

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 781**

51 Int. Cl.:

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2013 PCT/JP2013/001462**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013 WO13136736**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2013 E 13761131 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2826878**

54 Título: **Acero inoxidable ferrítico**

30 Prioridad:

13.03.2012 JP 2012055308

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

15.09.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SAMUKAWA, TAKASHI;
FUKUDA, KUNIO;
YOSHINO, MASATAKA;
OTA, HIROKI y
OGATA, HIROYUKI**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 632 781 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

5 Campo Técnico

La presente invención se refiere a un acero inoxidable ferrítico con excelente calidad superficial, y excelente resistencia a la corrosión en una parte soldada con un acero inoxidable austenítico.

Técnica anterior

10 A pesar de que, entre los aceros inoxidables el SUS304 (18% Cr - 8% Ni) (estándar industrial japonés, JIS G 4305), que es un acero inoxidable austenítico, es ampliamente utilizado debido a su buena resistencia a la corrosión, este tipo de acero es caro debido a una gran cantidad de Ni contenido en el mismo. Por lo tanto, el acero inoxidable de acuerdo con la Literatura de Patente 1 se desarrolló como un acero que tiene una buena resistencia a la corrosión equivalente a la del SUS304.

15

La Literatura de Patentes 1 describe un acero inoxidable ferrítico que tiene una composición química que consiste en, en % en masa, C: 0,03% o menos, Si: 1,0% o menos, Mn: 0,5% o menos, P: 0,04% o menos, S: 0,02% o menos, Al: 0,1% o menos, Cr: 20,5% o más y 22,5% o menos, Cu: 0,3% o más y 0,8% o menos, Ni: 1,0% o menos, Ti: 4(C% + N%) o más y 0,35% o menos, Nb: 0,01% o menos, N: 0,03% o menos, C + N: 0,05% o menos y el resto es Fe y

20 las impurezas inevitables.

Los aceros inoxidables ferríticos tales como JIS-SUS444 y JIS-SUS430J1L se caracterizan por tener una baja sensibilidad a la fisuración por corrosión bajo tensión en comparación con los aceros inoxidables austeníticos y por no contener una gran cantidad de Ni que está sujeto a grandes fluctuaciones de precios, y que son ampliamente

25

utilizados como materiales para partes del sistema de escape de automóviles, tanques de agua y construcciones de edificios.

Sin embargo, dado que los aceros inoxidables ferríticos tienen una formabilidad inferior, especialmente una pobre ductilidad, comparados con aceros inoxidables austeníticos, los aceros inoxidables austeníticos se utilizan para

30

piezas que son demasiado difíciles de formar con aceros inoxidables ferríticos. Por lo tanto, hay muchos casos en los que un componente se forma combinando aceros inoxidables austeníticos y aceros inoxidables ferríticos. Entre estos casos, la mayoría de las piezas se unen por soldadura y, entre los métodos de soldadura, se utiliza principalmente la soldadura TIG (soldadura con gas inerte de tungsteno). Y una buena resistencia a la corrosión es necesaria para las zonas de soldadura, así como los aceros de base.

35

Lista de citaciones

Literatura de patente

PTL1: solicitud de patente japonesa no examinada con número de publicación 2007-77496

PTL2: solicitud de patente japonesa no examinada con número de publicación 8-10823

40 Los documentos EP0930375-A y EP2787096-A también divulgan aceros inoxidables ferríticos.

Descripción de la invención

Problema técnico

45 El acero inoxidable ferrítico de acuerdo con la Literatura de Patente 1 tiene una buena resistencia a la corrosión en una zona soldada con un acero inoxidable del mismo tipo. Sin embargo, existe el problema de que la resistencia a la corrosión en una zona soldada es inferior a la de un acero de base en el caso en el que el acero inoxidable ferrítico esté soldado con un acero inoxidable de un tipo diferente, tal como SUS304, realizando la soldadura por TIG.

50 Este problema se produce como se describe a continuación; el C o el N en un acero se combinan con el Cr, precipitando carburos de cromo tales como $Cr_{23}C_6$ o nitruros de cromo tales como CrN_2 en los límites de grano en el historial térmico de soldadura. Estas precipitaciones forman capas de agotamiento de cromo, en las proximidades de los límites de grano, en donde el contenido de Cr es menor que el del acero de base. Este fenómeno, llamado sensibilización, causa un deterioro en la resistencia a la corrosión en los límites de grano.

55

Generalmente, con el fin de evitar el deterioro de la resistencia a la corrosión en una zona soldada debido a la sensibilización, la formación de carburos de cromo y nitruros de cromo se evitan añadiendo una cantidad apropiada de Ti al acero y estabilizando el C y el N como carbonitruros de titanio con un contenido decreciente de C y N en el acero. Mediante este método, la zona soldada que se forma mediante la soldadura por TIG utilizando los mismos

60 aceros inoxidables ferríticos de acuerdo con la Literatura de Patente 1 tiene una buena resistencia a la corrosión.

Sin embargo, dado que el SUS304 tiene un contenido de C de 0,04% a 0,05%, que es más que el de esta chapa de acero inoxidable ferrítico cuyo contenido de C es de aproximadamente 0,01%, con el fin de prevenir de manera

similar la sensibilización añadiendo Ti en el caso en que esta chapa de acero inoxidable ferrítico se suelde con un acero inoxidable con un alto contenido de carbono como el SUS304, es necesario aumentar el contenido de Ti hasta aproximadamente el 1,0%.

- 5 Sin embargo, en el caso en que el contenido de Ti en un acero inoxidable ferrítico se incremente hasta aproximadamente el 1,0%, el Ti y el N en acero fundido reaccionan entre sí para formar y precipitar TiN durante la solidificación. Dado que el TiN tiene baja ductilidad a alta temperatura, se producen defectos en un proceso de laminación en caliente y se deteriora la calidad de la superficie. Dado que los defectos formados como se han descrito anteriormente son demasiado profundos para ser eliminados durante procesos posteriores tales como
- 10 recocido de chapa de acero laminado en caliente, decapado de chapa de acero laminado en caliente, laminado en frío de una chapa de acero laminado en caliente, recocido de chapa de acero laminada en frío y decapado de chapa de acero laminado en frío.

- Los defectos se convierten en defectos superficiales llamados vetas causados por nitruros de titanio, lo que da lugar
- 15 a un deterioro significativo de la calidad superficial de la chapa de acero laminada en frío, la chapa de acero recocida y decapada, a menos que se lleve a cabo un tratamiento en el que una capa gruesa es raspada de la superficie de la chapa de acero laminada en caliente, recocida y decapada por una amoladora o similar.

- Además, aunque la soldadura TIG se realiza generalmente bajo condiciones en las que ambos lados, el delantero y
- 20 el trasero, de la chapa de acero están protegidos con un gas inerte de manera que se evita en lo máximo posible la formación de una capa oxidada fina llamada color de templado. Puesto, que en un proceso práctico, este gas de protección no es suficiente, existe el problema de que la sensibilización descrita anteriormente se facilita debido a que se mezcla con el N del aire.

- 25 Además, existe también un problema en el que añadiendo en una gran cantidad de Ti caro se disminuye la ventaja del acero inoxidable ferrítico que no utiliza un 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 excelente calidad en la superficie, y resistencia a la
- 30 corrosión en una zona de soldadura en el caso de que el acero inoxidable ferrítico esté soldado no sólo con un acero inoxidable ferrítico sino también con un acero inoxidable austenítico.

Solución al problema

- Los presentes inventores llevaron a cabo experimentaciones e investigaciones exhaustivas no sólo sobre la
- 35 influencia de la composición química del acero sobre la resistencia a la corrosión del acero de base y la zona de soldadura, sino también sobre la calidad superficial (defectos de veta causados por los nitruros de titanio) de la chapa de acero para resolver los problemas descritos anteriormente, y, como resultado, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- 40 (1) La sensibilización puede evitarse ajustando el contenido de los elementos ferríticos iniciales y haciendo que la microestructura de una zona de soldadura con un acero inoxidable ferrítico y un acero inoxidable austenítico sea una fase de martensita. Esto se debe a que los límites de solubilidad del C y del N son grandes en una fase de martensita.

- 45 (2) Al añadir una cantidad muy pequeña de Nb, los nitruros de Nb se precipitan a una temperatura superior a una temperatura a la que se precipitan los nitruros de Ti. En un proceso de enfriamiento posterior, estos nitruros de Nb se convierten en lugares de nucleación de carbonitruros de Ti. Este fenómeno aumenta el efecto del Ti para prevenir la sensibilización.

- 50 (3) La temperatura de cristalización de la chapa de acero se eleva generalmente añadiendo Nb. Dado que casi no hay efecto negativo de que la temperatura de cristalización de la chapa de acero se eleve cuando se añade una cantidad muy pequeña de Nb, puede aplicarse un proceso de decapado a alta velocidad barato usado en una línea de fabricación de acero al carbono descrita en la Literatura de Patentes 2.

- 55 (4) Incluso si el N se mezcla con el aire en una zona de soldadura debido a un incompleto aporte de gas de protección durante la soldadura, se puede evitar la sensibilización mediante la formación de AlN en la zona de soldadura en el caso en que se añada una cantidad apropiada de Al al acero. Además, se puede evitar la sensibilización debido a la formación de compuestos de Sb y N en una zona de soldadura en el caso en el que se añada una cantidad apropiada de Sb al acero.

- 60 (5) Un defecto de veta causado por nitruros de titanio es causado principalmente por el TiN de un tamaño grande que existe en una capa más externa de una chapa de acero. Un defecto de veta causado por nitruros de titanio se puede evitar ajustando el contenido de Ti.

A partir de los hallazgos descritos anteriormente, se puede obtener un acero inoxidable ferrítico que tiene una excelente resistencia a la corrosión en una zona de soldadura y una excelente calidad superficial de una chapa de acero laminada en frío, recocida y decapada sin tener que moler la superficie de una chapa de acero laminado en caliente, recocido y decapado y es menos costoso que los aceros inoxidables austeníticos que contienen Ni.

5

La presente invención se ha completado sobre la base de los hallazgos descritos anteriormente y la presente invención es como sigue a continuación.

[1] Acero inoxidable ferrítico que tiene una composición química que consiste en, en % en masa, C: 0,003% o más y 0,015% o menos, Si: 0,05% o más y 0,20% o menos, Mn: 0,10% o más y 0,35% o menos, P: 0,06% o menos, S: 0,02% o menos, Cr: 17,0% o más y 19,0% o menos, Ni: más del 0,10% y 0,30% o menos, Ti: 0,10% o más y 0,40% o menos, Nb: 0,005% o más y menos de 0,050%, Mo: menos de 0,20%, N: 0,005% o más y 0,015% o menos, Cu: 0,30% o más y 0,50% o menos, Mg: menos de 0,0005% y opcionalmente además conteniendo en masa, Al: 0,02% o más y 0,50% o menos, Sb: 0,005% o más y 0,300% o menos, al menos uno de Zr: 0,05% o más y 0,60% o menos y V: 0,02% o más y 0,50% o menos, y el resto es Fe e impurezas inevitables.

[2] Acero inoxidable ferrítico según [1], el acero teniendo una composición química que contiene, en % en masa, Al: 0,10% o más y 0,50% o menos.

20 Efectos ventajosos de la invención

El acero inoxidable ferrítico puede ser utilizado idealmente como material para instrumentos de cocina, interiores arquitectónicos, máquinas industriales y partes de automóviles, porque el acero inoxidable ferrítico tiene una excelente resistencia a la corrosión en una zona soldada incluso con un acero inoxidable austenítico y tienen una excelente calidad superficial.

25

Descripción de las realizaciones

A continuación se describirán las limitaciones de los factores que constituyen la presente invención.

1. Con respecto a una composición química

30

Se describirá la razón para las limitaciones en la composición química del acero según la presente invención. En este caso, el % utilizado cuando se describe una composición química significa siempre el % en masa.

C: 0,003% o más y 0,015% o menos

35 Es preferible que el contenido de C sea lo más pequeño posible, porque el C tiende a combinarse con el Cr para formar carburos de Cr, y la corrosión intergranular es causada por los carburos de Cr que se forman en una zona afectada por el calor durante la soldadura. Por lo tanto, el contenido de C se limita a ser del 0,015% o menos. Por otro lado, debido a que se necesita un tiempo largo para fundirse en el caso en que el contenido de C es excesivamente pequeño, el contenido de C se limita a 0,003% o más y 0,015% o menos, preferiblemente 0,003% o más y 0,012% o menos desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión en una zona de soldadura, más preferiblemente 0,003% o más y 0,010% o menos.

Si: 0,05% o más y 0,20% o menos

45 Debido a que el Si es un elemento químico que es eficaz como un agente desoxidante, el contenido de Si se limita a ser 0,05% o más. Por otra parte, en el caso en el que el contenido de Si sea superior al 0,30%, el rendimiento del decapado a alta velocidad en una línea de fabricación de acero al carbono disminuye, lo que da lugar a una disminución de la productividad. Por lo tanto, el contenido de Si se limita a ser 0,05% o más y 0,30% o menos, preferiblemente 0,05% o más y 0,20% o menos.

50 Mn: 0,10% o más y 0,35% o menos

Debido a que el Mn es eficaz para la desoxidación, el contenido de Mn se limita a ser de 0,10% o más. Además, como el Mn es un elemento que forma austenita, el Mn promueve la formación de una fase de martensita en una zona de soldadura con un acero inoxidable austenítico (a partir de aquí, denominado como la zona de soldadura de aceros diferentes). Sin embargo, dado que, en el caso de que el contenido de Mn sea excesivamente grande, el Mn se combina con S en acero para formar MnS que es un sulfuro soluble, lo que da lugar a un deterioro de la resistencia a la corrosión, el contenido de Mn se limita a 0,10% o más y 0,35% o menos, preferiblemente 0,10% o más y 0,25% o menos.

P: 0,06% o menos

60 En el caso en el que el contenido de P sea superior a 0,06%, el P no tiene sólo un efecto negativo sobre la resistencia a la corrosión, sino que también deteriora la formabilidad debido al fortalecimiento de la solución sólida. Por lo tanto, el contenido de P se limita a ser 0,06% o menos, preferiblemente 0,04% o menos desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión.

S: 0,02% 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 esté presente junto con el Mn, el S se convierte en una fuente de salpicaduras como resultado de la formación de MnS, dando como resultado un deterioro en la resistencia a la corrosión. Este efecto negativo se

- 5 hace significativo en el caso en el que el contenido de S sea superior al 0,02%. Por lo tanto, el contenido de S se limita a 0,02% o menos, preferiblemente 0,01% o menos desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, más preferiblemente 0,006% o menos.

Cr: 17.0% o más y 19.0% o menos

- 10 El Cr es un elemento químico que es esencial para aumentar la resistencia a la corrosión de la base de un acero inoxidable mediante la formación de una película de pasivación sobre la superficie del acero. Es necesario un contenido de Cr de 17,0% o más para conseguir una buena resistencia a la corrosión. No obstante, en el caso de que el contenido de Cr sea superior al 19,0%, el deterioro de la resistencia a la corrosión en la zona soldada con un SUS304 no se puede evitar, porque en esa parte no se forma una fase de martensita. Por lo tanto, el contenido de
- 15 Cr se limita a ser 17,0% o más y 19,0% o menos, preferiblemente 17,5% o más y 18,5% o menos.

Ni: más del 0,10% y 0,30% o menos

El Ni es un elemento químico que contribuye a mejorar la resistencia a la corrosión de fisuras. Además, dado que el Ni es un elemento que forma la austenita como el Mn, el Ni promueve la formación de una fase de martensita en la zona de soldadura de aceros diferentes. Sin embargo, hay un deterioro en la sensibilidad a la fisuración por

- 20 corrosión bajo tensión en el caso en que el contenido de Ni sea superior al 0,30%. Además, el Ni es un elemento químico costoso. Por lo tanto, el contenido de Ni se limita a ser más del 0,10% y 0,30% o menos, preferiblemente 0,20% o más y 0,30% o menos.

25 Ti: 0,10% o más y 0,40% o menos

El Ti es un elemento químico que es esencial para conseguir una buena resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros diferentes cuando se suelda con un acero inoxidable austenítico como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, un contenido excesivo de Ti provoca un aumento en la cantidad de TiN precipitado, lo que da lugar a un número significativo de defectos de vetas causadas por los nitruros de titanio, lo que hace

- 30 imposible conseguir una buena calidad de superficie para un producto (chapa de acero laminada en frío, recocida y decapada) sin realizar un tratamiento tal como moler la superficie de una chapa de acero laminada en caliente, recocida y decapada. Por lo tanto, el contenido de Ti se limita a 0,10% o más y 0,40% o menos, preferiblemente 0,20% o más y 0,40% o menos desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros diferentes.

35

Nb: 0,005% o más y menos de 0,050%

La adición pequeñas cantidades de Nb es también uno de los factores importantes para la presente invención. El Nb forma carbonitruros más fácilmente que el Cr y el Ti. En particular, en el caso de la zona de soldadura de aceros diferentes, en el cordón de soldadura y en una zona afectada por el calor, la formación de carbonitruros de Nb

- 40 comienza a una temperatura superior a la temperatura a la que se forman los carbonitruros de Ti. En un proceso de enfriamiento posterior, aunque el motivo de esto no esté claro, los carbonitruros de Nb se convierten en lugares de nucleación de los carbonitruros de Ti. Es decir, dado que un pequeño contenido de Nb acelera la formación de carbonitruros de Ti, la capacidad del Ti para estabilizar el C y el N en el cordón de soldadura y una zona afectada por el calor de la zona de soldadura de aceros diferentes se hace más fuerte en comparación con el caso en el que se contiene el Nb, haciendo que la sensibilización sea más eficazmente prevenida. Por lo tanto, el límite inferior del

45 contenido de Nb se limita a ser de 0,005% o más. Por otra parte, dado que un contenido excesivo de Nb provoca un aumento de la temperatura de recristalización de una chapa de acero laminada en frío, es necesario recocer la chapa de acero a alta temperatura para conseguir unas propiedades mecánicas suficientes. Esto aumenta el espesor de una capa de óxido, que se forma durante el final del recocido, en comparación con el caso en el que no

- 50 contiene Nb. Esto deteriora el comportamiento de decapado de una chapa de acero laminada en frío en un proceso de decapado a alta velocidad que se utiliza en una línea de fabricación de acero al carbono descrita anteriormente, lo que da lugar a un deterioro de la productividad. Por lo tanto, el contenido de Nb se limita a 0,005% o más y menos de 0,050%, más preferiblemente 0,010% o más y menos de 0,050% desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros diferentes.

55

Mo: menos del 0,20%

El Mo refuerza una película de pasivación y mejora significativamente la resistencia a la corrosión. Sin embargo, dado que el Mo es un elemento que forma ferrita, incluso en el caso en que el contenido de Mo sea pequeño, no se forma una fase de martensita en la zona de soldadura de aceros diferentes cuando se suelda con un acero

- 60 inoxidable austenítico. Esto produce que la zona de soldadura de aceros diferentes consista en una fase ferrita y provoque sensibilización. Por lo tanto, el contenido de Mo se limita a ser inferior del 0,20%. Además, debido a que el Mo provoca el deterioro de la tenacidad de una chapa de acero laminada en caliente, es preferible que el contenido de Mo sea inferior al 0,10%. Incidentalmente, el límite inferior del contenido de Mo se limita a ser de 0%.

N: 0,005% o más y 0,015% o menos

El N se combina fácilmente con el Cr para formar nitruros de Cr. Es preferible que el contenido de N sea lo más pequeño posible, ya que los nitruros de Cr producen una corrosión intergranular en el caso en que los nitruros Cr se formen en la zona de soldadura de aceros diferentes y en una zona afectada por el calor cuando se realiza la soldadura. Además, es preferible que el contenido de N sea lo más pequeño posible para disminuir la cantidad de TiN precipitado que se convierte en la fuente de defectos de vetas causadas por los nitruros de titanio. Sin embargo, debido a que la fundición requiere mucho tiempo en el caso en que el contenido de N se reduzca excesivamente, el contenido de N se limita a 0,005% o más y 0,015% o menos, preferiblemente 0,005% o más y 0,012% o menos desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión en la parte de soldadura de diferentes aceros, más preferiblemente 0,005% o más y 0,010% o menos.

Cu: 0,30% o más y 0,50% o menos

El Cu es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión, en particular, en el caso en que un acero se coloque en una solución acuosa o se cubre con gotas de agua ligeramente ácidas. Esto se debe a que el Cu que cubre la superficie del acero de base evita la disolución del acero de base después de disolverse en la solución acuosa o en las gotas de agua. Sin embargo, en el caso en que el contenido de Cu sea superior al 0,50%, se produce un deterioro de la conformabilidad a alta temperatura y los defectos superficiales son causados por óxidos similares a gelatinas que se denominan escamas rojas y que se forman sobre la superficie de acero laminado en caliente debido al Cu. Por lo tanto, el contenido de Cu se limita a 0,30% o más y 0,50% o menos, preferiblemente 0,30% o más y 0,40% o menos desde el punto de vista de formabilidad a alta temperatura.

Mg: menos de 0,0005%

El Mg es una impureza que se mezcla principalmente por los ladrillos del horno convertidor. El Mg se convierte en la fuente de diversos tipos de lugares de inclusión y de nucleación de otros lugares de inclusión. Además, dado que es menos probable que se disuelvan las inclusiones, incluso cuando se realice un tratamiento como el recocido, el Mg deteriora la calidad superficial no sólo de las chapas de acero laminadas en caliente, recocidas y decapadas sino también del producto (chapa de acero laminada en frío, recocida y decapada). Por lo tanto, el contenido de Mg se limita a ser menor de 0,0005%, preferiblemente menor de 0,0003%.

Aunque la composición química básica de acuerdo con la presente invención es como se ha descrito anteriormente y el resto consiste en Fe e impurezas inevitables, Al y Sb pueden adicionalmente contenerse desde el punto de vista de prevenir la sensibilización de la zona de soldadura de aceros diferentes causada por un insuficiente gas de protección de una soldadura TIG. Además, Zr y V pueden estar contenidos con el fin de mejorar la resistencia a la corrosión de la zona de soldadura de aceros diferentes. Aquí, los ejemplos de impurezas inevitables aceptables incluyen Ca: 0,0020% o menos, pero no es necesario limitar el Ca.

Al: 0,02% o más y 0,50% o menos

El Al es un elemento químico que es importante en particular en el caso en el que un gas de protección para soldadura TIG no sea satisfactorio. Generalmente, el lado posterior de la chapa de acero está protegido con gas cuando se realiza la soldadura TIG como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, en el caso en el que la forma de la zona de soldadura de aceros diferentes sea complicada, el gas de protección no es suficientemente efectivo y el N en aire puede mezclarse en el cordón de soldadura. En este caso, la sensibilización no puede impedirse completamente solamente añadiendo Ti, si el contenido de C y N es mayor que el límite de solubilidad sólida de la fase de martensita. En este caso, es eficaz añadir Al de antemano para evitar la sensibilización. Esto se debe a que el Al estabiliza el N en el cordón de soldadura como AlN. Este efecto se puede lograr limitando el contenido de Al de ser de 0,02% o más. Sin embargo, en el caso en donde el contenido de Al sea superior al 0,50%, se forman inclusiones no metálicas en una plancha, lo que da lugar al deterioro de la calidad superficial de la chapa de acero laminada en caliente y de la chapa de acero laminada en frío. Por lo tanto, en el caso en el que se contenga Al, es preferible que el contenido de Al sea 0,02% o más y 0,50% o menos. Un más preferible límite inferior del contenido de Al es 0,10%, más preferiblemente 0,15%. Un más preferible límite superior del contenido de Al es 0,30%.

Sb: 0,005% o más y 0,30% o menos

El Sb es un elemento químico que es mejor añadirlo en el caso en el que un componente tenga una forma complicada, puesto que el Sb es, al igual que el Al, eficaz para estabilizar el N mezclado desde el aire en el caso en que un gas de protección de soldadura TIG no sea suficientemente eficaz. Sin embargo, en el caso en que el contenido de Sb sea excesivamente grande, se forman inclusiones no metálicas en una plancha, lo que da lugar al deterioro de la calidad superficial de la chapa de acero laminada en caliente y de la chapa de acero laminada en frío. Por lo tanto, en el caso en el que se contenga Sb, es preferible que el contenido de Sb sea 0,005% o más y 0,30% o menos, más preferiblemente 0,005% o más y 0,10% o menos desde el punto de vista de la calidad superficial del producto (chapa de acero laminada en frío, recocida y decapada).

Zr: 0,05% o más y 0,60% o menos

El Zr es un elemento químico que es eficaz para mejorar la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura no sólo de los aceros iguales sino también de aceros diferentes formando, como el Ti, carbonitruros más fácilmente que el Cr. Sin embargo, el Zr es más caro que el Ti y, en el caso en el que el contenido de Zr sea excesivamente grande, el Zr forma compuestos intermetálicos, lo que da lugar al deterioro de la tenacidad de la chapa de acero laminada en caliente. Por lo tanto, en el caso en el que el Zr esté contenido, es preferible que el contenido de Zr sea 0,05% o más y 0,60% o menos, más preferiblemente 0,15% o más y 0,35% o menos.

V: 0,02% o más y 0,50% o menos

El V es también un elemento químico que es eficaz para mejorar la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura no sólo de los aceros iguales sino también de diferentes aceros formando, como el Ti, carbonitruros más fácilmente que el Cr. Sin embargo, este efecto del V es menor que el de Ti. Además, el V es costoso. Por lo tanto, en el caso en que es V esté contenido, es preferible que el contenido de V sea 0,02% o más y 0,50% o menos, más preferiblemente 0,02% o más y 0,05% o menos.

15 2. Respecto a las condiciones de fabricación

Posteriormente, se describirá el método preferible para fabricar el acero de acuerdo con la presente invención. El acero que tiene una composición química descrita anteriormente se funde usando un método bien conocido, tal como un horno convertidor, un horno eléctrico o un horno de fusión en vacío, y el acero fundido se convierte en un material de acero (plancha) usando un método de colada continua o un método de fundición – desbaste de lingotes. Este material de acero se calienta a una temperatura en el intervalo desde 1100°C a 1250°C durante entre 1 hora a 24 horas y, o directamente sin calentamiento, laminado en caliente en una chapa de acero laminada en caliente.

Aunque la chapa de acero laminada en caliente se somete generalmente a un recocido a una temperatura en el intervalo de 800°C a 1100°C durante una duración de 1 minuto a 10 minutos, este recocido puede omitirse dependiendo de la aplicación de uso. A continuación, después de ser sometida a decapado, la chapa de acero laminada en caliente es laminada en frío en una chapa de acero laminada en frío, y la chapa de acero laminada en frío se convierte en un producto realizando un acabado de recocido. Es preferible que la laminación en frío se lleve a cabo con una relación de reducción de la laminación de 50% o más desde el punto de vista del comportamiento al alargamiento, comportamiento a la flexión, comportamiento al conformado mediante prensa y a la nivelación de la forma. Es preferible que el recocido de acabado de la chapa de acero laminada en frío se realice generalmente a una temperatura en el intervalo de 800°C a 950°C en el caso del No. 2B acabado de acuerdo con JIS G 0203.

Sin embargo, en el caso de fabricar un producto que utilice una línea de laminación en frío tándem y una línea de recocido continuo con una alta productividad, es más preferible que el producto se fabrique en un procedimiento económico usando un método de decapado a alta velocidad (véase la Literatura de Patente 2) de una línea de recocido y decapado para acero al carbono como se ha descrito anteriormente, y, en este caso, es preferible que la temperatura de recocido esté en el intervalo de 800°C a 900°C. Además, en el caso de un producto para piezas en las que el brillo es más necesario, el recocido de acabado utilizando el método de recocido por recocido brillante es eficaz. Como se ha descrito anteriormente, no hay problema en que se lleve a cabo un tratamiento tal como el pulido después de que se haya realizado la laminación en frío o el conformado para conseguir una mejor calidad de la superficie.

EJEMPLO 1

La presente invención se describirá más detalladamente con referencia a los ejemplos que siguen a continuación.

Los aceros que tienen una composición química de los ejemplos del N° 1 al N° 6 y el N° 33 y los ejemplos comparativos del N° 9 al N° 12 mostrados en la Tabla 1 se fundieron usando un pequeño horno de fusión en vacío con una capacidad de 50 kg. Los lingotes de estos aceros se calentaron a una temperatura de 1150°C en un horno bajo una purga de gas Ar y se laminaron en caliente en chapas de acero laminadas en caliente que tienen un espesor de 4,0 mm.

Posteriormente, estas chapas laminadas en caliente se sometieron a recocido en aire a una temperatura de 950°C durante 1 minuto, seguido por un tratamiento superficial utilizando granallado con granos de vidrio y desincrustación por decapado en el que las chapas de acero se sumergieron en una solución de ácido sulfúrico que contiene ácido sulfúrico en una concentración de 20% en masa a una temperatura de 80°C durante 120 segundos y luego en una solución ácida mixta que contiene ácido nítrico en una concentración de 15% en masa y ácido fluorhídrico en una concentración de 3% en masa a una temperatura de 55°C durante 60 segundos.

A continuación, las chapas de acero laminadas en caliente fueron laminadas en frío en chapas de acero laminadas en frío con un espesor de 1,0 mm, sometidas a un recocido en un horno en aire a una temperatura de 900°C durante 1 minuto, y produciendo chapas de acero laminadas en frío y recocidas. Estas chapas de acero laminadas en frío y

recocidas se sometieron a desincrustación electrolítica con la chapa de acero siendo durante tres veces un electrodo positivo en una solución que contenía NaSO₄ en una concentración de 20% en masa a una temperatura de 80°C con una corriente de 3 A / Dm² durante 10 segundos, y a una desincustración en una solución de ácido mixto que contiene ácido nítrico en una concentración de 5% en masa y ácido fluorhídrico en una concentración de 3% en masa a una temperatura de 55°C durante 30 segundos con el fin de obtener chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas.

[Tabla 1]

Nº	Composición Química (% en masa)														Notas		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Mo	N	Mg	Al		Sb	Zr
1	0,010	0,05	0,18	0,023	0,004	18,8	0,23	0,36	0,22	0,020	0,06	0,009	0,0003	0,028	-	-	-
2	0,003	0,10	0,15	0,024	0,003	18,4	0,12	0,35	0,14	0,030	0,02	0,008	0,0001	0,030	-	-	-
3	0,012	0,14	0,25	0,020	0,003	18,3	0,20	0,33	0,29	0,040	0,10	0,012	0,0002	0,025	-	-	-
4	0,006	0,18	0,21	0,021	0,002	17,3	0,26	0,41	0,20	0,040	0,08	0,009	0,0004	0,031	-	-	-
5	0,003	0,12	0,13	0,025	0,004	18,4	0,13	0,40	0,15	0,020	0,05	0,007	0,0003	0,150	-	-	-
6	0,008	0,08	0,19	0,026	0,005	18,2	0,15	0,34	0,19	0,010	0,07	0,008	0,0002	0,240	-	-	0,20
33	0,005	0,15	0,15	0,024	0,004	18,1	0,22	0,37	0,20	0,030	0,04	0,007	0,0004	-	-	-	-
9	0,009	0,11	0,19	0,025	0,002	<u>16,2</u>	0,20	0,41	0,27	0,020	0,09	0,008	0,0003	0,026	-	-	-
10	0,005	0,23	0,22	0,029	0,003	<u>19,4</u>	0,17	0,34	0,34	0,030	0,11	0,010	0,0003	0,210	-	-	-
11	0,012	0,18	0,20	0,024	0,004	18,2	0,21	0,38	<u>0,07</u>	0,020	0,13	0,015	0,0002	0,032	-	0,05	-
12	0,005	<u>0,34</u>	0,21	0,020	0,002	18,5	0,24	0,32	0,29	<u>0,060</u>	0,06	0,013	0,0004	0,110	-	-	0,10

Nomenclatura: El subrayado indica un valor fuera del rango de la presente invención

En primer lugar, se evaluó la calidad superficial mediante una inspección visual de las chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas obtenidas.

Posteriormente, utilizando las chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas obtenidas, se prepararon dos tipos de muestras para evaluar la resistencia a la corrosión de la chapa de acero de base. Una era una muestra en estado decapado obtenida de la chapa de acero decapada después de la desincrustación y otra era una muestra pulida obtenida puliendo la superficie de la chapa de acero decapada con un papel de lija tipo # 600.

Además, utilizando las mismas chapas de acero, se realizó un ensayo sobre la zona de soldadura realizada por soldadura TIG. En esta prueba, dos piezas cortadas de cada chapa de acero fueron soldadas mediante soldadura TIG y pulidas con un papel de lija de tipo # 600 para evaluar la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de los aceros iguales.

Además, utilizando las mismas chapas de acero, se llevó a cabo una prueba de soldadura TIG con un acero del tipo SUS304 como acero diferente. En esta prueba se soldó una pieza cortada de cada chapa de acero y una pieza de la chapa del tipo SUS304 de un espesor de 1,0 mm mediante soldadura TIG para evaluar la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros diferentes. La superficie de la zona de soldadura se pulió con un papel de lija del tipo # 600. A continuación se describen las condiciones de la soldadura para los aceros iguales y para diferentes aceros. La corriente de soldadura se controló de manera que el ancho del cordón de soldadura posterior era de 3 mm o más. La superficie en el cordón de soldadura posterior fue evaluada.

Tensión de soldadura: 10 V

Corriente de soldadura: de 90 A a 110 A

Velocidad de soldadura: 600 mm / min

Electrodo: electrodo de tungsteno de 1,6 mm

Gas de protección: lado del cordón de soldadura frontal Ar 20 l / min,

Gas de protección: lado del cordón de soldadura posterior Ar 20 l / min

Usando los dos tipos de muestras (la muestra en estado decapado y la muestra en estado pulido), la zona de soldadura de aceros iguales y la zona de soldadura de aceros diferentes, se llevó a cabo una prueba de corrosión cíclica por pulverización salina neutra (CCT) de acuerdo con JIS H 8502 (1999). En el CCT, un ciclo en el que se pulveriza una solución que contiene NaCl en una concentración del 5% en masa (35°C, 2 horas), secado (60°C, 4 horas, humedad relativa: de 20% a 30%) y humidificación (40°C, 2 horas, humedad relativa: 95% o más) se repitieron en este orden durante 15 ciclos. Los resultados obtenidos se dan en la Tabla 2. Aquí, los estándares de la evaluación de los ensayos se describirán más adelante.

a) El aspecto de la superficie después de la laminación en frío, del recocido y del decapado: evaluado mediante una relación de la longitud de las porciones en las que los defectos de superficie (costra, pequeños agujeros, costra lineal, defectos de vetas causado por nitruros de titanio, color anormal del método de la raya blanca) fueron encontrados a lo largo de toda la longitud de la muestra. El aspecto de la superficie se evaluó de la siguiente manera; O indica el caso en que una relación de defectos sea inferior al 5%, O indica el caso en que una relación de defectos sea igual o superior al 5% e inferior al 10%; Δ indica el caso en que una relación de defectos sea igual o superior al 10% e inferior al 20 % y x indica el caso en que una relación de defectos sea de 20% o más, donde O y O indican casos satisfactorios y Δ y x indican casos insatisfactorios.

b) La resistencia a la corrosión por CCT de las muestras en un estado decapado y en un estado pulido con un papel de lija del tipo # 600: evaluado mediante un área en la que se produjo óxido después de la prueba de 15 ciclos. El resultado de la CCT fue evaluado de la siguiente manera; O indica el caso en que una relación del área de óxido sea inferior al 10%, O indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 10% o más e inferior al 20%, Δ indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 20% o más y menos del 30% y x indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 30% o más, donde O y O indican casos satisfactorios y Δ y x indican casos insatisfactorios.

c) La resistencia a la corrosión por CCT de la zona de soldadura de aceros iguales: evaluada mediante una relación del área de óxido después de 15 ciclos del CCT que se realizó sobre las muestras obtenidas por soldadura TIG a testa de las muestras de los aceros iguales y eliminando el color de templado de la zona de soldadura con un papel de lija del tipo # 600. Los resultados de la resistencia a la corrosión se evaluaron de la siguiente manera; O indica el caso en que una relación del área de óxido sea inferior al 10%, O indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 10% o más e inferior al 20%, Δ indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 20% o más y menos del 30% y x indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 30% o más, donde O y O indican casos satisfactorios y Δ y x indican casos insatisfactorios.

- d) La resistencia a la corrosión por CCT de la zona de soldadura de aceros diferentes: evaluada mediante una relación del área de óxido después de 15 ciclos del CCT que se realizó sobre las muestras obtenidas por soldadura TIG a testa de cada muestras y SUS304y eliminando el color de templado de la zona de soldadura con un papel de lija del tipo # 600. Los resultados de la resistencia a la corrosión se evaluaron de la siguiente manera;
- 5 ○ indica el caso en que una relación del área de óxido sea inferior al 10%, ○ indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 10% o más e inferior al 20%, Δ indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 20% o más y menos del 30% y x indica el caso en que una relación del área de óxido sea del 30% o más, donde ○ y ○ indican casos satisfactorios y Δ y x indican casos insatisfactorios.

[Tabla 2]

Nº	Calidad superficial de una chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de una chapa laminada en frío, y recocida decapada (estado decapado)	Resistencia a la corrosión por CCT de una chapa laminada en frío, recocida y decapada (estado pulido)	Resistencia a la corrosión por CCT en una zona de soldadura de aceros del mismo grado	Resistencia a la corrosión por CCT en una zona de soldadura de aceros de diferentes grados	Notas	Notas	Ejemplos			Ejemplos Comparativos	
								Reducción de la Ductilidad	Cascarilla residual			
1	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-						
2	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-						
3	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-						
4	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-						
5	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-						
6	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-						
33	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-						
9	⊙	x	x	x	x	-						
10	⊙	⊙	⊙	⊙	x	-						
11	⊙	⊙	⊙	x	x	-						
12	Δ	Δ	⊙	⊙	⊙	-	Reducción de la Ductilidad	Cascarilla residual				

Nomenclatura: ⊙, O; satisfactorios, Δ, x; no satisfactorios

Los ejemplos del N° 1 al N° 6 y el N° 33 que tienen una composición química en el rango de acuerdo con la presente invención eran excelentes en resistencia a la corrosión y calidad superficial en todos los puntos evaluados. Por otra parte, el ejemplo comparativo N° 9 que tenía un bajo contenido de Cr del 16,2% era pobre en resistencia a la corrosión, como se indica por sus grandes áreas de óxido.

5

El ejemplo comparativo N° 10 que tiene un alto contenido de Cr del 19,4% era pobre en resistencia a la corrosión, como lo indica su gran área de óxido en la zona de soldadura de aceros diferentes. Se cree que esto se debe a que no se forma una fase de martensita en la zona de soldadura de los aceros diferentes debido al gran contenido de Cr que es un elemento formador de ferrita.

10

El ejemplo comparativo N° 11 que tiene un bajo contenido de Ti de 0,07% era pobre en resistencia a la corrosión, como se indica por su gran área de óxido en la zona de soldadura de los aceros diferentes.

15 En el caso del ejemplo comparativo N° 12 que tiene un contenido de Si y un contenido de Nb superior al intervalo según la presente invención, se encontró cierta cascarilla residual en la superficie de la chapa de acero de base y era pobre en resistencia a la corrosión después de la laminación en frío, del recocido y del decapado.

EJEMPLO 2

20

Aceros que tienen una composición química de los ejemplos N° 13 – 16 y 18 y los comparativos ejemplos N° 17 y del 19 al N° 22 dados en la Tabla 3 se fundieron utilizando un VOD (descarburización con oxígeno al vacío) que tiene una capacidad de 150 toneladas y se moldean en planchas de forma continua fundición. Estas planchas se calentaron a una temperatura de 1150°C y se laminaron en caliente en una bobina de acero laminado en caliente que tenía un espesor de 4,0 mm. A continuación, estas bobinas de chapa de acero laminadas en caliente se sometieron a un recocido en una atmósfera de un gas de horno de coque que tiene una relación de aire de 1,3 a una temperatura de 950°C durante 1 minuto a 5 minutos.

25

Estas bobinas de chapa de acero laminadas en caliente y recocidas se sometieron a un granallado con granalla de hierro, descascarilladas por decapado en las que las bobinas de chapa de acero se sumergieron en una solución de ácido sulfúrico que contenía ácido sulfúrico en una concentración de 20% en masa a una temperatura de 80°C durante 120 segundos y luego en una solución ácida mixta que contiene ácido nítrico en una concentración de 15% en masa y ácido fluorhídrico en una concentración de 3% en masa a una temperatura de 55°C durante 60 segundos. Y estas bobinas de chapas de acero laminadas en caliente y recocidas fueron laminadas en frío en bobinas de chapa de acero laminadas en frío que tenían un espesor de 1,0 mm, sometidas a un recocido en un horno en una atmósfera de un gas de horno de coque que tiene una relación de aire de 1,3 a una Temperatura de 900°C durante 2 minutos, a una desincrustación electrolítica con la chapa de acero siendo un electrodo positivo tres veces en una solución que contiene NaSO₄ en una concentración de 20% en masa a una temperatura de 80°C con una corriente de 3 A/Dm² durante 10 segundos y desincrustación en una solución de ácido mixto que contiene ácido nítrico en una concentración de 5% en masa y ácido fluorhídrico en una concentración de 3% en masa a una temperatura de 55°C durante 30 segundos para obtener chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas.

40

[Tabla 3]

Nº	Composición Química (% en masa)														Notas		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Mo	N	Mg	Al		Sb	Zr
13	0,009	0,06	0,21	0,024	0,006	18,6	0,20	0,34	0,21	0,020	0,05	0,008	0,0002	0,029	-	-	-
14	0,005	0,11	0,23	0,025	0,003	18,4	0,12	0,35	0,16	0,030	0,07	0,008	0,0003	0,030	-	-	-
15	0,006	0,13	0,19	0,023	0,008	17,9	0,19	0,46	0,23	0,040	0,08	0,012	0,0004	0,027	-	-	-
16	0,006	0,10	0,22	0,025	0,004	18,5	0,15	0,34	0,17	0,030	0,12	0,009	0,0004	0,140	-	-	-
17	0,010	0,28	0,20	0,019	0,003	18,3	0,23	0,36	0,37	0,020	0,06	0,014	0,0003	0,028	-	-	0,10
18	0,004	0,19	0,33	0,030	0,005	18,2	0,24	0,31	0,20	0,030	0,08	0,010	0,0002	0,031	0,100	0,12	-
19	0,007	0,15	0,19	0,023	0,003	18,2	0,18	0,34	0,24	0,020	<u>0,40</u>	0,010	0,0004	0,025	-	-	-
20	0,004	0,26	0,24	0,029	0,004	<u>19,5</u>	0,23	0,32	0,33	0,020	0,15	0,008	0,0001	0,026	-	-	-
21	0,011	<u>0,33</u>	0,20	0,021	0,006	17,8	0,20	0,37	0,37	<u>0,003</u>	0,08	0,015	0,0003	0,032	-	-	-
22	0,005	<u>0,45</u>	0,23	0,019	0,004	18,4	0,14	0,41	0,20	0,010	0,09	0,008	<u>0,0010</u>	0,200	-	-	0,20

Nomenclatura: El subrayado indica un valor fuera de los rangos de la presente invención. El ejemplo 17 es comparativo.

ES 2 632 781 T3

En un primer lugar, la calidad superficial de las chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas obtenidas como se ha descrito anteriormente fue evaluada mediante una inspección visual.

5 Posteriormente, se prepararon muestras de la chapa de acero de base, la zona de soldadura de aceros iguales y la zona de soldadura de aceros diferentes de maneras similares a las descritas en el ejemplo 1, y se llevó a cabo un ensayo de corrosión cíclica por pulverización salina neutra de acuerdo con la JIS H 8502 (1999) tal y como se hizo en el ejemplo 1 y se evaluó la resistencia a la corrosión. Los resultados obtenidos se dan en la Tabla 4. Aquí, los estándares de evaluación de los ensayos fueron similares a los del ejemplo 1.

[Tabla 4]

Nº	Calidad superficial de una chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de una chapa laminada en frío, recocida y decapada (estado de decapado)	Resistencia a la corrosión por CCT de una chapa laminada en frío, recocida y decapada (estado pulido)	Resistencia a la corrosión por CCT en una zona de soldadura de aceros del mismo grado	Resistencia a la corrosión por CCT en una zona de soldadura de aceros de diferentes grados	Ejemplos	
						Notas	Notas
13	○	○	○	○	○	-	
14	○	○	○	○	○	-	
15	○	○	○	○	○	-	
16	○	○	○	○	○	-	
17	○	○	○	○	○	-	
18	○	○	○	○	○	-	
19	○	○	○	○	x	-	
20	○	○	○	○	x	-	
21	x	△	○	○	○	-	
22	x	x	○	○	○	-	

Nomenclatura: ○, ○; satisfactorios, △, x; no satisfactorios
 El ejemplo 17 es comparativo.

Los ejemplos del N° 13 al 16 y del N°18 que tenían una composición química en el intervalo de acuerdo con la presente invención eran excelentes en resistencia a la corrosión y calidad superficial en todos los puntos evaluados.

El ejemplo comparativo N° 17 tenía una más pobre calidad superficial que los ejemplos de la invención.

5 Por otra parte, puesto que el ejemplo comparativo N° 19 tenía un contenido de Mo de 0,40% mayor que el del rango según la presente invención, y puesto que el ejemplo comparativo N° 20 tenía un contenido de Cr de 19,5% mayor que el rango según la presente invención, ambos eran pobres en resistencia a la corrosión, como lo indica su gran área de oxidación en la zona de soldadura de aceros diferentes. Esto se cree que es debido a que no se forma una
10 fase de martensita en la zona de soldadura de aceros diferentes debido a los grandes contenidos de Mo y Cr, que son elementos formadores de ferrita.

Además, puesto que el ejemplo comparativo N° 21 tenía un contenido de Si del 0,33% y un contenido de Nb del 0,003% fuera del rango según la presente invención y debido que el ejemplo comparativo N° 22 tenía contenido de
15 Si del 0,45% y contenido de Mg del 0,0010% mayor que el intervalo según la presente invención, se encontró cierta cascarilla residual, y ambos eran pobres en resistencia a la corrosión después de la laminación en frío, el recocido y el decapado.

EJEMPLO 3

20 Los aceros que tienen una composición química de los ejemplos del N° 23 al N° 26 y el N° 28 y los ejemplos comparativos del N° 29 al N° 32 dados en la Tabla 5 se fundieron utilizando un pequeño horno de fusión en vacío con una capacidad de 50 kg. Estos lingotes de estos aceros se calentaron a una temperatura de 1150°C en un horno bajo una purga de gas Ar y se laminaron en caliente en chapas de acero laminadas en caliente que tenían un
25 espesor de 4,0 mm.

A continuación, estas chapas laminadas en caliente se sometieron a recocido en aire a una temperatura de 950°C durante 1 minuto, seguido por un tratamiento superficial mediante granallado con granalla de vidrio y descascarillado por decapado en el que las chapas de acero se sumergieron en una solución de ácido sulfúrico que contiene ácido
30 sulfúrico en una concentración de 20% en masa a una temperatura de 80°C durante 120 segundos y luego en una solución ácida mixta que contiene ácido nítrico en una concentración de 15% en masa y ácido fluorhídrico en una solución con una concentración de 3% en masa a una temperatura de 55°C durante 60 segundos.

A continuación, las chapas de acero laminadas en caliente se laminaron en frío en chapas de acero laminadas en frío con un espesor de 1,0 mm, sometidas a un recocido en una atmósfera reductora (H₂: 5% en volumen, N₂: 95%
35 en volumen, con un punto de rocío: - 40°C) a una temperatura de 900°C durante 1 minuto y se fabricaron chapas de acero laminadas en frío y recocidas. Estas chapas de acero laminadas en frío y recocidas se sometieron a descascarillado mediante electrólisis (10 A / dm² durante 2 segundos) siendo la chapa de acero un electrodo positivo dos veces en una solución que contenía ácido nítrico en una concentración de 15% en masa y ácido clorhídrico en
40 una concentración de 0,5% en masa a una temperatura de 50°C con el fin de tener chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas.

[Tabla 5]

Nº	Composición Química (% en masa)														Notas		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Mo	N	Mg	Al		Sb	Zr
23	0,010	0,18	0,28	0,024	0,004	18,7	0,15	0,36	0,23	0,020	0,11	0,012	0,0004	0,028	-	-	-
24	0,005	0,11	0,21	0,025	0,002	18,4	0,16	0,34	0,16	0,030	0,07	0,008	0,0002	0,030	-	-	-
25	0,006	0,09	0,19	0,023	0,003	18,5	0,20	0,35	0,17	0,030	0,09	0,007	0,0003	0,150	-	-	-
26	0,009	0,06	0,23	0,024	0,005	17,3	0,13	0,32	0,20	0,010	0,13	0,010	0,0002	0,027	0,180	0,20	-
28	0,003	0,12	0,23	0,024	0,004	17,9	0,21	0,37	0,12	0,030	0,05	0,008	0,0004	0,160	0,050	-	0,40
29	0,010	0,18	0,20	0,029	0,005	<u>16,7</u>	0,15	0,43	0,27	0,020	0,11	0,010	0,0003	-	-	-	-
30	0,005	0,20	0,24	0,027	0,001	<u>19,7</u>	0,23	0,31	0,32	0,020	0,15	0,008	0,0001	0,210	-	-	-
31	0,012	<u>0,36</u>	0,21	0,024	0,003	18,0	0,24	0,36	0,25	0,020	<u>0,40</u>	0,011	0,0004	-	-	-	-
32	0,005	<u>0,50</u>	0,25	0,026	0,004	18,4	0,18	0,32	0,23	<u>0,100</u>	0,09	0,008	0,0003	-	-	-	0,20

Nomenclatura: El subrayado indica un valor fuera de los rangos de la presente invención.

En primer lugar, se evaluó la calidad superficial de las chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas obtenidas mediante una inspección visual.

Posteriormente, utilizando las chapas de acero laminadas en frío, recocidas y decapadas, se prepararon dos tipos de muestras para evaluar la resistencia a la corrosión de la chapa de acero base como se hizo en el ejemplo 1. Uno era una muestra en estado decapado obtenida de una chapa de acero decapado después del descascarillado y otra era una muestra pulida obtenida puliendo la superficie de la chapa de acero decapada con un papel de lija del tipo # 600.

10 En la preparación de las muestras de la zona de soldadura de aceros iguales y de la zona de soldadura de aceros diferentes utilizando un tipo SUS304, considerando el caso en que el gas de protección no es suficientemente eficaz durante la soldadura TIG, la prueba de soldadura se llevó a cabo usando un gas protector de Ar + 20 % en volumen de N₂ en ambos lados de los cordones de soldadura frontales y posteriores.

15 A continuación se describen las condiciones de soldadura. Se evaluó la superficie de los lados del cordón de soldadura.

Tensión de soldadura: 10 V

Corriente de soldadura: de 90 A a 110 A

20 Velocidad de soldadura: 600 mm / min

Electrodo: electrodo de tungsteno de 1,6 mm

Gas de protección: lado del cordón de soldadura frontal Ar + 20 % en volumen de N₂ en 20 l / min,

Gas de protección: lado del cordón de soldadura posterior Ar + 20 % en volumen de N₂ en 20 l / min

25 Usando los dos tipos de muestras (una muestra en un estado decapado y una muestra en estado pulido), la zona de soldadura de aceros iguales y la zona de soldadura de aceros diferentes, se llevó a cabo una prueba de corrosión cíclica por pulverización en salina neutra (CCT) de acuerdo con la JIS H 8502 (1999). En el CCT, un ciclo en el que se pulveriza una solución que contiene NaCl en una concentración de 5% en masa (35°C, 2 horas), secado (60°C, 4 horas, humedad relativa: de 20% a 30%) y humidificación (40°C, 2 horas, humedad relativa: 95% o más) se

30 repitieron en este orden durante 15 ciclos. Los resultados obtenidos se dan en la Tabla 6. Aquí, los patrones de evaluación eran similares a los del ejemplo 1.

[Tabla 6]

Nº	Calidad superficial de una chapa laminada en frío, recocida y decapada	Resistencia a la corrosión por CCT de una chapa laminada en frío, y recocida decapada (estado decapado)	Resistencia a la corrosión por CCT de una chapa laminada en frío, recocida y decapada (estado pulido)	Resistencia a la corrosión por CCT en una zona de soldadura de aceros del mismo grado	Resistencia a la corrosión por CCT en una zona de soldadura de aceros de diferentes grados	Notas	Notas	Ejemplos Comparativos
23	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-	-	
24	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-	-	
25	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-	-	
26	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-	-	
28	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	-	-	
29	⊙	x	x	x	x	-	-	
30	⊙	⊙	⊙	Δ	x	-	-	
31	Δ	Δ	⊙	⊙	x	-	-	
32	x	x	⊙	⊙	x	Reducción de la Ductilidad Cascarilla residual		

Nomenclatura: ⊙, ⊙; satisfactorios, Δ, x; no satisfactorios

Los ejemplos del N° 23 al N° 28 fueron excelentes en resistencia a la corrosión y calidad superficial en todos los puntos de evaluación. Los ejemplos del N° 25 al 26 y 28 a los que se añadieron Al, Sb Zr y V fueron significativamente excelentes en resistencia a la corrosión incluso en la zona de soldadura de aceros diferentes utilizando un SUS304.

5

Por otra parte, debido a que el ejemplo comparativo N° 29 tenía un contenido de Cr de 16,7% menor que el del rango según la presente invención, era pobre en resistencia a la corrosión, como se indica por su gran área de oxidación.

10 Además, debido a que el ejemplo comparativo N° 30 tenía un contenido de Cr de 19,7% mayor que el del rango según la presente invención, era pobre en resistencia a la corrosión, como se indica por su gran área de oxidación en la zona de soldadura de aceros diferentes. Esto se debe a que no se forma una fase de martensita en la zona de soldadura de diferentes aceros debido al gran contenido de Cr, que es un elemento formador de ferrita.

15 Además, en el ejemplo comparativo N° 31 que tenía un contenido de Si de 0,36% y un contenido de Mo de 0,40% mayor que el del rango según la presente invención, se encontró una cierta cascarilla residual en la superficie de la chapa de acero de base. Y no sólo fue resistente a la corrosión después de la laminación en frío, el recocido y el decapado, sino también a la resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros diferentes utilizando un SUS304 en el que, en particular, el gas de protección no era suficiente.

20

Además, en el ejemplo comparativo N° 32 que tenía un contenido de Si de 0,50% y un contenido de Nb de 0,10% mayor que el del rango según la presente invención, se encontró una cierta cascarilla residual en la superficie de la chapa de acero de base y era pobre en resistencia a la corrosión después de la laminación en frío, el recocido y el decapado.

25

Como se ha descrito anteriormente, se ha aclarado que, de acuerdo con la presente invención, un acero inoxidable ferrítico excelente en resistencia a la corrosión de la chapa de acero de base, resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros iguales, resistencia a la corrosión en la zona de soldadura de aceros diferentes utilizando un SUS304 y la calidad superficial de la chapa laminada en frío, recocida y decapada se puede obtener sin moler la

30

superficie de chapa de acero laminada en caliente, recocida y decapada.

Aplicación Industrial

35 El acero inoxidable ferrítico de acuerdo con la presente invención se puede utilizar preferentemente como material para piezas que necesitan resistencia a la corrosión tales como artículos de cocina y de casa, interiores y exteriores arquitectónicos, piezas de construcción, el interior de un ascensor y una escalera mecánica, aparatos eléctricos y componentes de automóviles.

REIVINDICACIONES

1. Un acero inoxidable ferrítico que tiene una composición química que consiste en, en% en masa, C: 0,003% o más y 0,015% o menos, Si: 0,05% o más y 0,20% o menos, Mn: 0,10% o más y 0,35% o menos, P: 0,06% o menos, S: 5 0,02% o menos, Cr: 17,0% o más y 19,0% o menos, Ni: más del 0,10% y 0,30% o menos, Ti: 0,10% o más y 0,40% o menos, Nb: 0,005% o más y menos de 0,050%, Mo: menos del 0,20%, N: 0,005% o más y 0,015% o menos, Cu: 0,30% o más y 0,50% o menos, Mg: menos de 0,0005%, y opcionalmente además conteniendo en masa, Al: 0,02% o más y 0,50% o menos, Sb: 0,005% o más y 0,300% o menos, al menos uno de Zr: 0,05% o más y 0,60% o menos y V: 0,02% o más y 0,50% o menos y el resto del balance es Fe e impurezas inevitables.
- 10 2. El acero inoxidable ferrítico de acuerdo a la reivindicación 1, teniendo el acero una composición química conteniendo, en % en masa, Al: 0,10% o más y 0,50% o menos.