recocido de una chapa laminada en caliente en aire a una temperatura de 950°C durante el transcurso de 1 minuto y un tratamiento de superficie usando granallado con perlas de vidrio. Entonces, se llevó a cabo el descascarillado usando un proceso de decapado en el que las chapas de acero se sumergieron en una disolución de ácido sulfúrico que contenía ácido sulfúrico a una concentración del 20% en masa a una temperatura de 80°C durante el transcurso de 120 segundos y después en una disolución ácida mixta que contenía ácido nítrico a una concentración del 15% en masa y ácido fluorhídrico a una concentración del 3% en masa a una temperatura de 55°C durante el transcurso de 60 segundos.

Además, después de llevarse a cabo el descascarillado, las chapas laminadas en caliente se laminaron en frío para dar chapas de acero laminadas en frío que tenían un grosor de 1,0 mm, se sometieron a recocido en un horno en aire a una temperatura de 900°C durante el transcurso de 1 minuto para obtener chapas laminadas en frío y recocidas. Estas chapas laminadas en frío y recocidas se sometieron a un descascarillado electrolítico tres veces en una disolución que contenía Na₂SO₄ a una concentración del 20% en masa a una temperatura de 80°C con una corriente de 3 amperios/dm² durante el transcurso de 10 segundos y a un descascarillado en una disolución ácida mixta que contenía ácido nítrico a una concentración del 5% en masa y ácido fluorhídrico a una concentración del 3% en masa a una temperatura de 55°C durante el transcurso de 30 segundos para obtener chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas.

40

Tabla 1

n.º	Composición química (% en masa)																Nota
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Mo	N	Mg	Al	Sb	Zr	
1	0,010	0,38	0,21	0,025	0,004	18,5	0,19	0,35	0,22	0,02	0,05	0,009	0,0002	-	-	-	-
2	0,004	0,45	0,15	0,023	0,007	17,6	0,12	0,38	0,32	0,03	0,02	0,006	0,0003	-	-	-	-
3	0,012	0,50	0,20	0,020	0,002	18,6	0,21	0,42	0,28	0,04	0,07	0,012	0,0002	-	-	-	-
4	0,007	0,55	0,18	0,021	0,003	17,3	0,25	0,45	0,18	0,04	0,08	0,010	0,0004	-	-	-	-
5	0,003	0,32	0,13	0,023	0,005	18,2	0,18	0,39	0,29	0,02	0,10	0,006	0,0002	0,16	-	-	-
6	0,008	0,39	0,15	0,025	0,002	17,9	0,15	0,33	0,34	0,01	0,09	0,012	0,0003	0,25	-	-	0,1
7	0,009	0,55	0,25	0,019	0,003	18,2	0,27	0,50	0,25	0,03	0,09	0,011	0,0003	-	0,10	0,10	-
8	0,006	0,41	0,29	0,028	0,002	17,3	0,26	0,33	0,15	0,02	0,06	0,007	0,0002	0,11	0,05	-	-
9	0,010	0,43	0,20	0,027	0,006	<u>16,1</u>	0,16	0,42	0,28	0,02	0,11	0,009	0,0004	-	-	-	-
10	0,004	0,42	0,23	0,028	0,001	<u>19,5</u>	0,24	0,30	0,35	0,02	0,15	0,007	0,0002	0,14	-	-	-
11	0,011	0,44	0,22	0,021	0,002	18,1	0,22	0,34	<u>0,08</u>	0,02	0,12	0,014	0,0003	-	-	0,05	-
12	0,005	<u>0,25</u>	0,24	0,018	0,003	18,3	0,16	0,33	0,29	<u>0,06</u>	0,09	0,008	0,0002	0,20	-	-	0,2

Anotación: el valor subrayado está fuera del intervalo según la presente invención.

ES 2 602 800 T3

Usando estas chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas, se evaluó la resistencia a la corrosión llevando a cabo una prueba de corrosión cíclica de niebla salina (a continuación en el presente documento, CCT, a veces). Después, estas chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas se pulieron al acabado n.º 600 y se usaron para la evaluación de la resistencia a la corrosión llevando a cabo una CCT. Después, usando cada una de estas chapas pulidas, se llevó a cabo una prueba de corrosión en la zona de soldadura de aceros del mismo grado formada llevando a cabo la soldadura TIG. En esta prueba, se soldaron dos fragmentos de chapas que se cortaron de cada material de muestra llevando a cabo la soldadura TIG, y se pulió la superficie del material soldado al acabado n.º 600 para investigar la resistencia a la corrosión llevando a cabo una CCT. A continuación se describirán las condiciones de la soldadura TIG. Se controló la intensidad de soldadura de modo que la anchura del cordón posterior era de 3 mm o más. Se evaluó la superficie en el lado de cordón posterior.

potencial de soldadura: 10 voltios

intensidad de soldadura: desde 90 amperios hasta 110 amperios

velocidad de soldadura: 600 mm/min

electrodo: electrodo de tungsteno de 1,6 mm

15 gas de protección: lado de cordón frontal Ar 20 litros/min,
 lado de cordón posterior Ar 20 litros/min

Además, usando los mismos materiales de muestra, se llevó a cabo una prueba de corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304. En esta prueba, se soldó un fragmento de chapa que se cortó de cada material de muestra con una chapa de SUS304 que tenía un grosor de 1,0 mm llevando a cabo la soldadura TIG, y se pulió la superficie del material soldado al acabado n.º 600 para investigar la resistencia a la corrosión llevando a cabo una CCT. Las condiciones de la soldadura TIG fueron casi las mismas que las usadas para aceros del mismo grado descritos anteriormente.

En la prueba de corrosión cíclica de niebla salina, un ciclo en el que se llevaron a cabo en este orden la pulverización de disolución acuosa de NaCl al 5% a 35°C, 2 horas, → secado a 60°C, 4 horas, humedad relativa: del 20% al 30%, y → humidificación a 40°C, 2 horas, humedad relativa: del 95% o más se repitió durante 15 ciclos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

n.º	Calidad de superficie de chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de chapa pulida al acabado n.º 600	Resistencia a la corrosión por CCT de zona de soldadura de aceros del mismo grado	Resistencia a la corrosión por CCT de zona de soldadura de aceros de diferentes grados	Otros	Nota
1	○	○	○	○	○	-	Ejemplo
2	○	○	○	○	○	-	
3	○	○	○	○	○	-	
4	○	○	○	○	○	-	
5	○	○	○	○	○	-	
6	○	○	○	○	○	-	
7	○	○	○	○	○	-	
8	○	○	○	○	○	-	
9	○	x	x	x	x	-	Ejemplo comparativo
10	○	○	○	○	x	-	
11	○	○	○	x	x	-	
12	Δ	Δ	○	○	○	Cascarilla residual, ductilidad disminuida	

En este caso, se describirán a continuación en el presente documento los criterios de evaluación de las pruebas mostradas en la tabla 2.

5 (1) Apariencia de superficie después de que se hayan llevado a cabo la laminación en frío, el decapado y el recocido: evaluando sobre la base de la razón de la longitud de una parte en la que se encontraron defectos de superficie con respecto a la longitud total de la muestra, O representa el caso en el que una razón de defecto es de menos del 5% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de defecto es del 5% o más y de menos del 10% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de defecto es del 10% o más y de menos del 20% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de defecto es del 20% o más (insatisfactorio: muy malo).

10 (2) Los resultados de la CCT en chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas y las chapas pulidas al acabado n.º 600: evaluando sobre la base de un área en la que la herrumbre se produjo después de 15 ciclos de la prueba, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).

15 (3) Los resultados de la prueba de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros del mismo grado: evaluando sobre la base de una razón de área de herrumbre después de 15 ciclos de la CCT que se llevó a cabo en las muestras obtenidas llevando a cabo la soldadura a tope TIG en aceros del mismo grado y eliminando el color de revenido de la zona de soldadura con papel de esmeril n.º 600, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).

20 (4) Los resultados de la prueba de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304: evaluando sobre la base de una razón de área de herrumbre después de 15 ciclos de la CCT que se llevó a cabo en las muestras obtenidas llevando a cabo la soldadura a tope TIG en cada material de muestra y SUS304 y eliminando el color de revenido de la zona de soldadura con papel de esmeril n.º 600, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).

25 Los aceros que tenían las composiciones químicas n.º 1 a n.º 8 que se encontraban dentro del intervalo según la presente invención eran excelentes en cuanto a la resistencia a la corrosión y calidad de superficie en el estado de chapa laminada en frío, recocida y decapada, en el estado de chapa pulida, en la zona de soldadura de aceros del mismo grado y en la zona de soldadura de los aceros de diferentes grados con SUS304.

30 Por otro lado, el ejemplo comparativo n.º 9 que tenía un pequeño contenido en Cr del 16,1% tenía una gran área de herrumbre, lo que significa que el n.º 9 tenía mala resistencia a la corrosión.

35 Además, el ejemplo comparativo n.º 10 que tenía un gran contenido en Cr del 19,5% tenía una gran área de herrumbre en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados, lo que significa que el n.º 10 tenía mala resistencia a la corrosión. Se cree que es porque no se formó una fase de martensita en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados debido al alto contenido en Cr que es un elemento formador de ferrita.

40 Además, el ejemplo comparativo n.º 11 que tenía un pequeño contenido en Ti del 0,08% tenía grandes áreas de herrumbre en la zona de soldadura de aceros del mismo grado y en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados, lo que significa que el n.º 11 tenía mala resistencia a la corrosión.

45 Además, en el caso del ejemplo comparativo n.º 12 que tenía un contenido en Nb que era más que el intervalo según la presente invención, se encontraron algunos residuos de cascarilla en la superficie del metal base, lo que significa que el n.º 12 tenía mala resistencia a la corrosión después de que se llevara a cabo el recocido de una chapa laminada en frío.

50 Ejemplo 2

Después, se fundieron los aceros que tenían las composiciones químicas de los ejemplos n.º 13 a n.º 18 y los ejemplos comparativos n.º 19 a n.º 22 mostrados en la Tabla 3 usando una VOD (descarburación por oxígeno en vacío) que tenía una capacidad de 150 toneladas y se colaron para dar placas llevando a cabo colada continua. Estas placas se calentaron a una temperatura de 1150°C y se laminaron en caliente para dar chapas de acero laminadas en caliente en un estado enrollado que tenían un grosor de 3,5 mm. Después, estas chapas laminadas en caliente se sometieron a recocido en una atmósfera de un gas de horno de coque que tenía una razón de aire de 1,3 a una temperatura de 950°C durante el transcurso de 1 a 5 minutos, se granallaron en la superficie con perlas de

ES 2 602 800 T3

- 5 hierro, se descascarillaron por decapado en el que las chapas de acero se sumergieron en una disolución de ácido sulfúrico que contenía ácido sulfúrico a una concentración del 20% en masa a una temperatura de 80°C durante el transcurso de 120 segundos y después en una disolución ácida mixta que contenía ácido nítrico a una concentración del 15% en masa y ácido fluorhídrico a una concentración del 3% en masa a una temperatura de 55°C durante el transcurso de 60 segundos para obtener chapas laminadas en caliente, recocidas y decapadas en el estado enrollado.
- 10 Además, las chapas laminadas en caliente se laminaron en frío para dar chapas laminadas en frío que tenían un grosor de 1,0 mm, se sometieron a recocido en un horno en una atmósfera de un gas de horno de coque que tenía una razón de aire de 1,3 a una temperatura de 900°C durante el transcurso de 2 minutos, se realizó el descascarillado electrolítico tres veces en una disolución que contenía Na_2SO_4 a una concentración del 20% en masa a una temperatura de 80°C con una corriente de 3 amperios/ dm^2 durante el transcurso de 10 segundos y se descascarillaron en disolución ácida mezclada que contenía ácido nítrico a una concentración del 5% en masa y ácido fluorhídrico a una concentración del 3% en masa a una temperatura de 55°C durante el transcurso de 30 segundos para obtener chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas.
- 15 En esta etapa, se evaluó la calidad de superficie de las chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas obtenidas tal como se ha descrito anteriormente mediante una prueba visual.

Tabla 3

n.º	Composición química (% en masa)																Nota
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Mo	N	Mg	Al	Sb	Zr	
13	0,009	0,40	0,22	0,027	0,003	18,7	0,16	0,37	0,23	0,01	0,07	0,008	0,0003	-	-	-	-
14	0,012	0,37	0,18	0,022	0,008	17,4	0,22	0,33	0,29	0,02	0,05	0,013	0,0004	-	-	-	-
15	0,005	0,39	0,16	0,021	0,009	17,8	0,20	0,43	0,19	0,01	0,11	0,007	0,0002	-	-	-	-
16	0,005	0,55	0,24	0,020	0,005	18,3	0,19	0,35	0,25	0,02	0,04	0,005	0,0002	-	-	-	-
17	0,010	0,49	0,20	0,017	0,006	18,6	0,22	0,31	0,35	0,02	0,11	0,013	0,0001	0,23	-	-	0,2
18	0,004	0,39	0,15	0,025	0,008	18,2	0,22	0,32	0,33	0,03	0,15	0,006	0,0003	-	0,15	0,11	-
19	0,008	0,41	0,18	0,022	0,006	18,3	0,20	0,35	0,25	0,02	<u>0,35</u>	0,009	0,0005	-	-	-	-
20	0,004	0,42	0,23	0,028	0,001	<u>19,7</u>	0,24	0,30	0,35	0,02	0,15	0,007	0,0002	-	-	-	-
21	0,011	<u>0,10</u>	0,21	0,020	0,003	17,9	0,21	0,36	0,33	<u>0,004</u>	0,08	0,013	0,0001	-	-	-	-
22	0,005	<u>0,22</u>	0,24	0,018	0,003	18,3	0,16	0,33	0,29	0,01	0,09	0,008	<u>0,0008</u>	0,20	-	-	0,2

Anotación: el valor subrayado está fuera del intervalo según la presente invención.

ES 2 602 800 T3

Usando estas chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas, se evaluó la resistencia a la corrosión llevando a cabo una CCT.

5 Después, se pulieron estas chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas al acabado n.º 600 y se usaron para la evaluación de resistencia a la corrosión, una prueba de resistencia a la corrosión en una zona de soldadura y una prueba de resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304.

Los resultados obtenidos tal como se ha descrito anteriormente se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

n.º	Calidad de superficie de chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de chapa pulida al acabado n.º 600	Resistencia a la corrosión por CCT de zona de soldadura de aceros del mismo grado	Resistencia a la corrosión por CCT de zona de soldadura de aceros de diferentes grados	Otros	Nota
13	○	○	○	○	○	-	Ejemplo
14	○	○	○	○	○	-	
15	○	○	○	○	○	-	
16	○	○	○	○	○	-	
17	○	○	○	○	○	-	
18	○	○	○	○	○	-	
19	○	○	○	○	x	-	
20	○	○	○	○	x	-	
21	x	○	○	○	Δ	-	
22	x	○	○	○	○	-	
							Ejemplo comparativo

En este caso, a continuación en el presente documento se describirán los criterios de evaluación de las pruebas mostradas en la tabla 4.

5 (1) Apariencia de superficie después de que se llevaran a cabo la laminación en frío, el decapado y el recocido: evaluando sobre la base de la razón de la longitud de una parte en la que se encontraron defectos de superficie con respecto a la longitud total de la muestra, O representa el caso en el que una razón de defecto es de menos del 5% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de defecto es del 5% o más y de menos del 10% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de defecto es del 10% o más y de menos del 20% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de defecto es del 20% o más (insatisfactorio: muy malo).

10 (2) Los resultados de la CCT en chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas y las chapas pulidas al acabado n.º 600: evaluando sobre la base de un área en la que la herrumbre se produjo después de 15 ciclos de la prueba, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).

15 (3) Los resultados de la prueba de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros del mismo grado: evaluando sobre la base de una razón de área de herrumbre después de 15 ciclos de la CCT que se llevó a cabo en las muestras obtenidas llevando a cabo la soldadura a tope TIG en aceros del mismo grado y eliminando el color de revenido de la zona de soldadura con papel de esmeril n.º 600, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).

20 (4) Los resultados de la prueba de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304: evaluando sobre la base de una razón de área de herrumbre después de 15 ciclos de la CCT que se llevó a cabo en las muestras obtenidas llevando a cabo la soldadura a tope TIG en cada material de muestra y SUS304 y eliminando el color de revenido de la zona de soldadura con papel de esmeril n.º 600, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).

25 Los aceros que tenían las composiciones químicas n.º 13 a n.º 18 que se encontraban dentro del intervalo según la presente invención eran excelentes en cuanto a la resistencia a la corrosión y calidad de superficie en el estado de chapa laminada en frío, recocida y decapada, en el estado de chapa pulida, en la zona de soldadura de aceros del mismo grado y en la zona de soldadura de los aceros de diferentes grados con SUS304. Por otro lado, el ejemplo comparativo n.º 19 que tenía un contenido en Mo del 0,35% que era mayor que el intervalo según la presente invención tenía una gran área de herrumbre en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados, lo que significa que el n.º 19 tenía mala resistencia a la corrosión.

30 Además, el ejemplo comparativo n.º 20 que tenía un gran contenido en Cr del 19,7% tenía una gran área de herrumbre en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados, lo que significa que el n.º 20 tenía mala resistencia a la corrosión. Se cree que es porque no se formó una fase de martensita en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados debido al alto contenido en Cr que es un elemento formador de ferrita.

35 Además, el ejemplo comparativo n.º 21 que tenía un contenido en Si que era de menos del intervalo según la presente invención y el ejemplo comparativo n.º 22 que tenía un pequeño contenido en Si y un gran contenido en Mg tenían mala calidad de superficie.

Ejemplo 3

40 Se fundieron aceros que tienen composiciones químicas de los ejemplos n.º 23 a n.º 28, n.º 33 y los ejemplos comparativos n.º 29 a n.º 32 facilitados en la tabla 5 usando un horno de fusión de vacío pequeño que tenía una capacidad de 50 kg. Estos lingotes se calentaron a una temperatura de 1150°C en un horno con una purga de gas Ar y se laminaron en caliente para dar chapas laminadas en caliente que tenían un grosor de 3,5 mm.

45 Entonces, estas chapas laminadas en caliente se sometieron a recocido de una chapa laminada en caliente en aire a una temperatura de 950°C durante el transcurso de 1 minuto, un tratamiento de superficie usando granallado con perlas de vidrio, y descascarillado mediante decapado en el que las chapas de acero se sumergieron en una disolución de ácido sulfúrico que contenía ácido sulfúrico a una concentración del 20% en masa a una temperatura de 80°C durante el transcurso de 120 segundos y después en una disolución ácida mixta que contenía ácido nítrico a una concentración del 15% en masa y ácido fluorhídrico a una concentración del 3% en masa a una temperatura de 55°C durante el transcurso de 60 segundos.

5 Además, las chapas laminadas en caliente se laminaron en frío para dar chapas de acero laminadas en frío que tenían un grosor de 1,0 mm, se sometieron a recocido en una atmósfera reductora (H_2 : el 5% en volumen, N_2 : el 95% en volumen, punto de condensación: $-40^\circ C$) a una temperatura de $900^\circ C$ durante el transcurso de 1 minuto para obtener chapas laminadas en frío y recocidas. Estas chapas laminadas en frío y recocidas se sometieron a descascarillado usando electrólisis ($10 \text{ amperios}/\text{dm}^2$ durante 2 segundos) dos veces en una disolución que contenía ácido nítrico a una concentración del 15% en masa y ácido clorhídrico en una concentración del 0,5% en masa a una temperatura de $50^\circ C$ para obtener chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas.

Tabla 5

n.º	Composición química (% en masa)															Nota	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Mo	N	Mg	Al	Sb		Zr
23	0,010	0,37	0,32	0,026	0,005	18,6	0,17	0,32	0,28	0,02	0,12	0,012	0,0004	-	-	-	-
24	0,005	0,48	0,22	0,027	0,006	17,4	0,15	0,36	0,24	0,01	0,08	0,005	0,0002	-	-	-	-
25	0,011	0,36	0,18	0,024	0,003	18,9	0,22	0,41	0,32	0,03	0,15	0,011	0,0003	0,18	-	-	-
26	0,009	0,54	0,22	0,022	0,004	17,2	0,21	0,32	0,21	0,02	0,18	0,010	0,0002	-	0,21	0,1	-
27	0,007	0,33	0,18	0,026	0,003	18,4	0,19	0,36	0,36	0,03	0,08	0,006	0,0002	0,18	-	-	0,4
28	0,009	0,45	0,24	0,027	0,002	18,0	0,24	0,36	0,19	0,01	0,05	0,005	0,0002	0,18	0,07	-	0,1
33	0,010	0,45	0,18	0,025	0,003	18,2	0,18	0,41	0,23	0,02	0,05	0,009	0,0002	0,04	-	-	-
29	0,008	0,33	0,21	0,026	0,007	<u>16,8</u>	0,16	0,42	0,28	0,02	0,11	0,009	0,0004	-	-	-	-
30	0,004	0,42	0,23	0,028	0,001	<u>19,8</u>	0,24	0,30	0,35	0,02	0,15	0,007	0,0002	0,20	-	-	-
31	0,011	<u>0,15</u>	0,22	0,021	0,002	17,9	0,22	0,34	<u>0,08</u>	0,02	<u>0,40</u>	0,012	0,0003	-	-	-	-
32	0,005	<u>0,25</u>	0,24	0,018	0,003	18,3	0,16	0,33	0,29	<u>0,10</u>	0,09	0,008	0,0002	-	-	-	0,3

Anotación: el valor subrayado está fuera del intervalo según la presente invención.

ES 2 602 800 T3

- Usando estas chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas, se evaluó la resistencia a la corrosión llevando a cabo una CCT. Además, estas chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas se pulieron al acabado n.º 600 y se usaron para evaluar la resistencia a la corrosión llevando a cabo una CCT y una prueba de corrosión en la zona de soldadura de aceros del mismo grado formada llevando a cabo la soldadura TIG. En esta prueba, se soldaron dos fragmentos de chapas, que se cortaron de cada material de muestra, llevando a cabo la soldadura TIG y la superficie del material soldado se pulió al acabado n.º 600 para investigar la resistencia a la corrosión llevando a cabo una CCT. A continuación se describirán las condiciones de soldadura TIG. Se controló la intensidad de soldadura de modo que la anchura del cordón posterior era de 3 mm o más. Se evaluó la superficie en el lado de cordón posterior.
- 5
- 10 potencial de soldadura: 10 voltios
intensidad de soldadura: desde 90 amperios hasta 110 amperios
velocidad de soldadura: 600 mm/min
electrodo: electrodo de tungsteno de 1,6 mm
gas de protección: lado de cordón frontal Ar + el 20% en volumen de N₂ 20 litros/min,
- 15 lado de cordón posterior Ar + el 20% en volumen de N₂ 20 litros/min
- Además, usando los mismos materiales de muestra, se llevó a cabo una prueba de corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304. En esta prueba, se soldó un fragmento de chapa, que se cortó de cada material de muestra, con una chapa de SUS304 que tenía un grosor de 1,0 mm llevando a cabo la soldadura TIG, y se pulió la superficie del material soldado al acabado n.º 600 para investigar la resistencia a la corrosión llevando a cabo una CCT. Las condiciones de soldadura TIG fueron casi las mismas que las usadas para aceros del mismo grado descritas anteriormente. En la prueba de corrosión cíclica de niebla salina, un ciclo en el que se llevaron a cabo en este orden la pulverización de disolución acuosa de NaCl al 5% a 35°C, 2 horas, → secado a 60°C, 4 horas, humedad relativa: del 20% al 30%, y → humidificación a 40°C, 2 horas, humedad relativa: el 95% o más se repitió durante 15 ciclos. Los resultados obtenidos se facilitan en la tabla 6.
- 20
- 25

Tabla 6

n.º	Calidad de superficie de chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de chapa pulida al acabado n.º 600	Resistencia a la corrosión por CCT de zona de soldadura de aceros del mismo grado	Resistencia a la corrosión por CCT de zona de soldadura de aceros de diferentes grados	Otros	Nota
23	○	○	○	○	○	-	
24	○	○	○	○	○	-	
25	○	○	○	○	○	-	
26	○	○	○	○	○	-	Ejemplo
27	○	○	○	○	○	-	
28	○	○	○	○	○	-	
33	○	○	○	○	○	-	
29	○	x	x	x	x	-	
30	○	○	○	Δ	x	-	
31	Δ	○	○	○	x	-	
32	x	X	○	○	x	Cascarilla residual, ductilidad disminuida	Ejemplo comparativo

En este caso, a continuación en el presente documento se describirán los criterios de evaluación de las pruebas facilitadas en la tabla 6.

5 (1) Apariencia de superficie después de que se llevaran a cabo la laminación en frío, el decapado y el recocido: evaluando sobre la base de la razón de la longitud de una parte en la que se encontraron defectos de superficie con respecto a la longitud total de la muestra, O representa el caso en el que una razón de defecto es de menos del 5% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de defecto es del 5% o más y de menos del 10% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de defecto es del 10% o más y de menos del 20% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de defecto es del 20% o más (insatisfactorio: muy malo).
10

(2) Los resultados de la CCT en chapas laminadas en frío, recocidas y decapadas y las chapas pulidas al acabado n.º 600: evaluando sobre la base de un área en la que la herrumbre se produjo después de 15 ciclos de la prueba, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).
15

(3) Los resultados de la prueba de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros del mismo grado: evaluando sobre la base de una razón de área de herrumbre después de 15 ciclos de la CCT que se llevó a cabo en las muestras obtenidas llevando a cabo la soldadura a tope TIG en aceros del mismo grado y eliminando el color de revenido de la zona de soldadura con papel de esmeril n.º 600, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).
20
25

(4) Los resultados de la prueba de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304: evaluando sobre la base de una razón de área de herrumbre después de 15 ciclos de la CCT que se llevó a cabo en las muestras obtenidas llevando a cabo la soldadura a tope TIG en cada material de muestra y SUS304 y eliminando el color de revenido de la zona de soldadura con papel de esmeril n.º 600, O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es de menos del 10% (satisfactorio: muy bueno), O representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 10% o más y de menos del 20% (satisfactorio: bueno), Δ representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 20% o más y de menos del 30% (insatisfactorio) y x representa el caso en el que una razón de área de herrumbre es del 30% o más (insatisfactorio: muy malo).
30

Los aceros que tenían las composiciones químicas n.º 23 a n.º 28 y n.º 33 que se encontraban dentro del intervalo según la presente invención eran excelentes en cuanto a la resistencia a la corrosión y calidad de superficie en el estado de chapa laminada en frío, recocida y decapada, en el estado de chapa pulida, en la zona de soldadura de aceros del mismo grado incluso en el caso de una protección de gas insuficiente y en la zona de soldadura de los aceros de diferentes grados con SUS304 incluso en el caso de una protección de gas insuficiente. En particular, del n.º 25 al n.º 28 y el n.º 33, a los que se añadieron Al, Sb, Zr y V, eran excelentes en cuanto a la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304 incluso en el caso de una protección de gas insuficiente.
35
40

Por otro lado, el ejemplo comparativo n.º 29 que tenía un pequeño contenido en Cr del 16,8% tenía una gran área de herrumbre, lo que significa que el n.º 29 tenía mala resistencia a la corrosión.

Además, el ejemplo comparativo n.º 30 que tenía un gran contenido en Cr del 19,8% tenía una gran área de herrumbre en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados, lo que significa que el n.º 30 tenía mala resistencia a la corrosión. Se cree que es porque no se formó una fase de martensita en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados debido al alto contenido en Cr que es un elemento formador de ferrita.
45

Además, el ejemplo comparativo n.º 31 que tenía un pequeño contenido en Si del 0,15% y un gran contenido en Mo del 0,4% tenía mala calidad de superficie y, en particular, en cuanto a la resistencia a la corrosión y calidad de superficie en la zona de soldadura de aceros del mismo grado en el caso de una protección de gas insuficiente y en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304 en el caso de una protección de gas insuficiente.
50

Además, en el caso del ejemplo comparativo n.º 32 que tenía un pequeño contenido en Si del 0,25% y un contenido en Nb del 0,10% que era mayor que el intervalo según la presente invención, se encontró cascarilla residual después de que se llevara a cabo el recocido rápido en una línea para acero al carbono, lo que significa que el metal base (después de que se llevaran a cabo la laminación en frío, el recocido y el decapado) del n.º 32 tenía mala resistencia a la corrosión.
55

Tal como se ha descrito anteriormente, se ha aclarado que, según la presente invención, puede obtenerse un acero

inoxidable ferrítico con una resistencia a la corrosión excelente de metal base, resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros del mismo grado, resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros de diferentes grados con SUS304 y con calidad de superficie excelente de una chapa laminada en frío, recocida y decapada sin desbaste de la superficie de una chapa de acero laminada en caliente, recocida y decapada.

5 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención puede usarse adecuadamente como un material para piezas, de las que se requiere resistencia a la corrosión, tales como menaje del hogar, instrumentos de cocina, interiores y exteriores arquitectónicos, cerrajería en arquitectura, el interior de un ascensor y una escalera mecánica, electrodomésticos y componentes de automóviles.

10

REIVINDICACIONES

1. Acero inoxidable ferrítico que tiene una composición química que consiste en, en % en masa, C: el 0,003% o más y el 0,012% o menos, Si: el 0,30% o más y el 0,60% o menos, Mn: el 0,10% o más y el 0,35% o menos, P: el 0,040% o menos, S: el 0,020% o menos, Cr: el 17,0% o más y el 19,0% o menos, Ni: más del 0,10% y el 0,30% o menos, Ti: el 0,20% o más y el 0,40% o menos, Nb: el 0,005% o más y menos del 0,050%, Mo: el 0,20% o menos, N: el 0,005% o más y el 0,015% o menos, Cu: el 0,3% o más y el 0,5% o menos, Mg: menos del 0,0005%, opcionalmente además Al: el 0,01% o más y el 0,5% o menos, Sb: el 0,05% o más y el 0,30% o menos, Zr: el 0,01% o más y el 0,60% o menos, V: el 0,01% o más y el 0,50% o menos, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

5
10