

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 864 725**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01) C22C 38/50	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01) C22C 38/52	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)	
C21D 6/00	(2006.01)	
C22C 38/02	(2006.01)	
C22C 38/04	(2006.01)	
C22C 38/06	(2006.01)	
C22C 38/44	(2006.01)	
C22C 38/46	(2006.01)	
C22C 38/48	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2017** **PCT/JP2017/019514**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018** **WO18179456**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2017** **E 17904332 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.03.2021** **EP 3604588**

54 Título: **Acero inoxidable ferrítico**

30 Prioridad:

30.03.2017 JP 2017068023

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.10.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ISHII TOMOHIRO;
FUJISAWA MITSUYUKI;
SUGIHARA REIKO y
KAMI CHIKARA

74 Agente/Representante:

ROMERAL CABEZA, Ángel

ES 2 864 725 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 que es adecuado para su uso en la fabricación de estructuras unidas mediante soldadura después de embutición profunda y que es excelente en cuanto a la forma de soldadura y en la resistencia a la corrosión.

10 Técnica anterior

Hasta ahora, los aceros inoxidables ferríticos han sido inferiores en cuanto a la conformabilidad por presión a los aceros inoxidables austeníticos y las chapas de acero de alta resistencia mecánica a la tracción y el uso de las mismas para aplicaciones que requieren una conformabilidad por presión excelente ha sido limitado.

Sin embargo, la mejora en la conformabilidad de los aceros inoxidables ferríticos recientes, particularmente la mejora en la capacidad de embutición profunda, es notable y los aceros inoxidables ferríticos se usan cada vez más para aplicaciones que requieren un trabajo por presión intenso incluyendo, por ejemplo, materiales de cocina, piezas de dispositivos eléctricos y piezas de automóviles.

El documento de patente 1 divulga una chapa de acero inoxidable ferrítico con excelente capacidad de embutición profunda. En la chapa de acero, la capacidad de embutición profunda se mejora de tal manera que la composición y las condiciones de producción del acero se controlan dentro de un intervalo apropiado, el valor de r promedio de la chapa de acero recocida acabada se establece en 2,0 o más, el tamaño de grano promedio se establece en 50 μm o menos, y (resistencia mecánica a la tracción (MPa) $\times$ valor de r promedio) / (tamaño de grano (μm)) se establece en 20 o más.

El documento de patente 2 divulga una chapa de acero inoxidable ferrítico laminada en frío con excelente conformabilidad por presión. En esta chapa de acero, se reduce el endurecimiento por precipitación por AIN fino impidiendo la precipitación fina de AIN y se aumenta el alargamiento local al establecer el tamaño de grano de ferrita a menos de 10 μm . Además, en este documento, se aumenta el alargamiento uniforme al establecer el tamaño de grano promedio de los carbonitruros de Cr en los granos de ferrita en to 0,6 μm o más, mediante lo cual se mejora la conformabilidad por presión.

El documento de patente 3 divulga una chapa de acero inoxidable ferrítico con excelente capacidad de embutición profunda. En esta chapa de acero, la capacidad de embutición profunda se mejora de tal manera que el tamaño de grano promedio de ferrita se establece en 40 μm o menos y el porcentaje de granos de ferrita que tienen una mala orientación de 10° o menos con respecto a {111}/ND en una sección transversal que se extiende en la dirección de laminación y la dirección de grosor se establece en el 20% o más ajustando las condiciones de laminación en caliente.

Sin embargo, la aparición de grietas longitudinales producidas por el conformado por presión intenso no puede suprimirse suficientemente ni siquiera si se usan estas chapas de acero inoxidable ferrítico, que tienen excelente conformabilidad por presión.

El documento de patente 4 divulga una chapa de acero inoxidable ferrítico con excelente capacidad de embutición profunda, resistencia a la fragilidad por trabajo secundaria, y resistencia a la corrosión con el fin de suprimir tales grietas longitudinales. En esta chapa de acero, tanto la capacidad de embutición profunda como la resistencia a la fragilidad por trabajo secundaria se logran estableciendo el tamaño de grano promedio y la rugosidad de superficie R_a de esta chapa de acero recocida terminada y decapada o sometida adicionalmente a laminación de acabado en 40 μm o menos y 0,30 μm o menos, respectivamente, además de añadir cantidades apropiadas de Nb y/o Ti y cantidades apropiadas de B y V.

El documento de patente 5 se refiere a un acero inoxidable ferrítico que contiene, en % en masa, C: del 0,001 al 0,020%, Si: del 0,03 al 0,30%, Mn: del 0,05 al 0,30%, P: el 0,05% o menos, S: el 0,01% o menos, Cr: de más del 22,0% al 28,0%, Ni: del 0,01 a menos del 0,30%, Mo: del 0,2 al 3,0%, Al: del 0,01 al 0,15%, Ti: del 0,20 al 0,40%, Nb: del 0,001 al 0,10%, V: del 0,02 al 0,20%, Co: del 0,01 al 0,3%, N: del 0,001 al 0,020% y O: menos del 0,0050%, en el que los contenidos de Al, O, Ti, N, Co, Nb y V se ajustan para satisfacer relaciones específicas.

60 Lista de referencias

Bibliografía de patentes

PTL 1: publicación de solicitud de patente japonesa sin examinar n.º 2003-138349

PTL 2: publicación de solicitud de patente japonesa sin examinar n.º 2007-119847

PTL 3: publicación de solicitud de patente japonesa sin examinar n.º 2009-299116

5 PTL 4: publicación de solicitud de patente japonesa sin examinar n.º 2003-201547

PTL 5: documento JP 2015124420 A

Sumario de Invención

Problema técnico

15 Sin embargo, aunque se use la chapa de acero inoxidable ferrítico divulgada en el documento de patente 4, no puede impedirse por completo que aparezcan grietas en las proximidades de una zona de soldadura en el caso de realizar soldadura, particularmente después del conformado por presión.

20 En vista de los problemas anteriores implicados en las técnicas convencionales, un objeto de la presente invención es proporcionar un acero inoxidable ferrítico en el que se suprime la aparición de grietas en las proximidades de una zona de soldadura producidas por la tensión debida a la expansión, contracción y deformación que se generan por el efecto térmico de la soldadura, en el caso de realizar soldadura después de embutición profunda y que es excelente en la resistencia a la corrosión en las proximidades de la zona de soldadura.

Solución al problema

25 Los inventores han investigado la relación entre la composición de un acero inoxidable ferrítico y las grietas en las proximidades de una zona de soldadura, y la resistencia a la corrosión con el fin de resolver los problemas anteriores y han obtenido los hallazgos (1) a (3) a continuación.

30 (1) En el caso de soldar una región en la que la resistencia mecánica en los límites de grano se reduce debido a embutición profunda, se producen grietas en las proximidades de una zona de soldadura por la tensión debida a la expansión y la contracción inducidas en las proximidades de la zona de soldadura por el calor de soldadura.

35 (2) La adición de Co reduce el coeficiente de expansión térmica y por tanto reduce la expansión y la contracción debidas al calor de soldadura, reduciendo de ese modo la deformación de una zona de soldadura y la tensión en las proximidades de la zona de soldadura. Como resultado, se suprime la aparición de grietas en las proximidades de una zona de soldadura mediante la adición de Co.

40 (3) La adición de B impide la reducción en la resistencia mecánica de los límites de grano producida por la embutición profunda y por tanto se suprime la aparición de grietas aunque se induzca tensión térmica en las proximidades de una zona de soldadura después de embutición profunda.

La presente invención se basa en los resultados anteriores. Es decir, la presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Efectos ventajosos de la invención

50 En el caso en el que se usa un acero inoxidable ferrítico según la presente invención para fabricar una estructura unida mediante soldadura después de embutición profunda, se suprime la aparición de grietas en las proximidades de una zona de soldadura producidas por la tensión debida a la expansión, contracción y deformación que se generan por el efecto térmico de la soldadura, y la estructura obtenida es excelente en la resistencia a la corrosión en las proximidades de la zona de soldadura.

Dado que es poco probable que se produzcan grietas en las proximidades de la zona de soldadura, puede decirse que la estructura es excelente en la forma de soldadura.

Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] La figura 1 es una vista esquemática que ilustra una muestra cilíndrica conformada por embutición profunda.

Descripción de realizaciones

A continuación se describen realizaciones de la presente invención. La presente invención no se limita a las realizaciones a continuación.

65 La composición de un acero inoxidable ferrítico según la presente invención (primera invención) contiene C: del 0,001% al 0,020%, Si: del 0,01% al 0,30%, Mn: del 0,01% al 0,50%, P: el 0,04% o menos, S: el 0,01% o menos, Cr:

del 18,0% al 21,5%, Ni: del 0,01% al 0,40%, Mo: del 0,30% al 3,0%, Al: del 0,01% al 0,15%, Ti: del 0,01% al 0,50%, Nb: del 0,01% al 0,50%, V: del 0,01% al 0,50%, Co: del 0,01% al 6,00%, B: del 0,0002% al 0,0050% y N: del 0,001% al 0,020% en una base en masa, siendo el resto Fe e impurezas inevitables, y satisface la siguiente fórmula:

$$5 \quad 0,30\% \leq \text{Ti} + \text{Nb} + \text{V} \leq 0,60\% \quad (1)$$

donde el símbolo de cada elemento en la fórmula (1) representa el contenido (porcentaje en masa) del elemento.

10 La composición del acero inoxidable ferrítico según la presente invención (primera invención) puede contener además uno, dos o más de Zr: el 0,5% o menos, W: el 1,0% o menos y REM: el 0,1% o menos en una base en masa.

A continuación se describe en detalle la composición del acero inoxidable ferrítico según la presente invención (primera invención). Por otro lado, el % usado para expresar el contenido de cada elemento se refiere al porcentaje en masa a menos que se especifique de otro modo.

15 C: del 0,001% al 0,020%

20 Aumentar el contenido de C mejora la resistencia mecánica y reducir el contenido de C mejora la trabajabilidad. Con el fin de obtener resistencia mecánica adecuada, es apropiado contener el 0,001% o más. Sin embargo, cuando el contenido de C es de más del 0,020%, el deterioro de la trabajabilidad es significativo, lo que no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de C se establece en del 0,001% al 0,020%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,002% o más, más preferiblemente del 0,003% o más, y aún más preferiblemente del 0,004% o más.

25 El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,018% o menos, más preferiblemente del 0,015% o menos, y aún más preferiblemente del 0,014% o menos. Además, cuando C solo está contenido de manera inevitable y el contenido de C está dentro del intervalo anterior, no es necesario añadir C positivamente.

30 Si: del 0,01% al 0,30%

35 El Si es un elemento útil para la desoxidación. Se obtiene un efecto del mismo al contener el 0,01% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Si es de más del 0,30%, el deterioro de la trabajabilidad es significativo, lo que no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de Si se establece en del 0,01% al 0,30%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,05% o más, más preferiblemente del 0,08% o más, y aún más preferiblemente del 0,11% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,20% o menos, más preferiblemente del 0,18% o menos, y aún más preferiblemente del 0,16% o menos.

Mn: del 0,01% al 0,50%

40 El Mn tiene el efecto de mejorar la resistencia mecánica. El efecto se obtiene al contener el 0,01% o más. Sin embargo, contener Mn en exceso deteriora significativamente la trabajabilidad y no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de Mn es de manera apropiada del 0,50% o menos. Por lo tanto, el contenido de Mn se establece en del 0,01% al 0,50%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,03% o más, más preferiblemente del 0,05% o más, y aún más preferiblemente del 0,11% o más.

45 El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,40% o menos, más preferiblemente del 0,30% o menos, y aún más preferiblemente del 0,20% o menos. Por otro lado, el Mn está contenido inevitablemente en el acero. Por tanto, cuando el contenido de Mn contenido inevitablemente está dentro del intervalo anterior, no es necesario añadir Mn.

50 P: el 0,04% o menos

55 El P es un elemento que está contenido inevitablemente en el acero, que segrega en los límites de grano después de la embutición profunda para reducir la resistencia mecánica de los límites de grano, y que tiende a producir agrietamiento intergranular. Por tanto, el contenido de P es preferiblemente bajo. Desde el punto de vista de obtener un efecto de la presente invención, no es necesario contener P (el contenido de P puede ser del 0%). Por tanto, el contenido de P se establece en el 0,04% o menos y es preferiblemente del 0,03% o menos.

S: el 0,01% o menos

60 El S es un elemento que está contenido inevitablemente en el acero. Cuando el contenido de S es de más del 0,01%, se promueve la formación de sulfuros solubles en agua tales como CaS y MnS, deteriorando de ese modo la resistencia a la corrosión. Desde el punto de vista de obtener un efecto de la presente invención, no es necesario contener S (el contenido de S puede ser del 0%). Por tanto, el contenido de S se establece en el 0,01% o menos y es preferiblemente del 0,005% o menos.

65 Cr: del 18,0% al 21,5%

El Cr es un elemento que no es importante para determinar la resistencia a la corrosión de aceros inoxidables. Cuando el contenido de Cr es de menos del 18,0%, el acero inoxidable no tiene suficiente resistencia a la corrosión. En particular, la resistencia a la corrosión de una zona de soldadura es insuficiente. Sin embargo, tener Cr en exceso deteriora la trabajabilidad y no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de Cr es de manera apropiada del 21,5% o menos. Por tanto, el contenido de Cr se establece en del 18,0% al 21,5%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 19,0% o más, más preferiblemente del 20,0% o más, y aún más preferiblemente del 20,5% o más.

Ni: del 0,01% al 0,40%

El Ni es un elemento que mejora la resistencia a la corrosión del acero inoxidable y que suprime el avance de la corrosión en entornos corrosivos donde se produce disolución activa porque no puede formarse una película pasiva. Se obtiene un efecto del mismo estableciendo el contenido de Ni en el 0,01% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Ni es del 0,40% o más, la trabajabilidad se deteriora, lo que no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de Ni se establece en del 0,01% al 0,40%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,03% o más, más preferiblemente del 0,07% o más, y aún más preferiblemente del 0,11% o más.

El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,35% o menos, más preferiblemente del 0,25% o menos, y aún más preferiblemente del 0,18% o menos.

Mo: del 0,30% al 3,0%

El Mo es un elemento que mejora la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables al promover la nueva pasivación de una película pasiva. Cuando el Mo está contenido junto con Cr, el efecto del mismo es más notable. El efecto de mejorar la resistencia a la corrosión mediante Mo se obtiene cuando el contenido del mismo es del 0,30% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Mo es de más del 3,0%, aumenta la resistencia mecánica a alta temperatura, aumenta la carga de laminación y, por tanto, se deteriora la capacidad de fabricación. Por tanto, el contenido de Mo se establece en del 0,30% al 3,0%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,40% o más, más preferiblemente del 0,50% o más, y aún más preferiblemente del 0,60% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 2,0% o menos, más preferiblemente del 1,8% o menos, y aún más preferiblemente del 1,5% o menos. Cuando se necesita excelente trabajabilidad, el límite superior del mismo es más preferiblemente del 0,90% o menos.

Al: del 0,01% al 0,15%

El Al es un elemento útil para la desoxidación. Se obtiene un efecto del mismo cuando el contenido de Al es del 0,01% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Al es de más del 0,15%, es probable que aumente el tamaño de grano promedio de la ferrita y es probable que se produzca agrietamiento en las proximidades de una zona de soldadura. Por tanto, el contenido de Al se establece en del 0,01% al 0,15%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,02% o más, más preferiblemente del 0,03% o más, y aún más preferiblemente del 0,05% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,10% o menos, más preferiblemente del 0,08% o menos, y aún más preferiblemente del 0,07% o menos.

Ti: del 0,01% al 0,50%

El Ti es un elemento que suprime el deterioro de la resistencia a la corrosión producido por la precipitación de carbonitruros de Cr, porque se combina preferentemente con C y N. Se obtiene un efecto del mismo cuando el contenido de Ti es del 0,01% o más. Sin embargo, el contenido de Ti es de más del 0,50%, las cantidades de C de soluto y N de soluto se reducen excesivamente, la resistencia mecánica de los límites de grano después de la embutición profunda es insuficiente, y es probable que se produzca agrietamiento en las proximidades de una zona de soldadura. Por tanto, el contenido de Ti se establece en del 0,01% al 0,50%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,15% o más, más preferiblemente del 0,20% o más, y aún más preferiblemente del 0,25% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,45% o menos, más preferiblemente del 0,40% o menos, y aún más preferiblemente del 0,35% o menos. En esta memoria descriptiva, los carbonitruros incluyen carburos y nitruros.

Nb: del 0,01% al 0,50%

El Nb es un elemento que suprime el deterioro de la resistencia a la corrosión producido por la precipitación de carbonitruros de Cr, porque se combina preferentemente con C y N. Se obtiene un efecto del mismo cuando el contenido de Nb es del 0,01% o más. Sin embargo, el contenido del Nb es de más del 0,50%, las cantidades de C de soluto y N de soluto se reducen excesivamente, la resistencia mecánica de los límites de grano después de la embutición profunda es insuficiente, y es probable que se produzca agrietamiento en las proximidades de una zona de soldadura. Por tanto, el contenido de Nb se establece en del 0,01% al 0,50%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,05% o más, más preferiblemente del 0,10% o más, y aún más preferiblemente del 0,15% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,40% o menos, más preferiblemente del 0,30% o menos, y aún

más preferiblemente del 0,25% o menos.

V: del 0,01% al 0,50%

El V es un elemento que suprime el deterioro de la resistencia a la corrosión producido por la precipitación de carbonitruros de Cr. Se obtiene un efecto del mismo cuando el contenido de V es del 0,01% o más. Sin embargo, un contenido excesivo de más del 0,50% deteriora la trabajabilidad y no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de V se establece en del 0,01% al 0,50%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,02% o más, más preferiblemente del 0,04% o más, y aún más preferiblemente del 0,06% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,30% o menos, más preferiblemente del 0,20% o menos, y aún más preferiblemente del 0,10% o menos.

$$0,30\% \leq \text{Ti} + \text{Nb} + \text{V} \leq 0,60\% \quad (1)$$

Tal como se describió anteriormente, la totalidad de Ti, Nb y V son elementos que mejoran la resistencia a la corrosión de las soldaduras al suprimir la formación de los carbonitruros de Cr. Con el fin de suprimir la sensibilización debido a la precipitación de los carbonitruros de Cr para permitir que las soldaduras tengan suficiente resistencia a la corrosión, es necesario que la suma del contenido de Ti, el contenido de Nb y el contenido de V sea del 0,30% o más. La suma de los mismos es preferiblemente del 0,35% o más, más preferiblemente del 0,37% o más, y aún más preferiblemente del 0,40% o más. Además, la tasa de enfriamiento de una soldadura habitualmente es muy rápida. Por tanto, cuando sólo está contenido uno o dos de Ti, Nb y V, la soldadura pasa rápidamente a través de un intervalo de temperatura donde es probable que precipiten los carbonitruros de cada elemento; por lo tanto, el C y el N no puede detoxificarse completamente en algunos casos. Por tanto, es necesario que el contenido de cada uno de Ti, Nb y V sea del 0,01% o más.

Sin embargo, cuando la suma del contenido de Ti, el contenido de Nb y el contenido de V es de más del 0,60%, la trabajabilidad se deteriora, lo que no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, la suma del contenido de Ti, el contenido de Nb y el contenido de V se establece en el 0,60% o menos. La suma de los mismos es preferiblemente del 0,55% o menos, más preferiblemente del 0,50% o menos, y aún más preferiblemente del 0,45% o menos.

Co: del 0,01% al 6,00%

El Co es un elemento importante para la presente invención. El contenido de Co reduce el coeficiente de expansión térmica de los aceros inoxidables ferríticos al cambiar la propiedad electrónica de los mismos. La reducción del coeficiente de expansión térmica alivia la expansión y la deformación de una zona de soldadura que se producen por el calor de la soldadura. Se producen grietas en las proximidades de la zona de soldadura después de la embutición profunda por la tensión inducida por la expansión térmica y la deformación debido a la soldadura en algunos casos. Dado que la reducción del coeficiente de expansión térmica al contener el Co relaja la carga de tensión aplicada a las proximidades de la zona de soldadura por el efecto térmico y la deformación debidos a la soldadura, se suprime la aparición de agrietamiento. Se obtiene un efecto del mismo cuando el contenido de Co es del 0,01% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Co es de más del 6,00%, la trabajabilidad se deteriora, lo que no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de Co se establece en del 0,01% al 6,00%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,03% o más, más preferiblemente del 0,04% o más, y aún más preferiblemente del 0,05% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 3,00% o menos, más preferiblemente del 2,50% o menos, y aún más preferiblemente del 2,00% o menos.

B: del 0,0002% al 0,0050%

El B es un elemento importante para la presente invención. En los aceros inoxidables ferríticos de alta pureza sometidos a embutición profunda, P segrega en los límites de grano en una parte de pared de una pieza sometida a embutición profunda y por tanto los límites de grano se vuelven frágiles. Por tanto, se producen grietas en una dirección de embutición profunda en algunos casos una vez realizada una embutición profunda excesiva. En particular, esta tendencia es significativa en un componente en el que las cantidades de C en disolución sólida y N en disolución sólida se reducen por Ti o Nb. En los límites de grano es probable que sufran agrietamiento debido a embutición profunda, la carga de tensión debida al efecto térmico de la soldadura produce grietas en algunos casos. El contenido de B suprime la segregación de P producida por la embutición profunda para reforzar límites de grano y, suprimir la aparición de tales grietas. Este efecto se obtiene al contener el 0,0002% o más de B. Sin embargo, cuando el contenido de B es de más del 0,0050%, la trabajabilidad se deteriora, lo que no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de B se establece en del 0,0002% al 0,0050%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,0003% o más, más preferiblemente del 0,0004% o más, y aún más preferiblemente del 0,0006% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,0020% o menos, más preferiblemente del 0,0015% o menos, y aún más preferiblemente del 0,0010% o menos.

N: del 0,001% al 0,020%

- El N tiene el efecto de mejorar la resistencia mecánica del acero el refuerzo de la disolución sólida. El efecto se obtiene cuando el contenido de N es del 0,001% o más. Sin embargo, cuando el contenido de N es de más del 0,020%, el deterioro de la trabajabilidad es significativo, lo que no es adecuado para la embutición profunda. Por tanto, el contenido de N se establece en del 0,001% al 0,020%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,002% o más, más preferiblemente del 0,003% o más, y aún más preferiblemente del 0,007% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,018% o menos, más preferiblemente del 0,015% o menos, y aún más preferiblemente del 0,013% o menos.
- El acero inoxidable ferrítico según la presente invención puede contener componentes (componentes opcionales) a continuación.
- Zr: el 1,0% o menos
- El Zr tiene el efecto de que suprimir la sensibilización al combinarse con C y N. El efecto se obtiene al establecer el contenido de Zr en el 0,01% o más. El contenido de Zr es preferiblemente del 0,03% o más y más preferiblemente del 0,06% o más. Sin embargo, contener Zr en exceso deteriora la trabajabilidad. Dado que el Zr es un elemento muy caro, contener Zr en exceso produce un aumento en el coste. Por tanto, el contenido de Zr se establece en el 1,0% o menos. El contenido de Zr es preferiblemente del 0,60% o menos y más preferiblemente del 0,30% o menos.
- W: el 1,0% o menos
- El W, así como el Mo, tiene el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión. El efecto se obtiene al establecer el contenido de W en el 0,01% o más. El contenido de W es preferiblemente del 0,10% o más y más preferiblemente del 0,30% o más. Sin embargo, contener W en exceso aumenta la resistencia mecánica y deteriora la capacidad de fabricación. Por tanto, el contenido de W se establece en el 1,0% o menos. El contenido de W es preferiblemente del 0,80% o menos y más preferiblemente del 0,60% o menos.
- REM: el 0,1% o menos
- Los REM mejoran la resistencia a la oxidación y suprimen la formación de cascarillas de óxido, mejorando de ese modo la resistencia a la corrosión de una zona de soldadura. Se obtiene un efecto del mismo estableciendo el contenido de los REM en el 0,001% o más. El contenido de REM es preferiblemente del 0,004% o más y más preferiblemente del 0,006% o más. Sin embargo, contener REM en exceso deteriora la capacidad de fabricación incluyendo las propiedades de decapado y produce un aumento en el coste. Por tanto, el contenido de REM se establece en el 0,1% o menos. El contenido de REM es preferiblemente del 0,04% o menos y más preferiblemente del 0,02% o menos.
- El resto además de los anteriores son Fe e impurezas inevitables. Las impurezas inevitables incluyen Zn: el 0,03% o menos, Sn: el 0,3% o menos, Cu: menos del 0,1%, y similares. En el caso del acero inoxidable ferrítico que es excelente en la resistencia a la corrosión debido a que tiene un contenido de Cr y un contenido de Mo en el intervalo de la presente invención, el Cu aumenta la corriente pasiva para desestabilizar las películas pasivas de modo que el Cu tiene la influencia perjudicial de deteriorar la resistencia a la corrosión.
- Desde este punto de vista, es preferible que no contenga Cu. Cuando contiene Cu, el contenido del mismo es de manera apropiada de menos del 0,1%. Por tanto, el contenido de Cu, que es una impureza, se establece en menos del 0,1 %.
- El método para fabricar el acero inoxidable ferrítico según la presente invención no está limitado particularmente. A continuación se describe un ejemplo preferible del método de fabricación.
- Después de calentarse a de 1.100°C a 1.300°C, se lamina en caliente un acero inoxidable que tiene la siguiente composición a una temperatura de acabado de 700°C a 1.000°C y una temperatura de enfriamiento de 400°C a 800°C de manera que el grosor es de 2,0 mm a 5,0 mm. Una banda de acero laminada en caliente preparada tal como se describió anteriormente se somete a recocido a una temperatura de 800°C a 1.100°C y después se somete a decapado. A continuación, la banda de acero se lamina en frío de manera que el grosor es de 0,5 mm a 2,0 mm. La chapa de acero laminada en frío se somete a recocido a una temperatura de 700°C a 1.050°C. La chapa de acero laminada en frío se somete a decapado tras el recocido, mediante lo cual se eliminan las cascarillas de la misma. La banda de acero laminada en frío libre de las cascarillas puede someterse a laminación de acabado.
- En la presente invención (primera invención), el contenido de Mo, el contenido de Ti, el contenido de Nb, el contenido de V y el contenido de Co se ajustan dentro de un intervalo específico de manera que se satisfagan las fórmulas (2) y (3) a continuación, mediante lo cual se proporciona el efecto de reducir la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo. A continuación se describe la invención (segunda invención) que tiene este efecto.
- En primer lugar, se describe el problema de generación de rugosidad de superficie debido al trabajo. En el caso de formar aceros inoxidables ferríticos mediante trabajo tal como prensado, existe el problema de que la generación de

rugosidad de superficie debido al trabajo es grave en algunos casos.

La aparición de nervios y la piel de naranja se conocen bien en la generación de rugosidad debida al trabajo de chapas de acero inoxidable ferrítico.

5 La aparición de nervios consiste en una arruga estriada formada conformando por presión aceros inoxidables ferríticos. Esta arruga deteriora la calidad de superficie de un acero inoxidable y en algunos casos se produce una grieta a lo largo de esta arruga por el trabajo grave.

10 Para la aparición de nervios, se dice que estructuras columnares gruesas formadas en una fase de colada forman texturas con orientaciones similares sin refinarse suficientemente por laminación en caliente o recristalización, las texturas muestran comportamientos de deformación similares durante el conformado por presión y, por tanto, se forman arrugas acanaladas. Por tanto, reducir la proporción de estructuras columnares en una estructura de colada y aumentar la proporción de estructuras equiaxiales son importantes para suprimir la aparición de nervios.

15 Como técnica para aumentar el número de cristales equiaxiales en una estructura de colada, se divulga un acero inoxidable ferrítico con excelente conformabilidad y un desbaste plano de acero inoxidable ferrítico, por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente japonesa sin examinar n.º 2000-144342. Según esta invención, la cantidad de Al de soluto se reduce y las inclusiones de Al se dispersan en el acero fundido. Esto permite que las inclusiones de Ti se dispersen o precipiten en el acero fundido usando las inclusiones de Al como núcleos y permite que las inclusiones de Ti sirvan como sitios para producir cristales equiaxiales; por lo tanto, aumenta la razón de cristales equiaxiales en una estructura de colada. Sin embargo, existe el problema de que es muy difícil desde el punto de vista operativo que se añada una cantidad suficiente de Al para la desoxidación y que el Al de soluto se controle al 0,015% en masa.

25 La piel de naranja es la generación de rugosidad de superficie debido a granos gruesos y el afino de los granos es una medida eficaz contra la generación de rugosidad de superficie. Como técnica para reducir la piel de naranja, se divulga una chapa de acero inoxidable ferrítico con excelente capacidad de embutición profunda, por ejemplo, en el documento n.º 2003-138349. Según esta invención, la composición del acero y las condiciones para producir el acero se controlan dentro de un intervalo apropiado, el valor de r promedio de una chapa de acero laminada acabada se establece en 2,0 o más, el tamaño de grano promedio se establece en $50\ \mu\text{m}$ o menos y (resistencia mecánica a la tracción (MPa) $\times$ valor de r promedio) / (tamaño de grano (μm)) se establece en 20 o más, mediante lo cual se logran capacidad de embutición profunda y resistencia a la generación de rugosidad de superficie excelentes. Sin embargo, en esta invención, existe el problema de que el agarrotamiento o la generación de rugosidad de superficie se produce en materiales de alta resistencia a la corrosión (materiales con un alto contenido de Cr o Mo) que deterioran las propiedades de superficie, porque es necesario que la reducción de laminación en caliente sea grande con el fin de obtener el afino de los granos.

30 Además, como técnica para suprimir la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo, tal como la aparición de nervios o la piel de naranja, una chapa de acero inoxidable ferrítico y un método para fabricar la misma se divulgan, por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente japonesa sin examinar n.º 2002-285300. Según esta invención, la laminación en frío se realiza dos veces o más, incluyendo recocido intermedio, mediante lo cual se logra un número de tamaño de grano de 6,0 o más. Sin embargo, un método en el que la laminación en frío se realiza dos veces o más tiene el problema de que la carga de fabricación es alta y la fabricación lleva mucho tiempo.

45 En las técnicas convencionales para mejorar la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo tal como se describió anteriormente, en la actualidad no se ha obtenido un método apropiado aplicable a las operaciones actuales.

50 La presente invención (segunda invención), en la que el contenido de Mo, el contenido de Ti, el contenido de Nb, el contenido de V y el contenido de Co se ajustan dentro de un intervalo específico de manera que se satisfagan las fórmulas (2) y (3) a continuación, resuelve estos problemas. Es decir, la segunda invención proporciona un acero inoxidable ferrítico que se fabrica fácilmente, que es adecuado para estructuras formadas mediante trabajo que incluye embutición profunda, pandeo y curvado; que es adecuado para aplicaciones que requieren propiedades de superficie tras el trabajo; y en el que se reduce la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo.

55 Los hallazgos obtenidos al completar la segunda invención son tal como se describe a continuación. Se ha investigado la influencia de la adición de Co, B u otro elemento a los aceros inoxidables ferríticos sobre la razón de cristales equiaxiales en una estructura de colada y el tamaño de grano de los productos finales, mediante lo cual los hallazgos a continuación se han obtenido a partir de la relación entre un componente y la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo, y la resistencia a la corrosión de una parte trabajada.

60 (1) Controlar de manera apropiada el contenido de cada uno de Ti, Nb y V permite lograr una temperatura de recristalización baja sin deteriorar la resistencia a la corrosión de una parte trabajada y permite que el control del tamaño de grano sea fácil.

65 (2) Controlar el contenido de cada uno de Co y B dentro de un intervalo apropiado aumenta la razón de cristales equiaxiales en una estructura de colada y suprime el crecimiento de los granos debido a laminación en caliente y

recocido, dando como resultado el afino de los granos.

Como resultado, además de los hallazgos (1) y (2), controlar el contenido de Mo reduce la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo. A continuación se describe el contenido de Mo, el contenido de Ti, el contenido de Nb, el contenido de V, el contenido de Co, la fórmula (2) y la fórmula (3) en la segunda invención. El contenido de B es igual que en la primera invención. Tal como queda claro a partir del hecho de que B está incluido en la fórmula (3), B es importante en la segunda invención. Por tanto, a continuación también se describe B en la segunda invención. Al igual que en el caso con la descripción de la primera invención, “%” se refiere a “porcentaje en masa”. Por otro lado, los componentes distintos del contenido de Mo, el contenido de Ti, el contenido de Nb, el contenido de V, el contenido de Co y el contenido de B, incluyendo componentes opcionales, son los mismos que los de la primera invención y por tanto no se describen en detalle. Además, en la segunda invención, es necesario que se satisfaga la fórmula (1). La fórmula (1) es igual que en la primera invención y por tanto no se describe en detalle.

Mo: del 0,30% al 1,50%

El contenido de Mo en la segunda invención es tal como se describió anteriormente y es más reducido que el contenido de Mo en la primera invención. Por tanto, en la segunda invención, el Mo tiene la importancia técnica del Mo en la primera invención. La importancia técnica del Mo en la segunda invención es tal como se describe a continuación. El Mo es un elemento que mejora la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables al promover la nueva pasivación de una película pasiva. Cuando el Mo está contenido junto con Cr, el efecto del mismo es significativo. El efecto de mejorar la resistencia a la corrosión mediante Mo se obtiene cuando el contenido del mismo es del 0,30% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Mo es de más del 1,50%, la resistencia mecánica aumenta, la trabajabilidad se deteriora y es probable que se produzca generación de rugosidad de superficie. Por tanto, el contenido de Mo se establece en del 0,30% al 1,50%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,40% o más, más preferiblemente del 0,50% o más, y aún más preferiblemente del 0,55% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 1,40% o menos, más preferiblemente del 0,90% o menos, y aún más preferiblemente del 0,70% o menos.

Ti: del 0,25% al 0,40%

El contenido de Ti en la segunda invención es tal como se describió anteriormente y es más reducido que el contenido de Ti en la primera invención. Por tanto, en la segunda invención, el Ti tiene la importancia técnica del Ti en la primera invención. La importancia técnica del Ti en la segunda invención es tal como se describe a continuación. El Ti, así como el Nb y el V, es un elemento que suprime la sensibilización porque se combina con C en disolución sólida y N en disolución sólida y forma carbonitruros. Además, el Ti es un elemento que aumenta la razón de cristales equiaxiales en una estructura de solidificación porque el Ti precipita a partir del acero fundido en forma de TiN, que sirve como núcleo de precipitación para los cristales equiaxiales. El efecto de promover la formación de los cristales equiaxiales se obtiene cuando el Ti es del 0,25% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Ti es de más del 0,40%, se promueve la fragilidad de una parte trabajada, es probable que se produzca agrietamiento por el trabajo, y la trabajabilidad se deteriora. Por tanto, el contenido de Ti se establece en del 0,25% al 0,40%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,27% o más, más preferiblemente del 0,29% o más, y aún más preferiblemente del 0,31% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,38% o menos, más preferiblemente del 0,35% o menos, y aún más preferiblemente del 0,34% o menos.

Nb: del 0,03% al 0,13%

V: del 0,02% al 0,13%

$Nb + V \leq 0,22\%$

Fórmula (3)

El contenido de Nb y V en la segunda invención es tal como se describió anteriormente y es más reducido que el contenido de Nb y V en la primera invención. Por tanto, en la segunda invención, el Nb y el V tienen la importancia técnica del Nb y el V en la primera invención. La importancia técnica del Nb y el V en la segunda invención es tal como se describe a continuación. Tanto el Nb como el V son elementos que forman carbonitruros al combinarse con C en disolución sólida y N en disolución sólida. Dado que la sensibilización de una soldadura se suprime mediante la fijación de C en disolución sólida y N en disolución sólida, se mejora la resistencia a la corrosión. En particular, cuando está contenida la totalidad de Ti, Nb y V, el C y el N pueden detoxificarse de manera más apropiada debido a la diferencia de temperatura de precipitación entre ellos. Con el fin de obtener un efecto del mismo, es necesario que el contenido de Nb sea del 0,03% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Nb es de más del 0,13%, se suprime la recristalización, es necesario una temperatura de recocido superior para obtener una estructura adecuada, la formación de una microestructura fina es difícil, y es probable que se produzca generación de rugosidad de superficie durante el trabajo. Por tanto, el contenido de Nb se establece en del 0,03% al 0,13%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,06% o más, más preferiblemente del 0,07% o más, y aún más preferiblemente del 0,08% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,11% o menos, más preferiblemente del 0,10% o menos, y aún más preferiblemente del 0,09% o menos.

Con el fin de obtener el efecto anterior, es necesario que el contenido de V sea del 0,02% o más. Sin embargo, cuando

el contenido de V es excesivo, de más del 0,13%, la temperatura de recristalización aumenta, la formación de una microestructura fina es difícil y es probable que se produzca generación de rugosidad de superficie durante el trabajo. Por tanto, el contenido de V se establece en del 0,02% al 0,13%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,04% o más, más preferiblemente del 0,06% o más, y aún más preferiblemente del 0,07% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,11% o menos, más preferiblemente del 0,10% o menos, y aún más preferiblemente del 0,08% o menos.

Por otro lado, los carbonitruros de Nb y V aumentan la temperatura de recristalización de los aceros inoxidables y por tanto es necesario una alta temperatura para el recocido. Por tanto, cuando la suma de los contenidos de estos elementos es de más del 0,22%, es difícil preparar una estructura apropiada controlando la temperatura de recocido y es probable que se produzca generación de rugosidad de superficie debido al trabajo, tal como piel de naranja. Por tanto, Nb + V se establece en 0,22% o menos. Nb + V es preferiblemente del 0,20% o menos, más preferiblemente del 0,18% o menos, y aún más preferiblemente del 0,16% o menos. El límite inferior de Nb + V no está limitado particularmente, es preferiblemente del 0,08% o más, y es más preferiblemente del 0,10% o más. Por otro lado, el símbolo de cada elemento en "Nb + V" de la fórmula (3) representa el contenido (porcentaje en masa) del elemento.

B: del 0,0002% al 0,0050%

Co: del 0,02% al 0,30%

Co/B: de 10 a 150

Fórmula (2)

El contenido de Co en la segunda invención es tal como se describió anteriormente y es más reducido que el contenido de Co en la primera invención. El contenido de B es el mismo que el intervalo de la primera invención. Por tanto, en la segunda invención, el Co y el B tienen la importancia técnica del Co y el B en la primera invención. La importancia técnica del Co y el B en la segunda invención es tal como se describe a continuación. La esencia de una técnica para reducir la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo es que $(Cr, Fe)_2B$ precipita en los límites de grano de manera apropiadamente dispersa en una fase de solidificación de un proceso de colada y, por tanto, la razón de cristales equiaxiales aumenta; por lo tanto, el B es un elemento importante para la presente invención. Se supone que $(Cr, Fe)_2B$ precipitado de manera dispersa tiene el efecto de suprimir el crecimiento de los granos durante la laminación en caliente y el recocido. Tal como se describió anteriormente, el desarrollo de texturas se suprime y el crecimiento de los granos se suprime, mediante lo cual se reduce la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo en la presente invención. Este efecto se obtiene cuando el contenido de B es del 0,0002% o más. Sin embargo, cuando el contenido de B es de más del 0,0050%, la trabajabilidad se deteriora y es probable que se produzca agrietamiento. Por tanto, el contenido de B se establece en del 0,0002% al 0,0050%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,0003% o más, más preferiblemente del 0,0004% o más, y aún más preferiblemente del 0,0006% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,0020% o menos, más preferiblemente del 0,0018% o menos, y aún más preferiblemente del 0,0015% o menos.

En la precipitación de $(Cr, Fe)_2B$ en la fase de colada, el Co tiene probablemente el efecto de mantener el $(Cr, Fe)_2B$ en un estado de dispersión apropiado al suprimir la agregación de $(Cr, Fe)_2B$. Como resultado, se suprime el crecimiento de estructuras columnares y por tanto se reduce la generación de rugosidad de superficie debido al trabajo. Por tanto, el Co es un elemento importante para la presente invención. Este efecto se obtiene cuando el contenido de Co es del 0,02% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Co es de más del 0,30%, la trabajabilidad se deteriora y es probable que se produzca agrietamiento. Por tanto, el contenido de Co se establece en del 0,02% al 0,30%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,03% o más, más preferiblemente del 0,04% o más, y aún más preferiblemente del 0,05% o más. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,20% o menos, más preferiblemente del 0,10% o menos, y aún más preferiblemente del 0,08% o menos.

Además, en la presente invención, con el fin de obtener una razón apropiada de cristales equiaxiales, es necesario que la razón de contenido de Co con respecto a B se establezca en un intervalo apropiado. Aunque todavía no está claro un mecanismo detallado, se supone que cuando el contenido de B es excesivamente mayor que el contenido de Co, el Co no puede suprimir suficientemente la agregación de $(Cr, Fe)_2B$. Por tanto, Co/B es de manera apropiada de 10 o más. Sin embargo, cuando el contenido de Co es demasiado alto, se supone que la temperatura de precipitación del $(Cr, Fe)_2B$ disminuye y no puede suprimirse el crecimiento de cristales columnares a una temperatura apropiada. Por tanto, Co/B es de manera apropiada de 150 o menos. Por lo tanto, Co/B se establece en de 10 a 150. El límite inferior del mismo es preferiblemente de 20 o más, más preferiblemente de 30 o más, y aún más preferiblemente de 40 o más. El límite superior del mismo es preferiblemente de 120 o menos, más preferiblemente de 100 o menos, y aún más preferiblemente de 80 o menos.

Finalmente, a continuación se describe un ejemplo preferible de un método para fabricar el acero inoxidable según la segunda invención.

Después de ajustar el acero fundido en un convertidor para que tenga la composición anterior, se prepara un desbaste plano con un grosor de 100 mm a 300 mm a un sobrecalentamiento de acero fundido ΔT de 20°C a 80°C y una velocidad de colada de 0,4 m/min a 1,1 m/min. Tras calentarse a de 1.100°C a 1.300°C, el desbaste plano obtenido

se lamina en caliente hasta un grosor de 2,0 mm a 5,0 mm a una temperatura de acabado de 600°C a 900°C y una temperatura de enfriamiento de 400°C a 800°C. La reducción de laminación final se establece en el 15% o más. Para el afino de los granos durante la laminación en caliente y el recocido para la laminación, la temperatura de acabado es preferiblemente de 600°C a 750°C y la reducción de laminación final es preferiblemente del 40% o más. Con el fin de suprimir la fragilidad a 475°C para obtener buena capacidad de fabricación, la temperatura de enfriamiento es preferiblemente de 400°C a 450°C. Una banda de acero laminada en caliente preparada tal como se describió anteriormente se somete a recocido a una temperatura de 800°C a 980°C. El tiempo de homogeneización de temperaturas en el recocido es de manera apropiada de 10 s a 300 s. Para el afino de los granos, la temperatura de recocido es preferiblemente baja en un intervalo de temperatura donde es posible la recrystalización y es preferiblemente de 800°C a 900°C. El tiempo de recocido es preferiblemente corto y es preferiblemente de 10 s a 180 s. Después, se realiza decapado, seguido por laminación en frío, mediante lo cual se prepara una banda de acero laminada en frío con un grosor de 0,3 mm a 3,0 mm. La banda de acero laminada en frío obtenida se lamina en frío y se somete a recocido a una temperatura de 700°C a 1.050°C. Después de la laminación en frío y el recocido, se realiza decapado, mediante lo cual se eliminan las cascarillas. En un punto intermedio entre estos procedimientos de fabricación y el último, puede realizarse descascarillado mediante acción mecánica tal como laminación de acabado o granallado o molienda/pulido con una muela de amolar o una correa de pulido.

EJEMPLO 1

A continuación se describe la presente invención con referencia a un ejemplo.

Cada uno de los aceros inoxidables mostrados en la tabla 1 se coló para dar un lingote de acero de 100 kg a vacío. Después de haberse calentado hasta 1.200°C, el lingote de acero se laminó en caliente hasta un grosor de 4 mm, seguido por recocido dentro del intervalo de 800°C a 1.000°C y la eliminación de cascarillas mediante decapado. Además, se realizó laminación en frío hasta un grosor de 0,8 mm, se realizó recocido dentro del intervalo de 800°C a 950°C, y se realizó decapado, mediante lo cual se preparó una muestra.

Se tomó un disco de 72 mm de diámetro de la muestra preparada y se conformó de manera cilíndrica mediante embutición profunda en cuatro fases secuencialmente usando un punzón de 49 mm de diámetro, un punzón de 35 mm de diámetro, un punzón de 26 mm de diámetro y un punzón de 22 mm de diámetro (que tenía cada uno un radio de saliente de 2 mm) y se recortó una orejeta de manera que la altura tras el trabajo fue de 50 mm (figura 1(a)). Además, se perforó un orificio de 5 mm de diámetro en una parte central del fondo de copa, mediante lo cual se preparó una muestra cilíndrica conformada mediante embutición profunda. Después se unió un disco de 23 mm de diámetro a la muestra mediante soldadura TIG de manera que se bloqueó una abertura de 22 mm de diámetro de la muestra (figura 1(b)).

Las condiciones de soldadura se establecieron en una corriente de soldadura de 100 A y una velocidad de soldadura de 60 cm/min. El gas protector usado fue Ar y la velocidad de flujo del mismo se estableció en 20 l/min. Después de un transcurso de tiempo de 24 h desde la soldadura, se llenó con agua una parte interior de la muestra vertiendo agua desde el orificio de 5 mm de diámetro y se aplicó a la muestra una presión de 10 atmósferas, mediante lo cual se confirmó la presencia o ausencia de grietas. Después, se observó la proximidad de una soldadura (una posición de 2-5 mm de una línea de fusión) de una pared cilíndrica de embutición profunda con un aumento de 200x usando un microscopio óptico (la observación de una posición de observación de grietas en la figura 1(b)), mediante lo cual se identificó la longitud de una grieta. Las muestras que tenían una grieta con una longitud de 0,5 mm o más se clasificaron como "x" (inaceptable) y las que no tenían grieta se clasificaron como "O" (aceptable). Los resultados se muestran en la tabla 2. Por otro lado, en cada muestra, no se encontraron grietas en una línea de fusión.

En referencia a la tabla 2, en todos los ejemplos inventivos, no pudieron encontrarse grietas en las proximidades de una zona de soldadura. Sin embargo, en el n.º 12, que era un ejemplo comparativo, no se contenía Co y por tanto se produjo agrietamiento. En el n.º 13, no se contenía B y por tanto se produjo agrietamiento. En el n.º 14, se añadió exceso de Al y por tanto se produjo agrietamiento. En el n.º 15, se añadió Cr en exceso y por tanto se produjo agrietamiento.

Posteriormente, se evaluó la resistencia a la corrosión de una zona de soldadura soldada usando cada muestra usada para confirmar la presencia o ausencia de grietas. Se realizó un ensayo cíclico de corrosión por niebla salina neutra según la norma JIS H 8502 durante cinco ciclos y se confirmó visualmente la presencia o ausencia de corrosión en las proximidades de la zona de soldadura (un área desde una línea de fusión hasta una línea que está a 5 mm del centro de un cordón de soldadura). La muestra se colocó en una cámara de ensayo de corrosión de manera que el orificio de 5 mm de diámetro estuviera orientado hacia abajo. Aquellas muestras en las que se produjera corrosión con un tamaño longitudinal de 1 mm o más en las proximidades de una zona de soldadura mediante el ensayo realizado durante cinco ciclos se clasificaron como "x" (inaceptable) y aquellas en las que no se produjo corrosión se clasificaron como "O" (aceptable) tal como se muestra en la tabla 2.

Todos los n.ºs 12, 13 y 14 experimentaron corrosión que surgió de grietas en las proximidades de una zona de soldadura. El n.º 16 no satisfizo la fórmula (1) y por tanto la corrosión se produjo a partir de un cordón de soldadura. El n.º 17 tenía un contenido de Cr bajo y por tanto la corrosión se produjo a partir de un cordón de soldadura y una

parte revenida. El n.º 18 no contenía Nb y por tanto la corrosión se produjo a partir de un cordón de soldadura. El n.º 19 no contenía Ti y por tanto la corrosión se produjo a partir de un cordón de soldadura. El n.º 20 no contenía V y por la tanto se produjo corrosión a partir de un cordón de soldadura.

[Tabla 1]

Porcentaje en masa																		
N.º	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	V	Ti	Nb	Co	B	N	Formula (1)	Otro elemento	Observaciones
1	0.012	0.13	0.15	0.03	0.002	21.0	0.11	1.52	0.04	0.04	0.32	0.14	0.011	0.0011	0.013	0.50		Ejemplo inventivo
2	0.014	0.18	0.16	0.02	0.002	18.7	0.04	0.51	0.07	0.05	0.16	0.19	0.032	0.0009	0.010	0.40		Ejemplo inventivo
3	0.009	0.19	0.10	0.02	0.001	18.5	0.03	1.09	0.14	0.09	0.18	0.20	0.684	0.0008	0.011	0.47		Ejemplo inventivo
4	0.007	0.22	0.12	0.03	0.001	19.1	0.09	0.35	0.05	0.07	0.23	0.10	2.561	0.0005	0.009	0.40		Ejemplo inventivo
5	0.010	0.09	0.13	0.03	0.001	20.4	0.13	2.03	0.06	0.08	0.19	0.11	5.327	0.0012	0.008	0.38		Ejemplo inventivo
6	0.011	0.10	0.08	0.03	0.001	19.7	0.15	1.61	0.08	0.06	0.35	0.09	0.010	0.0046	0.006	0.50		Ejemplo inventivo
7	0.008	0.11	0.09	0.03	0.002	18.8	0.19	0.71	0.03	0.03	0.20	0.15	0.292	0.0004	0.019	0.38		Ejemplo inventivo
8	0.016	0.14	0.11	0.03	0.002	18.3	0.13	0.64	0.02	0.18	0.19	0.16	0.026	0.0010	0.017	0.53		Ejemplo inventivo
9	0.015	0.15	0.26	0.02	0.002	21.6	0.11	0.44	0.09	0.25	0.20	0.14	0.059	0.0023	0.015	0.59	Zr:0.21	Ejemplo comparativo
10	0.013	0.16	0.42	0.03	0.002	20.9	0.12	1.27	0.10	0.12	0.11	0.35	0.094	0.0024	0.017	0.58	W:0.53	Ejemplo inventivo
11	0.019	0.20	0.31	0.03	0.002	20.1	0.10	0.95	0.11	0.10	0.15	0.18	0.186	0.0019	0.012	0.43	REM:0.010	Ejemplo inventivo
12	0.012	0.14	0.17	0.03	0.001	19.8	0.15	1.02	0.07	0.05	0.22	0.15	-	0.0007	0.016	0.42		Ejemplo comparativo
13	0.010	0.11	0.18	0.02	0.002	20.3	0.09	1.15	0.08	0.02	0.29	0.16	0.046	-	0.019	0.47		Ejemplo comparativo
14	0.015	0.16	0.14	0.02	0.001	18.6	0.07	0.89	0.23	0.04	0.30	0.18	0.028	0.0014	0.018	0.52		Ejemplo comparativo
15	0.009	0.13	0.10	0.02	0.001	24.5	0.14	1.36	0.10	0.09	0.18	0.23	0.149	0.0016	0.014	0.50		Ejemplo comparativo
16	0.017	0.17	0.13	0.02	0.001	18.9	0.10	0.82	0.05	0.06	0.15	0.03	0.051	0.0010	0.019	0.24		Ejemplo comparativo
17	0.010	0.14	0.19	0.02	0.001	17.2	0.08	0.47	0.12	0.08	0.19	0.16	0.106	0.0015	0.012	0.43		Ejemplo comparativo
18	0.009	0.12	0.15	0.02	0.001	19.9	0.07	0.55	0.10	0.15	0.16	-	0.097	0.0009	0.011	0.31		Ejemplo comparativo
19	0.012	0.11	0.14	0.03	0.001	20.2	0.09	0.63	0.09	0.12	-	0.18	0.008	0.0006	0.016	0.30		Ejemplo comparativo
20	0.015	0.12	0.16	0.03	0.001	21.4	0.06	0.74	0.11	-	0.15	0.15	0.014	0.0010	0.018	0.30		Ejemplo comparativo
21	0.010	0.11	0.15	0.03	0.001	20.8	0.10	0.54	0.03	0.06	0.27	0.05	0.049	0.0005	0.012	0.32		Ejemplo inventivo
22	0.011	0.12	0.16	0.03	0.001	21.0	0.22	0.52	0.04	0.05	0.32	0.07	0.073	0.0004	0.014	0.39	Zr:0.13	Ejemplo inventivo
23	0.010	0.11	0.16	0.02	0.002	21.4	0.15	0.60	0.04	0.07	0.28	0.08	0.081	0.0004	0.015	0.36	W:0.46	Ejemplo inventivo
24	0.013	0.11	0.12	0.02	0.001	20.7	0.17	0.57	0.06	0.10	0.30	0.09	0.117	0.0006	0.012	0.39	REM:0.008	Ejemplo inventivo
25	0.005	0.12	0.14	0.03	0.001	23.0	0.13	1.07	0.10	0.08	0.31	0.08	0.089	0.0008	0.013	0.39		Ejemplo comparativo
26	0.011	0.10	0.13	0.02	0.002	23.8	0.06	1.02	0.02	0.05	0.29	0.07	0.064	0.0005	0.014	0.36		Ejemplo comparativo
27	0.012	0.10	0.14	0.03	0.002	22.1	0.08	0.83	0.05	0.05	0.33	0.10	0.028	0.0002	0.016	0.43		Ejemplo comparativo
28	0.011	0.14	0.15	0.02	0.001	20.9	0.09	1.46	0.04	0.07	0.34	0.08	0.033	0.0004	0.015	0.42		Ejemplo inventivo
29	0.010	0.13	0.16	0.03	0.002	21.0	0.11	0.51	0.05	0.06	0.26	0.12	0.024	0.0010	0.012	0.38		Ejemplo inventivo
30	0.012	0.11	0.12	0.03	0.001	20.5	0.12	0.50	0.03	0.09	0.37	0.06	0.052	0.0007	0.009	0.43		Ejemplo inventivo
31	0.009	0.11	0.11	0.02	0.001	21.1	0.14	0.55	0.02	0.12	0.28	0.07	0.043	0.0006	0.013	0.35		Ejemplo inventivo
32	0.010	0.13	0.13	0.02	0.001	20.6	0.10	0.59	0.04	0.03	0.27	0.13	0.026	0.0005	0.014	0.40		Ejemplo inventivo
33	0.011	0.12	0.12	0.02	0.001	21.5	0.12	0.58	0.06	0.04	0.29	0.09	0.284	0.0009	0.011	0.38		Ejemplo inventivo

Fórmula (1): Ti+Nb+V

Los valores subrayados están fuera del alcance de la presente invención.

[Tabla 2]

N.º	Presencia o ausencia de grietas en las proximidades de la zona de soldadura	Presencia o ausencia de corrosión en las proximidades de la zona de soldadura	Observaciones
1	○	○	Ejemplo inventivo
2	○	○	Ejemplo inventivo
3	○	○	Ejemplo inventivo
4	○	○	Ejemplo inventivo
5	○	○	Ejemplo inventivo
6	○	○	Ejemplo inventivo
7	○	○	Ejemplo inventivo
8	○	○	Ejemplo inventivo
9	○	○	Ejemplo comparativo
10	○	○	Ejemplo inventivo
11	○	○	Ejemplo inventivo
12	x	x	Ejemplo comparativo
13	x	x	Ejemplo comparativo
14	x	x	Ejemplo comparativo
15	x	○	Ejemplo comparativo
16	○	x	Ejemplo comparativo
17	○	x	Ejemplo comparativo
18	○	x	Ejemplo comparativo
19	○	x	Ejemplo comparativo
20	○	x	Ejemplo comparativo
21	○	○	Ejemplo inventivo
22	○	○	Ejemplo inventivo
23	○	○	Ejemplo inventivo
24	○	○	Ejemplo inventivo
25	○	○	Ejemplo comparativo
26	○	○	Ejemplo comparativo
27	○	○	Ejemplo comparativo
28	○	○	Ejemplo inventivo
29	○	○	Ejemplo inventivo
30	○	○	Ejemplo inventivo
31	○	○	Ejemplo inventivo
32	○	○	Ejemplo inventivo
33	○	○	Ejemplo inventivo

EJEMPLO 2

5

A continuación se describe la presente invención con referencia a un ejemplo.

10 Cada uno de los aceros inoxidables que contienen los componentes mostrados en la tabla 3 se coló de manera continua en condiciones que incluían un sobrecalentamiento del acero fundido de 60°C y una velocidad de colada de 0,6 m/min, mediante lo cual se preparó un desbaste plano con un grosor de 200 mm. Después de haberse calentado hasta 1.200°C, el desbaste plano preparado se laminó en caliente hasta un grosor de 4 mm en condiciones que incluían una temperatura de acabado de 700°C, una temperatura de bobinado de 400°C y una reducción de laminación final del 30% y se sometió a recocido a 950°C de manera que el tiempo de homogeneización de temperaturas fue de 60 s. Después, se realizó laminación en frío hasta un grosor de 0,8 mm, se realizó recocido a 900°C de manera que el tiempo de homogeneización de temperaturas fue de 30 s, y se eliminaron las cascarillas de superficie mediante pulido, seguido por acabado con papel de lija n.º 600, mediante lo cual se preparó una muestra.

20 Se tomó un disco de 72 mm de diámetro de la muestra preparada y se conformó de manera cilíndrica mediante embutición profunda en cuatro fases secuencialmente usando un punzón de 49 mm de diámetro, un punzón de 35 mm de diámetro, un punzón de 26 mm de diámetro y un punzón de 22 mm de diámetro (que tenía cada uno un radio de saliente de 2 mm) y se recortó una orejeta de manera que la altura tras el trabajo fue de 50 mm (figura 1(a)). Para una muestra preparada, se seleccionaron cuatro sitios de manera que cada posición de medición, ubicada a 10 mm de una abertura, que tenía una longitud de 5 mm en la dirección circunferencial, se ubicara a 90° en la circunferencia, seguido por la medición de las irregularidades de superficie usando un microscopio láser (medición en posiciones de medición de irregularidades en la figura 1(a)). Se supuso que los resultados obtenidos eran irregularidades en un arco con un diámetro de 22 mm y se corrigieron para que fueran irregularidades en un plano, se midió la diferencia entre la altura de pico máxima y la profundidad de valle máxima, y se obtuvo el promedio de los resultados de cuatro sitios medidos. Entre los aceros inoxidables en la tabla 3, aquellos en los que la diferencia entre la altura de pico máxima y

25

la profundidad de valle máxima era de 200 μm o más se clasificaron como “ Δ ” (irregularidades significativas equivalentes a las técnicas convencionales) y aquellos en los que la diferencia entre ellos fue de 200 μm o menos se clasificaron como “ $\odot$ ” (libre de irregularidades significativas y excelente). Los resultados se muestran en la tabla 4.

- 5 En referencia a la tabla 3, en los n.ºs 34 a 46, en los que la totalidad de Mo, Ti, Nb, V, Co, fórmula (2) y fórmula (3) estaban dentro del alcance según la reivindicación 2, no se observaron irregularidades significativas en una pared después de la embutición profunda. Sin embargo, en los n.ºs 47 a 61, cualquiera de Mo, Ti, Nb, V, Co, fórmula (2) y fórmula (3) estaba fuera del alcance según la reivindicación 2 y por tanto se observaron irregularidades significativas en una pared después de la embutición profunda. En el n.º 62, B estaba fuera del alcance según la reivindicación 1 y por tanto se observaron irregularidades significativas en una pared de una muestra.

15 A continuación, se formó un orificio de 5 mm de diámetro en una parte central porción del fondo de copa, mediante lo cual se preparó una muestra cilíndrica conformada mediante embutición profunda. Después, se unió un disco de 23 mm de diámetro a la muestra mediante soldadura TIG de manera que se bloqueó una abertura de 22 mm de diámetro de la muestra (figura 1(b)). Las condiciones de soldadura se establecieron en una corriente de soldadura de 100 A y una velocidad de soldadura de 60 cm/min. El gas protector usado fue Ar y la velocidad de flujo del mismo se estableció en 20 l/min. Después de un transcurso de tiempo de 24 h desde la soldadura, se llenó con agua una parte interior de la muestra vertiendo agua desde el orificio de 5 mm de diámetro y se aplicó a la muestra una presión de 10 atmósferas, mediante lo cual se confirmó la presencia o ausencia de grietas. Después, se observó la proximidad de una zona de soldadura (una posición de 2-5 mm de una línea de fusión) de una pared cilíndrica de embutición profunda con un aumento de 200x usando un microscopio óptico (la observación de una posición de observación de grietas en la figura 1(b)), mediante lo cual se identificó la longitud de una grieta. Las muestras que tenían una grieta con una longitud de 0,5 mm o más se clasificaron como “x” (inaceptable) y las que no tenían grieta se clasificaron como “O” (aceptable). Los resultados se muestran en la tabla 4.

25 En referencia a la tabla 3, en todos los ejemplos inventivos, no pudieron confirmarse grietas en las proximidades de una zona de soldadura. Sin embargo, en el n.º 62, que era un ejemplo comparativo, se produjeron grietas en las proximidades de una zona de soldadura.

30 Posteriormente, se evaluó la resistencia a la corrosión de una zona de soldadura soldada usando cada muestra usada para confirmar la presencia o ausencia de grietas. Se realizó un ensayo cíclico de corrosión por niebla salina neutra según la norma JIS H 8502 durante cinco ciclos y se confirmó visualmente la presencia o ausencia de corrosión en las proximidades de la zona de soldadura (un área desde una línea de fusión hasta una línea que está a 5 mm del centro de un cordón de soldadura). La muestra se colocó en una cámara de ensayo de corrosión de manera que el orificio de 5 mm de diámetro estuviera orientado hacia abajo. Aquellas muestras en las que se produjera corrosión con un tamaño longitudinal de 1 mm o más en las proximidades de una zona de soldadura mediante el ensayo realizado durante cinco ciclos se clasificaron como “x” (inaceptable) y aquellas en las que no se produjo corrosión se clasificaron como “O” (aceptable) tal como se muestra en la tabla 4. En referencia a la tabla 4, en todos los ejemplos inventivos, no pudo confirmarse corrosión en las proximidades de una zona de soldadura. Sin embargo, en el n.º 62, que era un ejemplo comparativo, se produjo corrosión en las proximidades de una zona de soldadura.

45 A partir de los resultados anteriores se confirmó que, según la presente invención, se obtuvo un acero inoxidable ferrítico, que tenía poca generación de rugosidad de superficie debido al trabajo, y era excelente en la forma de soldadura y la resistencia a la corrosión.

[Tabla 3]

Porcentaje
en masa

N.º	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	V	Ti	Nb	Co	B	N	Fórmula (1)	Fórmula (2)	Fórmula (3)	Otro elemento	Observaciones
34	0.008	0.13	0.15	0.02	0.002	21.0	0.20	0.53	0.03	0.04	0.30	0.07	0.052	0.0005	0.012	0.37	104	0.11		Ejemplo inventivo
35	0.010	0.11	0.16	0.02	0.003	20.9	0.14	1.47	0.04	0.07	0.31	0.08	0.046	0.0006	0.014	0.39	77	0.15		Ejemplo inventivo
36	0.009	0.12	0.18	0.02	0.002	20.8	0.13	0.49	0.03	0.08	0.25	0.10	0.030	0.0005	0.010	0.35	60	0.18		Ejemplo inventivo
37	0.011	0.11	0.15	0.01	0.001	20.5	0.10	0.62	0.05	0.05	0.38	0.09	0.034	0.0007	0.010	0.47	49	0.14		Ejemplo inventivo
38	0.011	0.13	0.14	0.02	0.001	20.4	0.22	0.52	0.03	0.11	0.32	0.09	0.029	0.0010	0.011	0.41	29	0.20		Ejemplo inventivo
39	0.010	0.10	0.13	0.03	0.001	20.6	0.18	0.38	0.03	0.10	0.33	0.12	0.038	0.0014	0.013	0.45	27	0.22		Ejemplo inventivo
40	0.009	0.14	0.12	0.02	0.002	20.7	0.14	0.45	0.05	0.07	0.32	0.11	0.292	0.0045	0.015	0.43	65	0.18		Ejemplo inventivo
41	0.011	0.12	0.15	0.03	0.002	20.8	0.16	0.50	0.04	0.09	0.31	0.09	0.025	0.0021	0.014	0.40	12	0.18		Ejemplo inventivo
42	0.012	0.12	0.16	0.02	0.001	21.4	0.15	0.51	0.06	0.07	0.30	0.10	0.068	0.0005	0.012	0.40	136	0.17		Ejemplo inventivo
43	0.013	0.13	0.14	0.02	0.002	21.5	0.15	0.58	0.05	0.08	0.30	0.08	0.051	0.0008	0.010	0.38	64	0.16		Ejemplo inventivo
44	0.006	0.10	0.15	0.02	0.001	22.8	0.13	1.07	0.14	0.07	0.33	0.07	0.047	0.0012	0.012	0.40	39	0.14	Zr:0.11	Ej. comparativo
45	0.015	0.11	0.13	0.03	0.003	21.3	0.12	0.56	0.06	0.05	0.34	0.08	0.046	0.0016	0.013	0.42	29	0.13	W:0.42	Ejemplo inventivo
46	0.011	0.13	0.12	0.02	0.002	21.2	0.11	0.52	0.07	0.07	0.32	0.08	0.082	0.0009	0.011	0.40	91	0.15	REM:0.007	Ejemplo inventivo
47	0.012	0.10	0.15	0.02	0.002	21.3	0.13	1.55	0.09	0.07	0.32	0.09	0.070	0.0010	0.011	0.41	70	0.16		Ejemplo inventivo
48	0.010	0.09	0.16	0.03	0.003	21.0	0.12	0.57	0.03	0.08	0.22	0.09	0.043	0.0005	0.013	0.31	86	0.17		Ejemplo inventivo
49	0.013	0.10	0.14	0.01	0.002	21.1	0.17	0.53	0.02	0.08	0.43	0.10	0.045	0.0010	0.015	0.53	45	0.18		Ejemplo inventivo
50	0.009	0.13	0.12	0.03	0.002	21.1	0.15	0.61	0.05	0.01	0.31	0.10	0.038	0.0008	0.014	0.41	48	0.11		Ejemplo inventivo
51	0.010	0.10	0.10	0.02	0.002	20.9	0.15	0.51	0.04	0.14	0.32	0.07	0.039	0.0012	0.010	0.39	33	0.21		Ejemplo inventivo
52	0.011	0.13	0.10	0.02	0.002	21.0	0.14	0.52	0.03	0.07	0.33	0.02	0.040	0.0005	0.015	0.35	80	0.09		Ejemplo inventivo
53	0.013	0.12	0.13	0.02	0.002	20.5	0.13	0.53	0.06	0.05	0.32	0.15	0.026	0.0005	0.012	0.47	52	0.20		Ejemplo inventivo
54	0.012	0.15	0.12	0.02	0.001	20.9	0.12	0.51	0.03	0.08	0.31	0.05	0.013	0.0006	0.011	0.36	22	0.13		Ejemplo inventivo
55	0.015	0.16	0.15	0.02	0.002	20.8	0.16	0.50	0.04	0.08	0.32	0.07	0.332	0.0045	0.012	0.39	74	0.15		Ejemplo inventivo
56	0.011	0.14	0.14	0.02	0.003	20.6	0.14	0.56	0.06	0.07	0.33	0.06	0.027	0.0035	0.012	0.39	8	0.13		Ejemplo inventivo
57	0.011	0.10	0.13	0.03	0.002	21.4	0.15	0.55	0.05	0.07	0.34	0.08	0.056	0.0003	0.012	0.42	187	0.15		Ejemplo inventivo
58	0.012	0.12	0.12	0.02	0.002	21.3	0.17	0.54	0.05	0.11	0.31	0.12	0.037	0.0005	0.013	0.43	74	0.23		Ejemplo inventivo
59	0.003	0.11	0.15	0.03	0.002	22.5	0.14	0.97	0.11	0.09	0.30	0.04	0.028	0.0042	0.012	0.34	7	0.13		Ej. comparativo
60	0.005	0.10	0.14	0.02	0.003	22.9	0.12	1.16	0.08	0.07	0.32	0.07	0.121	0.0007	0.011	0.39	173	0.14		Ej. comparativo
61	0.004	0.13	0.12	0.02	0.002	23.0	0.13	1.04	0.09	0.13	0.32	0.11	0.030	0.0007	0.013	0.43	43	0.24		Ej. comparativo
62	0.009	0.12	0.13	0.03	0.002	21.2	0.15	0.59	0.05	0.07	0.33	0.08	0.031	-	0.012	0.41	-	0.15		Ej. comparativo

Fórmula (1): Ti+Nb+V Fórmula (2): Co/B Fórmula (3): Nb+V

[Tabla 4]

N.º	Presencia o ausencia de grietas en las proximidades de la zona de soldadura	Presencia o ausencia de corrosión en las proximidades de la zona de soldadura	Irregularidades en la pared de la muestra sometida a embutición profunda	Observaciones
34	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
35	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
36	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
37	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
38	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
39	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
40	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
41	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
43	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
44	○	○	⊙	Ej. comparativo
45	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
46	○	○	⊙	Ejemplo inventivo
47	○	○	△	Ejemplo inventivo
48	○	○	△	Ejemplo inventivo
49	○	○	△	Ejemplo inventivo
50	○	○	△	Ejemplo inventivo
51	○	○	△	Ejemplo inventivo
52	○	○	△	Ejemplo inventivo
53	○	○	△	Ejemplo inventivo
54	○	○	△	Ejemplo inventivo
55	○	○	△	Ejemplo inventivo
56	○	○	△	Ejemplo inventivo
57	○	○	△	Ejemplo inventivo
58	○	○	△	Ejemplo inventivo
59	○	○	△	Ej. comparativo
60	○	○	△	Ej. comparativo
61	○	○	△	Ej. comparativo
62	x	x	△	Ej. comparativo

Aplicabilidad industrial

5 Según la presente invención, se obtiene un acero inoxidable ferrítico que es adecuado para su uso en una estructura unida mediante soldadura después de la embutición profunda y que es excelente en la forma de soldadura y en la resistencia a la corrosión. El acero inoxidable ferrítico obtenido en la presente invención es adecuado para aplicaciones para fabricar estructuras mediante soldadura después de la embutición profunda, por ejemplo, aplicaciones tales como

10 piezas de dispositivos electrónicos incluyendo carcasas de baterías y piezas de automóviles tales como convertidores.

REIVINDICACIONES

1. Acero inoxidable ferrítico que tiene una composición que contiene

C: del 0,001% al 0,020%,

Si: del 0,01% al 0,30%,

Mn: del 0,01% al 0,50%,

P: el 0,04% o menos,

S: el 0,01% o menos,

Cr: del 18,0% al 21,5%,

Ni: del 0,01% al 0,40%,

Mo: del 0,30% al 3,0%,

Al: del 0,01% al 0,15%,

Ti: del 0,01% al 0,50%,

Nb: del 0,01% al 0,50%,

V: del 0,01% al 0,50%,

Co: del 0,01% al 6,00%,

B: del 0,0002% al 0,0050%,

N: del 0,001% al 0,020%, y

opcionalmente uno, dos o más de

Zr: el 1,0% o menos,

W: el 1,0% o menos, y

REM: el 0,1% o menos

en una base en masa,

siendo el resto Fe e impurezas inevitables, satisfaciendo la composición la siguiente fórmula:

$$0,30\% \leq \text{Ti} + \text{Nb} + \text{V} \leq 0,60\% \quad (1)$$

donde el símbolo de cada elemento en la fórmula (1) representa el contenido en porcentaje en masa del elemento.

2. Acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 1, en el que

el contenido de Mo es del 0,30% al 1,50%,

el contenido de Ti es del 0,25% al 0,40%,

el contenido de Nb es del 0,03% al 0,13%,

el contenido de V es del 0,02% al 0,13%,

el contenido de Co es del 0,02% al 0,30%, y se satisfacen las siguientes fórmulas:

$$\text{Co/B: de 10 a 150} \quad (2)$$

$$\text{Nb} + \text{V} \leq 0,22\% \quad (3)$$

donde el símbolo de cada elemento en las fórmulas (2) y (3) representa el contenido en porcentaje en masa del elemento.

5 3. Acero inoxidable ferrítico especificado según la reivindicación 1 ó 2, en el que uno, dos o más de

Zr: el 1,0% o menos,

W: el 1,0% o menos, y

10

REM: el 0,1% o menos se contiene en una base en masa.

FIG. 1

