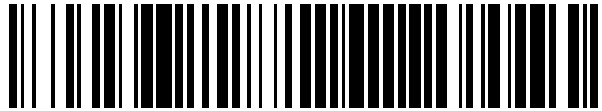


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 487**

51 Int. Cl.:

C22C 38/58	(2006.01)
C21D 6/00	(2006.01)
C21D 8/02	(2006.01)
C22C 38/00	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)
C22C 38/04	(2006.01)
C22C 38/44	(2006.01)
C22C 38/48	(2006.01)
C22C 38/46	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2010 PCT/JP2010/052816**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.09.2010 WO10110003**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2010 E 10755804 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2412841**

54 Título: **Acero inoxidable austenítico**

30 Prioridad:

27.03.2009 JP 2009078630

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

25.03.2019

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**OSUKI, TAKAHIRO;
TAKEDA, KIYOKO y
YOKOYAMA, TETSUO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 705 487 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 austenítico

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un acero inoxidable austenítico. Específicamente, la presente invención se refiere a un acero inoxidable austenítico que tiene una excelente resistencia a la corrosión (en particular, una resistencia excelente a la corrosión intergranular) y adicionalmente provisto de una excelente falta de susceptibilidad al agrietamiento en una zona afectada por el calor de la soldadura, el cual puede ser utilizado como elementos estructurales para una planta de energía nuclear. Más específicamente, la presente invención se refiere a un acero inoxidable austenítico del tipo SUS310 provisto de un alto contenido de Cr y Ni y en particular adecuado para elementos estructurales utilizados en un entorno acuoso a alta temperatura.

15 ANTECEDENTES TÉCNICOS

Un acero inoxidable SUS310 ha sido utilizado, por ejemplo, como el material de elementos estructurales para una planta de energía nuclear y similares, utilizados en un entorno acuoso a alta temperatura, debido a las excelentes propiedades mecánicas con una buena capacidad de ser trabajado, además de una resistencia excelente a la corrosión tal como la corrosión intergranular y a la corrosión general comparadas con aquellas de los aceros inoxidables SUS316 y SUS304. Sin embargo, cuando dicho acero inoxidable SUS310 es soldado o calentado a altas temperaturas, a veces ocurre una marcada corrosión intergranular en la zona afectada por el calor la cual es producida por la soldadura o por un calentamiento a alta temperatura. Este fenómeno de que ocurra una corrosión intergranular se denomina sensitivación y es causada por la formación de la zona empobrecida de Cr la cual es pobre en resistencia a la corrosión. La zona empobrecida de Cr anteriormente mencionada se forma, en el proceso de soldadura o de calentamiento, por la precipitación de carburo de Cr en el contorno del grano y una disminución allí de la concentración de Cr.

En la medida convencional para suprimir dicha sensitivación, un descenso en los contenidos de C y la fijación del C en los compuestos de Ti y/o Nb en el interior de los granos han sido empleados a fin de evitar la formación de la zona empobrecida de Cr a través de la precipitación de carburo de Cr. Sin embargo, en el caso de dicho acero inoxidable SUS310, la supresión de la sensitivación todavía necesita más estudio parcialmente debido a su elevado contenido de Cr

Los aceros inoxidables austeníticos que tienen un elevado contenido de Cr han sido revelados en los documentos de patentes 1 a 8, por ejemplo.

Esto es, el documento de patentes 1 revela un acero inoxidable austenítico que contienen del 20 al 30% de Cr, del 20 al 30% de Ni y del 0,5 al 4% de Mo como material que tiene una excelente resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión del acero en agua pura caliente a una temperatura no inferior a 100 °C y a una concentración de ion de cloro (Cl⁻) no superior a 10 partes por millón.

El documento de patentes 2 revela un acero inoxidable austenítico que tiene un alto contenido de Cr y Ni, el cual adicionalmente contiene del 0,05 al 3,0% de Mo desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión y uno o más elementos seleccionados a partir de Ti, Nb, V y Zr. En una gama de 0,001 hasta el 1,0% desde el punto de vista de la formación de carburos y que aseguran la resistencia.

El documento de patentes 3 revela un acero inoxidable austenítico el cual es excelente en resistencia a la corrosión intergranular y la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión intergranular y en el cual los contenidos de C, Si, P y S se hacen mínimos y contiene Mo y/o Nb.

Con respecto al acero inoxidable SUS310 el cual tiene un alto contenido de Cr, en un entorno ácido nítrico, la corrosión intergranular es causada por P y Zr en dicho acero. Por lo tanto, el documento de patentes 4 revela un "procedimiento para la fabricación de un acero inoxidable austenítico", en el cual P se fija en el interior de los granos mediante la adición de Nb y un tratamiento térmico especial.

El documento de patentes 5 revela un acero inoxidable austenítico en el cual N y P se reducen para evitar el deterioro de la resistencia mecánica y la resistencia por corrosión intergranular debido a la fragilidad por irradiación de neutrones o la segregación inducida por irradiación de neutrones.

El documento de patentes 6 revela un acero inoxidable SUS310 en el cual a fin de mejorar la falta de susceptibilidad a la fragilidad por irradiación de neutrones, se explota activamente la precipitación de $M_{23}C_6$ en los límites del grano y un tratamiento de envejecimiento a una temperatura de 600 a 750 °C se aplica después de un tratamiento térmico de solución sólida para causar activamente la precipitación coherente que $M_{23}C_6$ en los límites del grano

fortaleciendo de ese modo dichos límites del grano y mejorando la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión.

5 El documento de patentes 7 revela un acero inoxidable austenítico que contiene, en porcentaje en masa, C: 0,030% o menos, Si: 0,1% o menos Si, Mn: 2,0% o menos, P: 0,03% o menos, S: 0,002% o menos, Ni: del 11 al 26%, Cr: del 17 al 30%, Mo: 3% o menos, N: 0,01% o menos, opcionalmente Ca, Mg y O, opcionalmente cualquiera de Zr, B y Hf, y el resto siendo Fe y las impurezas inevitables.

10 El documento de patentes 8 revela un acero inoxidable austenítico que comprende, en porcentaje en masa, C: como máximo 0,10%, Si: como máximo 1,0%, Mn: 0,01 a 30%, P: como máximo 0,040%, S: como máximo 0,01%, Cr: del 15 al 30%, del Ni: 5,0 al 30%, sol. Al: como máximo 0,10%, N: del 0,001 al 0,30%, y el resto de Fe e impurezas.

15 Por otra parte, el documento de patentes 9 revela una técnica para evitar la sensitivación de un acero inoxidable austenítico que tiene un bajo contenido de Cr.

20 Esto es, el documento de patentes 9 revela una técnica para evitar la sensitivación en un acero inoxidable del tipo SUS316 que contiene del 16 al 18% de Cr y más del 10% a menos del 14% de Ni en el cual C y N se fijan en el interior de los granos teniendo uno o más elementos seleccionados a partir de V, Nb y Ti contenidos en su interior de modo que se satisfagan las siguientes dos fórmulas: $[0,0013 \leq (V/51) + (Nb/93) + (Ti/48) \leq 0,0025]$ y $[\{(C/12) + (N/14)\} - \{(V/51) + (Nb/93) + (Ti/48)\} \leq 0,0058]$.

LISTA DE REFERENCIAS

DOCUMENTOS DE PATENTES

25 Documento de patentes 1: JP S52-108316 A
 Documento de patentes 2: JP 2005-15896 A
 Documento de patentes 3: JP S62-287051 A
 Documento de patentes 4: JP H05-263131 A
 30 Documento de patentes 5: JP H08-165545 A
 Documento de patentes 6: WO 99/09229 A1
 Documento de patentes 7: US 2008/308198 A1
 Documento de patentes 8: EP 1 645 649 A1
 Documento de patentes 9: WO 2007/138815 A1

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

PROBLEMAS PARA SER RESUELTOS POR LA INVENCIÓN

40 En el documento de patentes 1 descrito antes en este documento, aunque se revela que Ti, Nb, Ta, etcétera, están contenidos desde el punto de vista de la prevención de la sensitivación, están limitados únicamente por la cantidad absoluta y no existe declaración alguna sobre la correlación con la cantidad de C. Adicionalmente, con respecto al Mo, puesto que únicamente su contenido está regulado como el elemento para mejorar la resistencia a la corrosión y su contenido es elevado desde el punto de vista de la prevención de la sensitivación, existe una preocupación sobre una disminución en la capacidad de ser trabajado en caliente.

50 En el documento de patentes 2, Ti, Nb, V y Zr únicamente se contemplan como los elementos que son eficaces en la formación de carburos y que mejoran la resistencia y por lo tanto, no se ha realizado un estudio sobre la necesidad de controlar los contenidos de esos elementos para la prevención de la sensitivación.

En el documento de patentes 3, no se ha realizado un estudio sobre el control del contenido adecuado de cada elemento en conjunción no sólo con la prevención de la precipitación de carburos de Cr en los límites del grano sino también la reducción de la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura.

55 Adicionalmente, en el documento de patentes 4 no se realiza un estudio sobre la prevención de la sensitivación.

60 En el documento de patentes 5, mientras uno o más elementos seleccionados a partir de Nb, Ti, Zr, Ta, Hf y V, los cuales son elementos que forman carburos, están contenidos en una cantidad de menos del 1,0% en total a fin de mantener la resistencia a la corrosión bajo la irradiación de neutrones, no se ha realizado un estudio sobre el contenido adecuado de cada elemento en consideración no sólo de la resistencia a la corrosión sino también la capacidad de ser trabajado.

65 La técnica propuesta en el documento de patentes 6 no está pensada para la fijación del C en el interior de los granos a fin de evitar la sensitivación.

La técnica propuesta en el documento de patentes 9 es muy eficaz como la medida para evitar la sensitivación de los aceros inoxidable del tipo SUS316 mencionado antes en este documento. Sin embargo, el acero inoxidable SUS310, el cual es un material con un Cr más alto y un Ni más alto comparado con los aceros inoxidables del tipo SUS316, se sensitiviza más fácilmente que dichos aceros inoxidables del tipo SUS316. Por lo tanto, la técnica propuesta en el documento de patentes 7 no necesariamente tendrá un efecto suficiente en el acero inoxidable SUS310.

En vista del estado de los temas anteriormente mencionados, un objetivo de la presente invención es proporcionar un acero inoxidable austenítico que tenga una resistencia a la corrosión excelente, en particular, resistencia a la corrosión intergranular y adicionalmente que tenga una falta de susceptibilidad al agrietamiento excelente en la zona afectada por el calor de la soldadura y sobre todo, el objetivo de la presente invención es proporcionar un acero inoxidable austenítico del tipo SUS310 que tenga un alto contenido de Cr y Ni.

MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS

En el acero inoxidable austenítico tipo SUS310 el cual tiene un contenido incrementado de Cr y N del material base y el cual tiene una resistencia a la corrosión mucho más excelente comparada con los aceros inoxidables austeníticos del tipo SUS316, la idea técnica básica de la presente invención descansa en los siguientes artículos (a) y (b):

(a) Evitar la corrosión intergranular en dichos aceros inoxidables austeníticos mediante la supresión de la precipitación de los carburos a base de Cr en los límites del grano causando que Cr precipite como nitruros en el interior de los granos y reduciendo de ese modo la cantidad de Cr disuelto en el interior de los granos; y

(b) Controlar la cantidad de elementos de impureza en los límites del grano a fin de suprimir el incremento de la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura debido al incremento de la cantidad de precipitación de los nitruros a base de Cr.

Generalmente, a fin de suprimir la precipitación de los carburos a base de Cr en los límites del grano en los aceros inoxidables austeníticos, se puede concebir que sea eficaz fijar C, el cual sirve como la fuente de formación de carburos, como carburos en el interior de los granos mediante la combinación del mismo con un elemento que tenga una alta afinidad con el C, tal como Nb, V y Ti.

Sin embargo, en el caso en el que el contenido de C se reduce a fin de asegurar una alta resistencia a la corrosión, es necesario incluir una gran cantidad de elementos para la fijación del C, tal como Nb, V y Ti, etcétera, para causar que los carburos precipiten en el interior de los granos de una manera estable a una temperatura más elevada que la gama de temperaturas en las cuales ocurrirá una sensitivación en los límites del grano. Adicionalmente, en el caso mencionado antes, la precipitación de carburos en los límites del grano puede ser acelerada dependiendo del equilibrio entre la energía libre en el interior de los granos y la energía en los límites del grano, resultando en un deterioro de la resistencia a la corrosión.

De acuerdo con ello, los presentes inventores han considerado que no sólo es posible evitar la corrosión intergranular mediante la fijación de los carbo-nitruros de Nb, V, etcétera, en el interior de los granos, suprimiendo de ese modo la precipitación de los carburos de Cr en los límites del grano, sino también es posible obtener un efecto adicional en la supresión de la sensitivación incrementando el contenido de N y de ese modo causando que los nitruros a base de Cr tales como Cr(Nb, V)N y/o el nitruro Cr₂N (en el cual uno o más elementos seleccionados a partir de Nb y V están parcialmente disueltos) etcétera, sean precipitados en el interior de los granos.

Esto se basa en la razón de que puesto que la solubilidad del Cr en el interior de los granos se reduce causando que los nitruros a base de Cr anteriormente mencionados sean precipitados a una temperatura alta, por consiguiente, la cantidad de precipitación de M₂₃C₆, el cual de forma dominante está compuesto de Cr, se puede reducir en los límites del grano en la gama de temperaturas de sensitivación, mejorando de ese modo la resistencia a la corrosión.

Además, se ha encontrado que incluir Nb y/o V es particularmente eficaz para incrementar la temperatura de precipitación de dichos Cr(Nb, V)N, CrNbN y CrVN (más adelante en este documento, estos nitruros son referidos todos juntos simplemente como "Cr(Nb, V)N") aumentando de ese modo de forma remarcable el efecto de mejora de la resistencia a la corrosión.

Por otra parte, con respecto al Ti, aunque incrementa la precipitación de Cr₂N, no tiene efecto en promover la precipitación de Cr(Nb, V)N, el cual es estable a las temperaturas más altas. Por lo tanto, en particular, es muy útil contener Nb y V.

Los presentes inventores también han estudiado el efecto del Mo a fin de asegurar la todavía más excelente resistencia a la corrosión.

Esto es, mientras el Mo generalmente se añade a un acero inoxidable como un elemento para mejorar la resistencia a la corrosión, es conocido que el Mo tiene un efecto de supresión de la sensitivación, a partir del hecho de que la sensitivación en el caso del acero SUS316 que contiene del 2,0 al 3,0% de Mo ocurre más tarde que en el caso del acero SUS304.

Por lo tanto, prestando atención a los papeles del Nb y V como elementos para la formación de los nitruros a base de Cr y Mo como un elemento para suprimir la sensitivación, varios estudios han sido realizados sobre los contenidos adecuados para obtener un efecto en la supresión de la sensitivación en los aceros inoxidables del tipo SUS310 que contienen del 24 al 26% de Cr y del 19 al 22% de Ni. Como resultado, se ha obtenido el siguiente hallazgo (a).

(a) Cuando el contenido de Mo excede del 0,10%, existe un efecto de supresión de la sensitivación; sin embargo, cuando el contenido del mismo se convierte en no inferior al 0,50%, la acción de la supresión de la precipitación de nitruros Cr(Nb, V)N y Cr₂N incrementa en cambio y por lo tanto dicho efecto de mejora de la resistencia a la corrosión se satura. Por lo tanto, en el caso de los aceros inoxidables del tipo SUS310, el contenido de Mo preferiblemente se establece para que sea desde más del 0,10% hasta menos de 0,50%.

Por lo tanto, mediante la utilización de los aceros inoxidables del tipo SUS310 los cuales contienen Mo en la gama mencionada antes en este documento y en los cuales están contenidas diversas cantidades de N, Nb y V, han sido realizadas varias investigaciones sobre la resistencia a la corrosión intergranular y a la soldabilidad. Los resultados se revelan en los siguientes artículos (b) a (d).

(b) Incrementando el contenido de N, y después de ello controlando el límite superior del contenido de N, Nb y V de tal modo que el valor de Fn1 representado por la siguiente fórmula:

$$Fn1 = 36Nb + 53V + 15N,$$

En donde cada símbolo de los elementos en dicha fórmula representa el contenido en porcentaje en masa del elemento concerniente, satisfaga $[2.5 \leq Fn1]$, se puede obtener un acero inoxidable que tenga una excelente resistencia a la corrosión intergranular. Esto se basa en el hecho de que puesto que la solubilidad del Cr en el interior de los granos se reduce causando que el nitruro a base de Cr tal como Cr(Nb, V)N y/o nitruro Cr₂N (en el cual uno o más elementos seleccionados a partir de Nb y V están parcialmente disueltos) se precipite en el interior de los granos, como resultado, la cantidad de precipitación de M₂₃C₆, el cual está predominantemente compuesto de Cr, en los límites del grano en la gama de las temperaturas de sensitivación, se puede reducir.

(c) Sin embargo, cuando el contenido de Nb, V y N incrementa y el valor de Fn1 se hace excesivamente grande, la precipitación de nitruros a base de Cr ocurre no sólo en el interior de los granos sino también en los límites de los granos resultando de ese modo en un deterioro de la resistencia a la corrosión intergranular. Por lo tanto, el valor de Fn1, representado por la fórmula mencionada antes, también tiene que satisfacer $[Fn1 \leq 25.0]$.

(d) Mediante la fijación del Cr como nitruros en el interior de los granos, la cantidad de precipitación de M₂₃C₆ en los límites de los granos se suprime y de ese modo es posible mejorar la resistencia a la corrosión intergranular de los aceros inoxidables austeníticos del tipo SUS310; pero, por otra parte, existe el riesgo de que se incremente significativamente un deterioro de la soldabilidad, esto es, la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura. Esto es, puesto que la cantidad de precipitación de los nitruros en el interior de los granos incrementa como incrementa el contenido de Nb, V y N, y de acuerdo con los progresos en el fortalecimiento de la precipitación en el interior de los granos que conduce a un incremento agudo en la resistencia transgranular, existe el riesgo de que ocurra un desequilibrio entre la resistencia en el interior de los granos y la resistencia en los límites de los granos y puede ocurrir un agrietamiento debido al deterioro de la ductilidad en la zona afectada por el calor de la soldadura.

Adicionalmente, en particular, los inventores también han prestado atención a S, P y Sn, los cuales son conocidos como elementos que fragilizan los límites de los granos y han llevado a cabo un estudio detallado sobre su relación con los contenidos de Nb, V y N. Como resultado, han sido obtenidos los siguientes hallazgos importantes (e) y (f).

(e) Mediante un control apropiado del contenido de S, P, Sn conjuntamente con el incremento de la resistencia transgranular debido al incremento en el contenido de Nb, V y N, es posible asegurar la mejora de la resistencia a la corrosión intergranular y la reducción de la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura simultáneamente.

(f) En particular, si el valor de Fn2 el cual está representado por la siguiente fórmula:

$$Fn2 = S + \{(P + Sn)/2\},$$

En donde cada símbolo de los elementos en dicha fórmula representa el contenido en porcentaje en masa del elemento concerniente satisface $[Fn2 \leq -5,76 \times 10^{-4} \times Fn1 + 0,0267]$ dependiendo del contenido de Nb, V y N de

modo que se mantenga un equilibrio entre la resistencia en los límites de los granos y la resistencia en el interior de los granos, es posible mejorar la resistencia a la corrosión intergranular de los aceros inoxidable austeníticos y también reducir con seguridad la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura de los mismos.

5 La presente invención ha sido conseguida sobre la base de los hallazgos anteriormente mencionados. Los puntos principales de la presente invención son el acero inoxidable austenítico definido en la reivindicación 1 y, según la reivindicación 5, la utilización del acero inoxidable austenítico como un elemento estructural para una planta de energía nuclear.

10 El término "impurezas" referido de ese modo en la frase "el resto siendo Fe e impurezas" en la reivindicación 1 significa sustancias que se mezclan por diversos factores del proceso de fabricación cuando los materiales ferrosos son fabricados de una manera industrial, incluyendo una materia prima tal como mena, chatarra, etcétera.

15 EFECTOS DE LA INVENCIÓN

El acero inoxidable austenítico de la presente invención, el cual es un acero inoxidable austenítico del tipo SUS310 que tiene un alto contenido de Cr y Ni, tiene una excelente resistencia a la corrosión, en particular, una excelente resistencia a la corrosión intergranular; y también tiene una excelente falta de susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura. Por consiguiente, dicho acero inoxidable austenítico es muy adecuado para ser utilizado como un elemento, en particular, un elemento estructural para una planta de energía nuclear en donde puede ocurrir una corrosión intergranular.

20 MODOS DE LLEVAR A CABO LA INVENCIÓN

25 En lo que sigue a continuación, se explican en detalle las razones para limitar las composiciones químicas de los aceros inoxidable austeníticos de la presente invención. En la siguiente explicación, el símbolo "%" para el contenido de cada elemento significa "% en masa".

30 C: del 0,005 al 0,02%

El C (carbono) se utiliza para desoxidar el acero y asegurar la resistencia del acero. Por lo tanto, el contenido de C se establece para que no sea inferior al 0,005%. Sin embargo, a fin de evitar la precipitación de carburos, desde el punto de vista de asegurar la resistencia a la corrosión, es preferible hacer el contenido de C tan bajo como sea posible. Por lo tanto, el contenido de C se establece a menos del 0,02%. El contenido de C preferiblemente no es superior al 0,015%. En el caso en el que se consideren la desoxidación y el aseguramiento de la resistencia de los aceros junto con la precipitación de carburo, el contenido de C es más preferiblemente establecerlo no inferior al 0,005% hasta no superior al 0,010%.

40 Si: del 0,01 al 0,50%

El Si (silicio) se utiliza para la desoxidación del acero. En el acero de la presente invención, el contenido de Si se establece para que no sea inferior al 0,01%. Sin embargo, puesto que un excesivo contenido de Si fomenta la formación de inclusiones, es preferible hacer que el contenido de Si sea tan bajo como sea posible. Por lo tanto, el contenido de Si se establece del 0,01 al 0,50%. El contenido de Si más preferiblemente se establece no inferior al 0,15% hasta no superior al 0,30%.

Mn: del 0,01 al 2,0%

50 El Mn (manganeso) es eficaz en la desoxidación del acero y la estabilización de la fase austenítica. Dichos efectos se obtienen si el contenido de Mn no es inferior al 0,01%. Por otra parte, Mn forma sulfuros con S y dichos sulfuros existen como inclusiones no metálicas en el acero. Además cuando los productos de acero se sueldan, Mn preferencialmente se concentra en la superficie de las soldaduras y por lo tanto produce un deterioro de la resistencia a la corrosión en los productos de acero. Por lo tanto, el contenido de Mn se establece desde 0,01 hasta el 2,0%. El contenido de Mn preferiblemente no es inferior al 0,30%. El contenido de Mn más preferiblemente se establece no inferior al 0,40% hasta no superior al 0,80%.

Cr: del 24 al 26%

60 El Cr (cromo) es un elemento indispensable a fin de asegurar la resistencia a la corrosión de los aceros. Una resistencia a la corrosión suficiente no se obtiene cuando el contenido de Cr es inferior al 24%. Por otra parte, en entornos concebibles de utilización del acero de la presente invención, un contenido de Cr no superior al 26% es suficiente. Un contenido de Cr superior al 26% conduce a un deterioro de la capacidad de trabajo y también incrementa el costo de los aceros para uso práctico. Además, hace difícil mantener estable la fase austenítica. Por lo tanto, el contenido de Cr se establece del 24 hasta el 26%.

Ni: del 19 al 22%

El Ni (níquel) es un elemento importante a fin de estabilizar la fase austenítica y mantener la resistencia a la corrosión. Desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, un contenido de Ni no inferior al 19% es necesario. Por otra parte, en la presente invención en la cual el contenido de Cr es del 24 al 26%, cuando el contenido de Ni es excesivo, en particular en un nivel de contenido que exceda del 22%, causa un deterioro de la soldabilidad. Por lo tanto, desde el punto de vista de la soldabilidad, el límite superior del contenido de Ni se establece al 22%.

Mo: superior al 0,10% hasta menos del 0,50%

El Mo (molibdeno) tiene un efecto de supresión de la sensitivación. Dicho efecto se obtiene si el contenido de Mo es superior al 0,10%. Sin embargo, incluso aunque el contenido de Mo incremente hasta ser inferior al 0,50%, el efecto descrito antes se satura y únicamente incrementa el coste. Por lo tanto, el contenido de Mo se establece no inferior al 0,10% hasta no superior al 0,50%. El límite superior del contenido de Mo preferiblemente se establece al 0,40%.

N: superior al 0,04% hasta menos del 0,15%

El N (nitrógeno) es un elemento importante en la presente invención. Mediante el contenido de N en el acero, es posible mejorar la resistencia del acero. Además, un incremento del contenido de N permite la supresión de la sensitivación no sólo mediante la formación de carbo-nitruros de Nb y/o V los cuales fijan el C en el interior de los granos, sino también por la formación de nitruros que pueden fijar el Cr en el interior de los granos. A fin de conseguir tales efectos, es necesario un contenido de N no superior al 0,04%. Sin embargo, si el contenido N se hace excesivo y en particular cuando excede del 0,15%, se promueve la precipitación de nitruros de Cr no sólo en el interior de los granos sino también en los límites de los granos; y de ese modo se deteriora la resistencia a la corrosión intergranular. Por lo tanto, el contenido de N se establece superior al 0,04% hasta menos del 0,15%. El límite inferior del contenido de N es preferiblemente 0,05% y más preferiblemente 0,07%. Además, el límite superior del contenido de N es preferiblemente 0,13%.

Nb, V: uno o dos elementos seleccionados a partir de Nb: menos del 0,3% y V: menos del 0,4%

El Nb (niobio) y el V (vanadio) son también elementos importantes en la presente invención. Mediante el contenido de estos elementos en el acero, es posible promover la precipitación no sólo de los carbo-nitruros de Nb y V, sino también Cr(Nb, V)N. Por tanto, es posible causar que ambos, los nitruros de Cr(Nb, V)N y los de Cr₂N (en los cuales uno o más elementos seleccionados a partir de Nb y V están parcialmente disueltos), precipiten en el interior de los granos y reducir las cantidades de C y Cr los cuales están disueltos en el interior de los granos, suprimiendo de ese modo la sensitivación.

Sin embargo, si estos elementos están contenidos en exceso, específicamente, si están contenidos en más del 0,3% de Nb y más del 0,4% de V, en cualquier caso, no sólo se puede promover la precipitación de los nitruros a base de Cr deteriorando de ese modo la resistencia a la corrosión intergranular, sino también la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor se puede incrementar marcadamente. Por lo tanto, los respectivos contenidos de Nb y V no son superiores al 0,3% para el Nb y no superior al 0,4% para el V. Además, los límites superiores de los contenidos de Nb y V preferiblemente son 0,26% para el Nb y 0,35% para el V, respectivamente.

El acero inoxidable austenítico de la presente invención puede contener únicamente uno o una combinación de dos de los anteriormente mencionados Nb y V. Sin embargo, los límites inferiores de los contenidos de Nb y V son 0,01% para ambos, Nb y V, en donde cada elemento está contenido solamente en el acero a fin de conseguir el efecto de reducción de la concentración de Cr en el interior de los granos debido a la precipitación de los nitruros a base de Cr.

Además, cuando el acero inoxidable austenítico de la presente invención contiene Nb y V en combinación, si el contenido total de los mismos es más del 0,6%, pueden promover la precipitación de los nitruros a base de Cr en los límites de los granos deteriorando de ese modo la resistencia a la corrosión intergranular y por lo tanto el límite superior del contenido total de dichos elementos preferiblemente se establece al 0,6%.

Además, cuando el Nb y el V están contenidos en combinación en el acero inoxidable austenítico de la presente invención, el límite inferior de los contenidos de Nb y V se establece al 0,01% en el contenido total.

El acero inoxidable austenítico según la presente invención consta de los componentes mencionados antes en este documento con el resto siendo Fe e impurezas. Sin embargo, en la presente invención, es necesario limitar el contenido de P, S y Sn entre las impurezas a no más de los siguientes valores especificados, respectivamente.

P: menos del 0,030%

El P (fósforo) es un elemento contenido como una impureza y si su contenido incrementa, y en particular excede del 0,30%, el P causa la fragilidad en los límites de los granos (intergranular) y también conduce a un deterioro de la resistencia a la corrosión. Además, el acero inoxidable austenítico de la presente invención está pensado para suprimir la sensitivación en los límites de los granos mediante la fijación del Cr como nitruros principalmente en el interior de los granos y por lo tanto la resistencia transgranular incrementa debido a la promoción de la precipitación de los nitruros en el interior de los granos. En particular cuando el P está contenido en más del 0,030%, la diferencia de resistencia a partir de los límites de los granos que los hace frágiles por la segregación de P incrementa y de ese modo la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de soldadura se incrementa. Por lo tanto, el contenido de P debe estar limitado a menos del 0,030%. El contenido de P preferiblemente se establece a no más del 0,020%.

S: menos del 0,002%

El S (azufre) es un elemento contenido como una impureza y si su contenido incrementa y en particular excede del 0,002%, el S causa fragilidad en los límites de los granos y también conduce a un deterioro de la resistencia a la corrosión. Además, el acero inoxidable austenítico de la presente invención está pensado para suprimir la sensitivación en los límites de los granos mediante la fijación del Cr como nitruros principalmente en el interior de los granos y por lo tanto, la resistencia transgranular incrementa debido a la promoción de la precipitación de los nitruros en el interior de los granos. En particular cuando el S está contenido en más del 0,002%, la diferencia de resistencia a partir de los límites de los granos que los hace frágiles por la segregación de S incrementa y de ese modo la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de soldadura se incrementa. Por lo tanto, el contenido de S debe estar limitado a menos del 0,002%. El contenido de S preferiblemente se establece a no más del 0,001%.

Sn: menos del 0,015%

El Sn (estaño) es también un elemento contenido como una impureza y si su contenido incrementa y en particular excede del 0,015%, el Sn causa fragilidad en los límites de los granos y también conduce a un deterioro de la resistencia a la corrosión. Además, el acero inoxidable austenítico de la presente invención está pensado para suprimir la sensitivación en los límites de los granos mediante la fijación del Cr como nitruros principalmente en el interior de los granos y por lo tanto, la resistencia transgranular incrementa debido a la promoción de la precipitación de los nitruros en el interior de los granos. En particular cuando el Sn está contenido en más del 0,015%, la diferencia de resistencia a partir de los límites de los granos que los hace frágiles por la segregación de S incrementa y de ese modo la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de soldadura se incrementa. Por lo tanto, el contenido de Sn debe estar limitado a menos del 0,015%. El contenido de Sn preferiblemente se establece a no más del 0,010%.

Para el acero inoxidable austenítico de la presente invención, el contenido de N y uno o dos elementos seleccionados a partir de Nb y V y adicionalmente el contenido de P, S y Sn entre las impurezas debe estar dentro de las gamas anteriormente mencionadas respectivamente y el contenido de estos elementos deben satisfacer las relaciones representadas por las fórmulas (1) y (2) mencionadas antes en este documento, es decir:

$$2,5 \leq F_{n1} \leq 25,0 \quad (1)$$

$$F_{n2} \leq -5,76 \times 10^{-4} \times F_{n1} + 0,0267 \quad (2)$$

F_{n1} y F_{n2} en las fórmulas (1) y (2) son los valores obtenidos a partir de las fórmulas anteriormente mencionadas (3) y (4), respectivamente, es decir:

$$F_{n1} = 36Nb + 53V + 15N \quad (3)$$

$$F_{n2} = S + (P + Sn)/2 \quad (4)$$

En las fórmulas (3) y (4) cada símbolo de los elementos representa el contenido en porcentaje en masa del elemento concerniente.

Para el Nb y el V, cuando uno cualquiera de los elementos está contenido únicamente, el valor de F_{n1} representado por dicha fórmula (3) se puede determinar haciendo cero (0) el contenido del elemento que no está contenido.

Para el N y uno o dos elementos seleccionados a partir de Nb y V, cuando el valor de F_{n1} representado por dicha fórmula (3) es inferior a 2,5, el efecto de la disminución de la cantidad de Cr disuelto en el interior de los granos y la supresión de la sensitivación no está asegurada y por lo tanto, no es posible obtener acero inoxidable que tenga una resistencia a la corrosión intergranular excelente.

Por otra parte, cuando el valor de F_{n1} excede de 25,0, puesto que no sólo se causa la precipitación de los nitruros en el interior de los granos, sino también se causa la precipitación de los nitruros a base de Cr en los límites de los

granos, la sensitivación se acelera bastante conduciendo de ese modo a un deterioro de la resistencia a la corrosión intergranular.

5 El límite inferior del valor Fn1 representado por dicha fórmula (3) preferiblemente es 4,0 y más preferiblemente 6,0. El límite superior del valor de Fn1 preferiblemente es 23,0 y más preferiblemente 20,0.

10 Incluso si el contenido de P, S y Sn está dentro de las gamas las cuales han sido descritas, cuando el valor de Fn2 representado por dicha fórmula (4) excede de $[-5,76 \times 10^{-4} \times Fn1 + 0,0267]$, el equilibrio entre la resistencia en los límites de los granos y la resistencia en el interior de los granos no se puede mantener y la falta de susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura se reduce de tal modo que las grietas son inevitables.

El valor de Fn2 representado por dicha fórmula (4) es preferiblemente tan pequeño como sea posible.

15 El acero inoxidable austenítico de la presente invención se puede producir mediante la selección de las materias primas que van a ser utilizadas en la etapa de fusión sobre la base de los resultados de análisis cuidadosos y detallados de modo que, en particular, el contenido de P, S y Sn entre las impurezas quede dentro de las gamas respectivas anteriormente mencionadas, es decir: P: no más del 0,030%, S: no más del 0,002% y Sn: no más del 0,015% y el valor de Fn2 representado por dicha fórmula (4) satisface dicha fórmula (2) y después de ello la fusión de las materiales primas mediante la utilización de un horno eléctrico, un horno de descarburación de oxígeno con argón AOD, un horno de descarburación de oxígeno al vacío VOD, etcétera.

Los siguientes ejemplos ilustran la presente invención más específicamente. Estos ejemplos, sin embargo, no limitan en modo alguno el ámbito de la presente invención.

25 EJEMPLOS

Los aceros inoxidables que tienen las composiciones químicas representadas en la tabla 1 se fundieron y derritieron para formar un lingote. Cada lingote se trabajó en caliente mediante un forjado en caliente y un laminado en caliente. Como resultados, se produjeron planchas de acero que tenían un grosor de 14 mm.

30 La tabla 1 también muestra los valores del lado derecho de la fórmula (2), es decir, los valores de $[-5,76 \times 10^{-4} \times Fn1 + 0,0267]$.

35 Los aceros 1 a 8 representados en la tabla 1 son aceros que tienen composiciones químicas las cuales quedan dentro de la gama regulada por la presente invención. Por otra parte, los aceros A hasta F son aceros de ejemplos comparativos en los cuales uno o más de los contenidos de los elementos componentes y los valores de Fn1 y Fn2 están fuera de las gamas reguladas por la presente invención.

Tabla 1

Acero	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	V	N	Sn	Fn1	Fn2	Lado derecho formula (2)
1	0,009	0,19	0,52	0,018	0,0010	19,74	24,88	0,31	0,05	0,08	0,103	0,008	7,59	0,0140	0,0223
2	0,012	0,19	0,52	0,015	0,0010	19,66	24,72	0,30	0,05	0,10	0,047	0,006	7,81	0,0115	0,0222
3	0,011	0,20	0,52	0,015	0,0010	19,50	24,71	0,30	0,05	0,10	0,129	0,004	9,04	0,0105	0,0215
4	0,010	0,22	0,48	0,010	0,0006	21,52	24,25	0,31	0,25	-	0,072	0,002	10,08	0,0066	0,0209
5	0,009	0,21	0,51	0,011	0,0008	19,78	24,89	0,30	-	0,28	0,082	0,003	16,07	0,0078	0,0174
6	0,009	0,20	0,52	0,015	0,0007	19,64	24,74	0,30	0,05	0,10	0,081	0,004	8,32	0,0102	0,0219
7	0,008	0,21	0,52	0,010	0,0006	19,75	24,90	0,31	0,10	0,10	0,078	0,004	10,07	0,0076	0,0209
8	0,009	0,19	0,51	0,014	0,0010	19,88	24,58	0,30	0,05	0,10	0,079	0,005	8,29	0,0105	0,0219
A	0,013	0,22	0,51	0,025	0,0015	19,70	24,27	*0,01	0,02	-	0,089	0,006	*2,06	0,0170	0,0255
B	0,009	0,21	0,51	0,015	0,0009	19,77	24,65	0,31	0,25	0,30	0,110	0,008	*26,55	*0,0124	0,0114
C	0,009	0,19	0,52	0,028	0,0019	19,68	24,71	0,31	0,15	0,15	0,108	0,012	14,97	*0,0219	0,0181
D	0,012	0,19	0,51	0,028	0,0010	19,74	24,90	0,30	0,03	0,01	0,047	*0,024	*2,32	*0,0270	0,0254
E	0,011	0,21	0,50	0,024	0,0010	19,63	24,45	*-	0,02	0,10	0,082	0,005	7,25	0,0155	0,0225
F	0,007	0,22	0,52	0,025	0,0010	19,32	24,21	0,15	*-	*-	0,092	0,006	*1,38	0,0165	0,0259

$Fn1 = 36Nb + 53V + 15N$
 $Fn2 = S + ((P + Sn) / 2)$
 El lado derecho de la fórmula (2) = $[-5,76 \times 10^{-4} \times Fn1 + 0,0267]$
 La marca * indica que queda fuera de las condiciones reguladas por la presente invención

5 A continuación, para cada uno de los aceros respectivos, cada plancha de acero descrita antes en este documento provista de un grosor de 14 mm fue sometida a un tratamiento térmico de solubilización de la fase sólida a 1100 °C y después de ello procesada a una probeta de agrietamiento por soldadura limitada con una forma de una ranura del tipo V de 60° y un grosor en el tope de 1,5 mm en el extremo del tope y que tiene un grosor de 12 mm, un ancho de 50 mm y una longitud de 100 mm mediante mecanizado.

10 Cada probeta de agrietamiento por soldadura limitada que fue obtenida como ha sido descrito antes en este documento fue sometida a cuatro soldaduras limitadas por los lados a una plancha de acero comercial SM400C (25 mm de grueso, 200 mm de ancho y 200 mm de longitud) como está normalizado en el documento JIS G 3106 (2004) utilizando "DNiCrFe-3" definido en JIS Z 3224 (1999) como electrodo cubierto.

15 A continuación, cada plancha de acero fue sometida a una soldadura de paso primaria en la ranura sin la utilización de material de soldadura mediante soldadura TIG bajo una condición de entrada de calor de 9 kJ/cm.

Después de ello, dicha plancha de acero fue sometida adicionalmente a una soldadura de múltiples capas en la ranura utilizando "DNiCrFe-3" como electrodo cubierto bajo una condición de entrada de calor de 19 kJ/cm. Durante ese proceso, la temperatura entre los pasos se mantuvo no superior a 150 °C.

20 Después de dicha soldadura limitada, cinco muestras para la observación de la microestructura en sección transversal de la junta soldada se tomaron a partir de cada probeta. La sección transversal de cada muestra fue pulida en modo espejo y después de ello grabada y después sometida a una observación mediante la utilización de un microscopio óptico a un aumento de 500 veces para determinar si había ocurrido o no una grieta en la zona afectada por el calor de la soldadura.

25 La evaluación de dicha prueba de agrietamiento limitado fue conducida según el siguiente criterio. Es decir, en el caso en el que se reconoció por lo menos una grieta en cualquiera de las cinco secciones observadas se determinó que era "no aceptable". Por otra parte, en el caso en el que no se reconoció una grieta en todas las cinco secciones transversales observadas, se determinó que era "aceptable".

30 Los resultados de la prueba de agrietamiento limitado mencionada antes en este documento se representan en la tabla 2.

35 En la columna "prueba de agrietamiento limitado" de la tabla 2, dicho "aceptable" y "inaceptable" están representados por las marcas "o" y "x", respectivamente.

Tabla 2

División	Prueba número	Acero	Prueba de agrietamiento limitado	Prueba de grabado con ácido oxálico al 10%
Ejemplos inventivos	1	1	O	B
	2	2	O	A - B
	3	3	O	A
	4	4	O	B
	5	5	O	B
	6	6	O	B
	7	7	O	A
	8	8	O	A - B
Ejemplos comparativos	9	*A	O	C
	10	*B	X	C
	11	*C	X	B
	12	*D	X	C
	13	*E	O	C
	14	*F	O	C

La evaluación de la prueba de grabación con ácido oxálico al 10% se basa en la "clasificación del estado de los límites de los granos" especificada en el documento JIS G 0671 (2003). Esto es, los símbolos A, B y C indican "estructura escalonada", "estructura dual" y "estructura en zanja" respectivamente.

La marca* indica que queda fuera de las condiciones reguladas por la presente invención.

40 Además, para cada uno de los aceros respectivos, la plancha de acero anteriormente mencionada provista de un grosor de 14 mm, la cual fue producida por un laminado en caliente, se redujo en grosor a 4 mm mediante rectificado plano y dicha plancha de acero fue sometida a un tratamiento de solubilización, en el cual la plancha se mantuvo a 1060 °C durante 30 minutos y después de ello se enfrió en agua.

A continuación, las planchas mencionadas antes en este documento fueron sometidas a un tratamiento térmico de sensitivación, es decir, fueron calentadas a 700 °C durante 2 horas y después de ello enfriadas en aire. Después de dicho tratamiento térmico de sensitivación, se investigó el estado de la corrosión intergranular según la prueba de grabado con ácido oxálico al 10%, el cual es un procedimiento de prueba típico para la evaluación de la resistencia a la corrosión intergranular especificado en el documento JIS G 0571 (2003).

La evaluación de dicha prueba de grabado con ácido oxálico al 10% se realizó según la tabla de "clasificación del estado de los límites de los granos" en el documento JIS anteriormente mencionado de tal modo que la "estructura escalonada" del símbolo A y la "estructura dual" del símbolo B se contemplaron como "aceptable" y la "estructura en zanja" del símbolo C se contempló como "no aceptable".

Los resultados de dicha prueba de grabado con ácido oxálico al 10% también están representados en la tabla 2.

Como es evidente a partir de la tabla 2 todas las pruebas números 1 a 8 que utilizan los aceros 1 a 8, los cuales son ejemplos inventivos de la presente invención, tienen excelente resistencia a la corrosión intergranular junto con una excelente resistencia al agrietamiento (excelente falta de susceptibilidad al agrietamiento) en la zona afectada por el calor de la soldadura.

Por el contrario, las pruebas número 9 a 14 que utilizaron los aceros A hasta F, los cuales son ejemplos comparativos que derivan a partir de condiciones reguladas por la presente invención, fueron pobres tanto en la resistencia a la corrosión intergranular como en la resistencia al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura.

Esto es, en el caso de la prueba número 9, el contenido de Mo del acero A era tan bajo como del 0,01% desviándose de la condición regulada por la presente invención y adicionalmente el valor de Fn1 era tan bajo como 2,06 también no alcanzando el límite inferior regulado por la presente invención de modo que la resistencia a la corrosión intergranular era pobre.

En el caso de la prueba número 10, aunque el contenido de cada elemento del acero B estaba dentro de la gama regulada por la presente invención, el valor de Fn1 era tan alto como 26,55 excediendo del límite superior regulado por la presente invención y adicionalmente el valor de Fn2 no satisfacía la fórmula (2), de modo que no sólo se promovió la precipitación de nitruros en los límites de los granos resultando en una pobre resistencia a la corrosión intergranular, sino también la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura incrementó resultando en la ocurrencia de grietas.

En el caso de la prueba número 11, el contenido de cada elemento y el valor de Fn1 del acero C estuvieron dentro de la gama regulada por la presente invención de modo que la resistencia a la corrosión intergranular fue aceptable, pero el valor de Fn2 no satisfacía la fórmula (2) de modo que la susceptibilidad al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura incrementó resultando en la ocurrencia de grietas.

En el caso de la prueba número 12, el acero D tenía un contenido de Sn tan alto como 0,024% que se desviaba de la condición regulada por la presente invención y también tenía un valor de Fn1 tan bajo como 2,32 no alcanzando el límite inferior regulado por la presente invención. Además, el valor de Fn2 de dicho acero D no satisfacía la fórmula (2). Por esta razón, la prueba número 12 era pobre en ambas la resistencia a la corrosión intergranular como la resistencia al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura.

En el caso de la prueba número 13 aunque el acero E tenía valores de Fn1 y Fn2, los cuales ambos estaban dentro de la gama regulada por la presente invención, dicho acero E no contenía Mo. Por esta razón, la evaluación de la prueba de grabado al ácido oxálico al 10% fue el símbolo "C", indicando una pobre resistencia a la corrosión intergranular.

En el caso de la prueba número 14, el acero F no contenía Nb ni V y además el valor de Fn1 era tan bajo como 1,38 no alcanzando el límite inferior regulado por la presente invención, de modo que la resistencia a la corrosión intergranular era pobre.

APLICABILIDAD INDUSTRIAL

De acuerdo con la presente invención, es posible obtener un acero inoxidable austenítico, el cual es un acero inoxidable austenítico del tipo SUS310 que tiene altos contenidos de Cr y Ni, provisto de una excelente resistencia a la corrosión, en particular, excelente resistencia a la corrosión intergranular y adicionalmente estando provisto de una excelente resistencia al agrietamiento en la zona afectada por el calor de la soldadura. Este acero inoxidable puede presentar efectos excelentes, cuando se utiliza como un material de elementos estructurales, en particular, como material de elementos estructurales para una planta de energía nuclear.

REIVINDICACIONES

1. Un acero inoxidable austenítico, el cual se compone en porcentaje en masa de C: del 0,005 al 0,02%, Si: del 0,01 al 0,50%, Mn: del 0,01 al 2,0%, Cr: del 19 al 26%, Ni: del 19 al 22%, Mo: superior al 0,10% hasta no más del 0,50%, N: superior al 0,04% hasta no más del 0,15% y uno o dos elementos seleccionados a partir de Nb: no más del 0,3% y V: no más del 0,4% con el resto siendo Fe e impurezas, en el cual el contenido total de uno o dos elementos seleccionados a partir de Nb y V es 0,01% o más, los contenidos de P, S y Sn entre las impurezas son P: no más del 0,030%, S: no más del 0,002% y Sn: no más del 0,015%, respectivamente, y el contenido de cada elemento satisface las relaciones representadas por las siguientes fórmulas (1) y (2):

$$2,5 \leq F_{n1} \leq 25,0 \quad (1)$$

$$F_{n2} \leq -5,76 \times 10^{-4} \times F_{n1} + 0,0267 \quad (2)$$

en donde F_{n1} y F_{n2} en las fórmulas (1) y (2) son los valores obtenidos a partir de las siguientes fórmulas (3) y (4), respectivamente, y cada símbolo de los elementos en las fórmulas (3) y (4) representa el contenido en porcentaje en masa del elemento concerniente:

$$F_{n1} = 36Nb + 53V + 15N \quad (3)$$

$$F_{n2} = S + (P + Sn)/2 \quad (4)$$

2. El acero inoxidable austenítico según la reivindicación 1 en el que el límite inferior del contenido de N es 0,05%.

3. El acero inoxidable austenítico según la reivindicación 1 o 2 en el que el límite superior del contenido de N es 0,13%.

4. El acero inoxidable austenítico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que el límite inferior del valor de F_{n1} representado por la fórmula (3) es 4,0.

5. Utilización del acero inoxidable austenítico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 como un elemento estructural para una planta de energía nuclear.