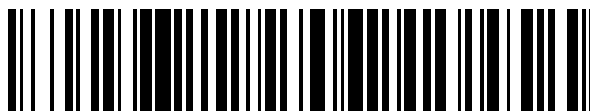


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 853**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/46	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01)	C22C 38/48	(2006.01)
C22C 38/40	(2006.01)	C22C 38/50	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)	C22C 38/52	(2006.01)
C21D 8/02	(2006.01)	C21D 6/00	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)		
C22C 38/04	(2006.01)		
C22C 38/06	(2006.01)		
C22C 38/42	(2006.01)		
C22C 38/44	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2015 PCT/JP2015/003335**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16092714**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2015 E 15867886 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3231883**

54 Título: **Acero inoxidable ferrítico y procedimiento para producir el mismo**

30 Prioridad:

11.12.2014 JP 2014251178

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

03.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MIZUTANI, AKITO;
YOSHINO, MASATAKA;
FUJISAWA, MITSUYUKI y
TA, AYAKO**

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 745 853 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 y procedimiento para producir el mismo

5 **Campo técnico**

La divulgación se refiere a acero inoxidable ferrítico que tiene una excelente conformabilidad y resistencia a la formación de estrías.

10 **Antecedentes**

El acero inoxidable ferrítico, tal como SUS430, es económico y tiene una excelente resistencia a la corrosión, y por eso se ha usado en aparatos electrodomésticos, instrumentos de cocina, etc. En los últimos años, el uso de acero inoxidable ferrítico en utensilios para cocinar compatibles con el calentamiento por inducción (IH) ha ido en aumento, ya que el acero inoxidable ferrítico es magnético. Los artículos para cocinar tales como cacerolas se fabrican a menudo mediante abombado, y se necesita una suficiente elongación para formar una forma predeterminada.

El aspecto de la superficie también afecta significativamente al valor comercial de las cacerolas para cocinar y similares. Normalmente, cuando se conforma transforma el acero inoxidable ferrítico en un producto, aparece una rugosidad de superficie denominada formación de estrías, que degrada el aspecto de la superficie del producto formado. En el caso en el que se produzca una formación de estrías excesiva, se requiere pulido después de la formación para eliminar la rugosidad, lo que aumenta el coste de producción. Por tanto, es necesario reducir la formación de estrías. La formación de estrías se deriva de un agregado (más adelante en el presente documento denominado también "colonia de ferrita" o "colonia") de granos de ferrita que tiene orientaciones de los cristales similares. Se cree que una cristallita columnar gruesa generada durante la colada se elonga laminando en caliente, y los granos o grupo de granos elongados permanecen incluso después del recocido de la lámina laminada en caliente, la laminación en frío y el recocido de la lámina laminada en frío, formándose así una colonia.

En vista del problema mencionado anteriormente, por ejemplo, el documento JP 2001-98328 A (PTL 1) divulga "un método para producir acero inoxidable ferrítico, comprendiendo el método: calentar un material de partida de acero que contiene, en % en masa, C: del 0,02% al 0,12%, N: del 0,02% al 0,12%, Cr: del 16% al 18%, V: del 0,01% al 0,15% y Al: el 0,03% o menos; laminar en caliente el material de partida de acero de manera que una temperatura de alimentación del tren acabador FDT es de 1050°C a 750°C; empezar el enfriamiento dentro de los 2 s después de que finalice la laminación en caliente; bobinar después del enfriamiento hasta 550°C o menos a una velocidad de enfriamiento de 10°C/s a 150°C/s para formar una microestructura de ferrita y martensita; o realizar adicionalmente una etapa de laminación preliminar de laminación en frío o en templado a una reducción de la laminación del 2% al 15%; y realizar el recocido de la lámina laminada en caliente". En el presente documento, en lugar del temple después de la laminación en caliente, puede realizarse el temple después del bobinado para formar la microestructura de ferrita y martensita.

El documento JP 2009-275268 A (PTL 2) divulga "una lámina de acero inoxidable ferrítico laminada en frío que comprende: una composición química que contiene, en % en masa, C: del 0,01% al 0,08%, Si: el 0,30% o menos, Mn: del 0,30% al 1,0%, P: el 0,05% o menos, S: el 0,01% o menos, Al: el 0,02% o menos, N: del 0,01% al 0,08% y Cr: del 16,0% al 18,0%, siendo el resto Fe e impurezas accidentales; y una microestructura compuesta de granos cristalinos de ferrita en la que se precipita carbonitruro de Cr, en la que en una sección definida por una dirección de la laminación y una dirección del grosor de la lámina, una razón Dz/DI entre un tamaño medio del grano cristalino de ferrita Dz en la dirección del grosor de la lámina y un tamaño medio del grano cristalino de ferrita DI en la dirección de la laminación es de 0,7 o más, y una razón del área Sp del carbonitruro de Cr que ocupa un campo de observación es del 2% o más y un diámetro circular equivalente medio Dp del carbonitruro de Cr es de 0,5 μm o más". En el presente documento, se observan una Sp y un Dp del carbonitruro de Cr mediante un microscopio electrónico de barrido (SEM) a 2.000 aumentos.

El documento JP H06-271044 A (PTL 3) describe un método de producción de una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en conformabilidad y resistencia a la formación de estrías. El método incluye laminar en caliente un planchón de acero a una temperatura por debajo de 1100°C y a una reducción de la laminación del 10% o más, realizar el recocido de la lámina laminada en caliente, el laminado en caliente y el recocido de acabado.

El documento EP 1 413 640 A1 (PTL 4) describe un acero inoxidable ferrítico que consiste en hasta el 0,03% en masa de C, hasta el 1,0% en masa de Si, hasta el 1,5% en masa de Mn, hasta el 0,6% en masa de Ni, el 10-20% en masa de Cr, hasta el 0,50% en masa de Nb, el 0,8-2,0% en masa de Cu, hasta el 0,03% en masa de Al, el 0,03-0,20% en masa de V, hasta el 0,03% en masa de N y sienta el resto Fe excepto impurezas inevitables con una disposición tal que $Nb \geq 8(C+N)$. El acero puede contener además el 0,05-0,30% en masa de Ti y/o el 0,0005-0,02% en masa de B. El Mo como una impureza inevitable se controla a menos del 0,10% en masa. El acero tiene una excelente conformabilidad, una tenacidad a baja temperatura y una soldabilidad así como la misma resistencia al calor que el acero aleado con Nb, Mo.

Lista de referencias

Bibliografía de patentes

- 5 PTL 1: documento JP 2001-98328 A
 PTL 2: documento JP 2009-275268 A
 PTL 3: documento JP H06-271944 A
 10 PTL 4: documento EP 1 413 640 A1

Sumario

- 15 (Problema técnico)

Sin embargo, en el método descrito en PTL 1 es necesario realizar una laminación preliminar antes del recocido de la lámina laminada en caliente en la producción de láminas de acero, lo que aumenta la carga de laminación y disminuye la productividad.

- 20 La lámina de acero descrita en PTL 2 tiene carbonitruro de Cr grueso precipitado en la lámina recocida final con un diámetro circular equivalente medio de 0,5 μm o más, y por lo que existe la posibilidad de defectos de superficie que dependen de las condiciones de trabajo cuando se transforma la lámina de acero en un producto.

- 25 Esto puede ser útil para proporcionar un acero inoxidable ferrítico que tenga una excelente conformabilidad y resistencia a la formación de estrías y pueda producirse con alta productividad, y un procedimiento para producir el mismo.

- 30 En el presente documento, “excelente conformabilidad” significa que la elongación después de la fractura (EI) de una probeta para ensayos cuya dirección longitudinal es la dirección (más adelante en el presente documento también denominada “dirección ortogonal”) ortogonal a la dirección de la laminación es del 25% o más, preferiblemente del 28% o más, y más preferiblemente del 30% o más, en un ensayo de tracción según la norma JIS Z 2241.

- 35 Mientras tanto, “excelente resistencia a la formación de estrías” significa que la altura de la estría medida por el siguiente método es de 2,5 μm o menos. En primer lugar, se recoge una probeta para ensayos de tracción JIS n.º 5 en la dirección de la laminación. Después del pulido de la superficie de la probeta de ensayos recogida usando papel de esmeril n.º 600, se añade una deformación por tracción del 20% a la probeta para ensayos. Luego se mide la ondulación media aritmética W_a definida en la norma JIS B 0601 (2001) mediante un medidor de rugosidad de superficie sobre la superficie pulida en el centro de la parte paralela de la probeta para ensayos, en la dirección ortogonal a la dirección de la laminación. Las condiciones de medición son una longitud de medición de 16 mm, una longitud de onda del filtro de paso bajo de 0,8 mm y una longitud de onda del filtro de paso alto de 8 mm. Esta ondulación media aritmética se establece como la altura de la estría.

- 45 (Solución al problema)

- Se realizó de manera repetida un estudio intensivo. En particular, para mejorar la productividad, se estudió de manera intensiva un método para asegurar una excelente conformabilidad y resistencia a la formación de estrías no mediante recocido de larga duración de la lámina laminada en caliente a través del recocido en caja usado comúnmente en la actualidad (recocido discontinuo), sino mediante recocido de corta duración de la lámina laminada en caliente usando un horno de recocido continuo.

- 50 Como resultado, se descubrió que, incluso en el caso de la realización del recocido de corta duración de la lámina laminada en caliente usando un horno de recocido continuo, una colonia de ferrita formada en la fase de colada puede destruirse de manera eficaz generando una cantidad predeterminada de fase de martensita durante el recocido de la lámina laminada en caliente y realizarse la laminación en frío en este estado.

- Además se descubrió que, sometiendo la lámina laminada en frío obtenida de esta manera a recocido de la lámina laminada en frío en la región de temperatura de la fase única de ferrita, se obtiene una multifase de granos cristalinos de ferrita (más adelante en el presente documento también denominados “granos concentrados en C/N”) que se originan a partir de la fase de martensita generada en el recocido de la lámina laminada en caliente y en la que al menos uno de C y N se concentra y se obtienen granos cristalinos de ferrita (más adelante en el presente documento también denominados simplemente “granos no concentrados”) que se originan a partir de la parte que sigue siendo la fase de ferrita incluso durante el recocido de la lámina laminada en caliente y tiene una baja concentración de carbonitruro, lográndose así tanto una excelente resistencia a la formación de estrías como una excelente conformabilidad. Además se descubrió que un criterio apropiado para determinar si al menos uno de C y N se concentra en los granos cristalinos de ferrita es que al menos una de la concentración de C y la concentración de

N en los granos cristalinos de ferrita no sea menor que el doble de uno correspondiente al contenido de C y al contenido de N (% en masa) en el acero.

5 Dado que una gran cantidad de carbonitruro fino precipita en los granos concentrados en C/N durante el recocido de la lámina laminada en frío, se suprime el crecimiento del grano durante el recocido por el efecto de anclaje, como resultado de que se impide la acumulación de una colonia de ferrita y se mejora la resistencia a la formación de estrías. Mientras tanto, la concentración de C/N es inferior en los granos no concentrados, lo que facilita el crecimiento del grano y mejora la elongación, es decir, la conformabilidad.

10 La divulgación se basa en los descubrimientos mencionados anteriormente y en los estudios adicionales.

Se proporciona lo siguiente:

15 1. Un acero inoxidable ferrítico que comprende: una composición química que contiene, en % en masa, C: del 0,005% al 0,030%, Si: del 0,01% al 1,00%, Mn: del 0,01% al 1,0%, P: el 0,010% o más y el 0,040% o menos, S: el 0,001% o más y el 0,010% o menos, Cr: del 16,0% al 18,0%, Ni: del 0,01% al 1,0%, Al: del 0,001% al 0,10%, N: del 0,005% al 0,06%, opcionalmente uno o más seleccionados de Cu: del 0,01% al 1,0%, Mo: del 0,01% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5%, y opcionalmente uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,25%, Ti: del 0,001% al 0,10%, Nb: del 0,001% al 0,10%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10%, siendo el resto Fe e impurezas accidentales; una microestructura que contiene granos concentrados en C/N que son granos cristalinos de ferrita que satisfacen al menos una de una concentración de C de $2C_C$ o más y una concentración de N de $2C_N$ o más, teniendo los granos cristalinos de ferrita una fracción de volumen con respecto a un volumen completo de la microestructura del 5% o más y del 50% o menos, en la que C_C y C_N son respectivamente el contenido de C y el contenido de N en el acero en % en masa; en la que el resto de la microestructura consiste en granos no concentrados y otras estructuras, siendo los granos no concentrados, granos de ferrita distintos a los granos concentrados en C/N, y teniendo las otras estructuras una fracción de volumen total de menos del 1% con respecto al volumen completo de la microestructura ; y una dureza Vickers de 180 o menos.

30 2. El acero inoxidable ferrítico según 1., en el que la composición química contiene, en % en masa, uno o más seleccionados de Cu: del 0,01% al 1,0%, Mo: del 0,01% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5%.

35 3. El acero inoxidable ferrítico según 1. ó 2., en el que la composición química contiene, en % en masa, uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,25%, Ti: del 0,001% al 0,10%, Nb: del 0,001% al 0,10%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10%.

40 4. El acero inoxidable ferrítico según uno cualquiera de 1. a 3., en el que en la composición química, el contenido de C es del 0,005% en masa al 0,030% en masa, el contenido de Si es del 0,25% en masa o más y menos del 0,40% en masa y el contenido de Mn es del 0,05% en masa al 0,35% en masa, la fracción de volumen de los granos cristalinos de ferrita es del 5% o más y del 30% o menos, y el acero inoxidable ferrítico comprende además una elongación después de la fractura en una dirección ortogonal a una dirección de la laminación del 28% o más, y una altura de la estría de 2,5 μm o menos.

45 5. El acero inoxidable ferrítico según uno cualquiera de 1. a 3., en el que en la composición química, el contenido de C es del 0,005% en masa al 0,025% en masa, el contenido de Si es del 0,05% en masa o más y menos del 0,25% en masa, el contenido de Mn es del 0,60% en masa al 0,90% en masa, y el contenido de N es del 0,005% en masa al 0,025% en masa, la fracción de volumen de los granos cristalinos de ferrita es del 5% o más y del 20% o menos, y el acero inoxidable ferrítico comprende además una elongación tras la fractura en una dirección ortogonal a una dirección de la laminación del 30% o más, y una altura de la estría de 2,5 μm o menos.

50 6. Un procedimiento para producir el acero inoxidable ferrítico según uno cualquiera de 1. a 5., comprendiendo el procedimiento: laminar en caliente un planchón de acero que tiene la composición química según uno cualquiera de 1. a 5. para dar una lámina laminada en caliente; realizar el recocido de la lámina laminada en caliente manteniendo la lámina laminada en caliente a una temperatura de 900°C o más y de 1050°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos, para formar una lámina laminada en caliente y recocida; laminar en frío la lámina laminada en caliente y recocida para dar una lámina laminada en frío; y realizar el recocido de la lámina laminada en frío manteniendo la lámina laminada en frío a una temperatura de 800°C o más y menos de 900°C durante de 5 segundos a 5 minutos.

60 7. El procedimiento para producir el acero inoxidable ferrítico según 6., en el que en la composición química, el contenido de C es del 0,005% en masa al 0,030% en masa, el contenido de Si es del 0,25% en masa o más y menos del 0,40% en masa y el contenido de Mn es del 0,05% en masa al 0,35% en masa, la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en caliente es de 940°C o más y de 1000°C o menos, y la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío es de 820°C o más y menos de 880°C.

65 8. El procedimiento para producir el acero inoxidable ferrítico según 6., en el que en la composición química, el contenido de C es del 0,005% en masa al 0,025% en masa, el contenido de Si es del 0,05% en masa o más y menos del 0,25% en masa, el contenido de Mn es del 0,60% en masa al 0,90% en masa y el contenido de N es del

0,005% en masa al 0,025% en masa, la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en caliente es de 960°C o más y de 1050°C o menos, y la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío es de 820°C o más y menos de 880°C.

5 (Efecto ventajoso)

Por tanto, es posible obtener un acero inoxidable ferrítico que tiene una excelente conformabilidad y resistencia a la formación de estrías.

10 Tal acero inoxidable ferrítico es muy ventajoso en cuanto a productividad, ya que puede producirse no mediante recocido de larga duración de la lámina laminada en caliente a través de recocido en caja (recocido discontinuo), sino mediante recocido de corta duración de la lámina laminada en caliente usando un horno de recocido continuo.

15 **Descripción detallada**

Lo siguiente describe una de las realizaciones divulgadas en detalle.

Las razones por las que el acero inoxidable ferrítico según la divulgación tiene una excelente conformabilidad y resistencia a la formación de estrías se describen en primer lugar.

20 Para mejorar la resistencia a la formación de estrías del acero inoxidable, es eficaz destruir una colonia de ferrita, que es un agregado de granos cristalinos que tienen orientaciones de los cristales similares.

25 Se realizó un estudio repetido para asegurar una excelente conformabilidad y resistencia a la formación de estrías no mediante recocido de larga duración de la lámina laminada en caliente a través del recocido en caja usado comúnmente en la actualidad (recocido discontinuo), sino mediante recocido de corta duración de la lámina laminada en caliente usando un horno de recocido continuo, para determinar la productividad. Como resultado, se descubrió lo siguiente; el calentamiento hasta la región de temperatura de fase dual de la fase de ferrita y la fase de austenita durante el recocido de la lámina laminada en caliente facilita la recrystalización y también genera la fase de austenita, lo que asegura una cantidad predeterminada de fase de martensita después del recocido de la lámina laminada en caliente. La colonia de ferrita se destruye de manera eficiente laminando en frío la lámina laminada en caliente y recocida que incluye la cantidad predeterminada de fase de martensita, ya que se añade de manera eficaz una deformación por laminación a la fase de ferrita durante la laminación en frío.

35 Además se descubrió que, controlando de manera apropiada la composición química, las condiciones del recocido de la lámina laminada en caliente y las condiciones del recocido de la lámina laminada en frío para obtener la microestructura de la lámina laminada en frío y recocida, una multifase de granos concentrados en C/N y granos no concentrados, se mejora además la resistencia a la formación de estrías y se logra una suficiente conformabilidad. Los granos concentrados en C/N son granos de ferrita que resultan de la descomposición de la martensita generada durante el recocido de la lámina laminada en caliente. Cuando se calienta la lámina de acero hasta la región de fase dual (ferrita-austenita) durante el recocido de la lámina laminada en caliente, C y N se concentran en la fase de austenita que tiene un límite de solubilidad sólida mayor que la fase de ferrita. Después de esto, cuando se enfría la lámina de acero, la fase de austenita se transforma en la fase de martensita en la que se concentra el C y/o el N. Recociendo la lámina laminada en caliente y recocida que incluye tal fase de martensita en la región de temperatura de la fase única de ferrita después de la laminación en frío, la fase de martensita se descompone para obtener los granos concentrados en C/N. Dado que una gran cantidad de carbonitruro precipita en los granos concentrados en C/N, se inhibe el crecimiento del grano durante el recocido de la lámina laminada en frío por el efecto de anclaje. Esto impide la acumulación excesiva de microestructuras de granos de ferrita y mejora significativamente la resistencia a la formación de estrías. Este efecto se logra cuando al menos una de la concentración de C y la concentración de N no sea menor del doble del contenido correspondiente (% en masa) en el acero. Por otro lado, los granos de ferrita (granos no concentrados) distintos a los granos concentrados en C/N tienen una concentración de C y una concentración de N que son menores que los contenidos correspondientes (% en masa) en el acero, que facilitan el crecimiento del grano durante el recocido de la lámina laminada en frío y mejoran la elongación. De esta manera, pueden lograrse tanto una excelente resistencia a la formación de estrías como una suficiente conformabilidad.

50 En el caso en el que la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N aumente hasta una fracción predeterminada o más, sin embargo, la resistencia aumenta de manera excesiva y la elongación después de la fractura disminuye. Por consiguiente, se realizó un estudio detallado sobre tal fracción de volumen de los granos concentrados en C/N que contribuye a una excelente conformabilidad y resistencia a la formación de estrías.

60 Como resultado, se descubrió que, controlando que la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N después del recocido de la lámina laminada en frío esté en el intervalo del 5% al 50% con respecto al volumen completo de la microestructura, puede alcanzarse una conformabilidad y resistencia a la formación de estrías predeterminadas sin una disminución en la elongación después de la fractura producida por un aumento en la resistencia de la lámina de acero. Particularmente, en el caso de tener en cuenta el equilibrio entre conformabilidad y

resistencia a la formación de estrías, la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N es preferiblemente del 5% o más y del 30% o menos con respecto al volumen completo de la microestructura. En cuanto a alcanzar una mejor conformabilidad, la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N es preferiblemente del 5% o más y del 20% o menos con respecto al volumen completo de la microestructura. La microestructura distinta a los granos de ferrita compuestos por los granos concentrados en C/N es básicamente los granos de ferrita compuestos de los granos no concentrados, aunque son aceptables otras estructuras (por ejemplo la fase de martensita) si su fracción de volumen total es menor del 1% con respecto al volumen completo de la microestructura.

Si la temperatura de mantenimiento o tiempo de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío es insuficiente, no sólo es insuficiente la recristalización de granos de ferrita sino que también es insuficiente la descomposición de la fase de martensita generada durante el recocido de la lámina laminada en caliente, lo que da como resultado una disminución en la elongación. Para alcanzar una suficiente conformabilidad, es necesario completar suficientemente la recristalización después del recocido de la lámina laminada en frío y descomponer suficientemente la fase de martensita generada durante el recocido de la lámina laminada en caliente. En el caso en el que la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío sea demasiado alta, por otro lado, la fase de martensita se genera nuevamente, lo que produce una disminución en la elongación. Por tanto, es necesario limitar la cantidad de fase de martensita que está presente. Es necesario que la fracción de volumen de la fase de martensita sea menor del 1% con respecto al volumen completo de la microestructura. Para alcanzar una excelente conformabilidad, la fracción de volumen de la fase de martensita es preferiblemente del 0%.

Como resultado del estudio, se encontró que tales problemas pueden resolverse para obtener una microestructura apropiada controlando de manera apropiada las condiciones del recocido de la lámina laminada en frío de manera que la dureza Vickers sea de 180 o menos. La dureza Vickers es preferiblemente de 165 o menos.

Las razones para limitar la composición química del acero inoxidable ferrítico según la divulgación se describen a continuación. Mientras que la unidad del contenido de cada elemento en la composición química es "% en masa," la unidad se expresa más adelante en el presente documento simplemente mediante "%" a menos que se especifique lo contrario.

C: del 0,005% al 0,030%

El C es un elemento importante para genera los granos concentrados en C/N y mejorar la resistencia a la formación de estrías. El C también tiene un efecto de facilitación de la generación de la fase de austenita y de expansión de la región de temperatura de fase dual de la fase de ferrita y la fase de austenita durante el recocido de la lámina laminada en caliente. Para lograr estos efectos, es necesario que el contenido de C sea del 0,005% o más. Si el contenido de C es más del 0,050%, la lámina de acero se endurece y no puede conseguirse la elongación predeterminada después de la fractura. En cuanto a una mejora adicional de la elongación después de la fractura y de la consecución de una excelente conformabilidad, dependiendo del contenido de Si y contenido de Mn mencionados a continuación, el contenido de C es del 0,005% o más y del 0,030% o menos. Alternativamente, el contenido de C es preferiblemente del 0,005% o más y del 0,025% o menos. El contenido de C es más preferiblemente del 0,008% o más y del 0,025% o menos. El contenido de C es además preferiblemente del 0,010% o más. El contenido de C es además preferiblemente del 0,020% o menos.

Si: del 0,01% al 1,00%

El Si es un elemento que funciona como un desoxidante en fabricación de acero. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de Si sea del 0,01% o más. Si el contenido de Si es más del 1,00%, la lámina de acero se endurece y no puede conseguirse la elongación predeterminada después de la fractura. Además, la cascarilla de superficie formada durante el recocido se vuelve firme y el decapado es difícil, lo que no es preferible. El contenido de Si está por tanto en el intervalo del 0,01% al 1,00%. El contenido de Si es preferiblemente del 0,05% o más. El contenido de Si es preferiblemente del 0,75% o menos. El contenido de Si es además preferiblemente del 0,05% o más. El contenido de Si es además preferiblemente del 0,40% o menos.

En el caso en el que el contenido de Mn mencionado a continuación esté en el intervalo del 0,05% al 0,35%, en cuanto a una mejora adicional de la elongación después de la fractura para conseguir una excelente conformabilidad mientras se asegura la resistencia a la formación de estrías predeterminada, el contenido de Si es preferiblemente del 0,25% o más y menos del 0,40%.

En el caso en el que el contenido de Mn mencionado a continuación esté en el intervalo del 0,60% al 0,90%, en cuanto a una mejora adicional de la elongación después de la fractura para conseguir una excelente conformabilidad mientras se asegura la resistencia a la formación de estrías predeterminada, el contenido de Si es preferiblemente del 0,05% o más y menos del 0,25%.

Mn: del 0,01% al 1,0%

El Mn tiene un efecto de facilitación de la generación de la fase de austenita y la expansión de la región de

temperatura de fase dual de la fase de ferrita y la fase de austenita durante el recocido de la lámina laminada en caliente, como con C. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de Mn sea del 0,01% o más. Si el contenido de Mn es más del 1,0%, aumenta la cantidad de MnS generado, conduciendo a una menor resistencia a la corrosión. El contenido de Mn está por tanto en el intervalo del 0,01% al 1,0%. El contenido de Mn es preferiblemente del 0,05% o más. El contenido de Mn es preferiblemente del 0,90% o menos.

Tal como se mencionó anteriormente, en el caso en el que el contenido de Si sea del 0,25% o más y menos del 0,40%, en cuanto a una mejora adicional de la elongación después de la fractura para conseguir una excelente conformabilidad mientras se asegura una resistencia a la formación de estrías predeterminada, el contenido de Mn es preferiblemente del 0,05% o más y del 0,35% o menos.

En el caso en el que el contenido de Si sea del 0,05% o más y menos del 0,25%, en cuanto a una mejora adicional de la elongación después de la fractura para conseguir una excelente conformabilidad mientras se asegura una resistencia a la formación de estrías predeterminada, el contenido de Mn es preferiblemente del 0,60% o más y del 0,90% o menos. El contenido de Mn es más preferiblemente del 0,70% o más y del 0,90% o menos. El contenido de Mn es además preferiblemente del 0,75% o más. El contenido de Mn es además preferiblemente del 0,85% o menos.

P: el 0,010% o más y el 0,040% o menos

El P es un elemento que promueve la fractura intergranular mediante la segregación intercrystalina, y por tanto es de manera deseable bajo en contenido. El límite superior del contenido de P es del 0,040%. El contenido de P es preferiblemente del 0,030% o menos. El contenido de P es además preferiblemente del 0,020% o menos. El límite inferior del contenido de P es del 0,010% en cuanto a coste de producción y similares.

S: el 0,001% o más y el 0,010% o menos

El S es un elemento que está presente como una inclusión de sulfuro tal como MnS y disminuye la ductilidad, la resistencia a la corrosión, etc. Los efectos adversos son particularmente perceptibles en el caso en el que el contenido de S sea más del 0,010%.

Por consiguiente, el contenido de S es de manera deseable lo más bajo posible. El límite superior del contenido de S es del 0,010%. El contenido de S es preferiblemente del 0,007% o menos. El contenido de S es además preferiblemente del 0,005% o menos. El límite inferior del contenido de S es del 0,001% en cuanto a coste de producción y similares.

Cr: del 16,0% al 18,0%

El Cr es un elemento que tiene un efecto de formación de una capa de pasivado sobre la superficie de la lámina de acero y de mejora de la resistencia a la corrosión. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de Cr sea del 15,5% o más. Si el contenido de Cr es más del 18,0%, la generación de la fase de austenita durante el recocido de la lámina laminada en caliente es insuficiente, lo que hace imposible conseguir las características del material predeterminadas. El contenido de Cr está por tanto en el intervalo del 16,0% al 18,0%. El contenido de Cr es preferiblemente del 17,5% o menos. El contenido de Cr es además preferiblemente del 16,5% o más. El contenido de Cr es además preferiblemente del 17,0% o menos.

Ni: del 0,01% al 1,0%

El Ni tiene un efecto de facilitación de la generación de la fase de austenita y de la expansión de la región de temperatura de fase dual en la que la fase de ferrita y la fase de austenita aparecen durante el recocido de la lámina laminada en caliente, como con C y Mn. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de Ni sea del 0,01% o más. Si el contenido de Ni es más del 1,0%, disminuye la conformabilidad. El contenido de Ni está por tanto en el intervalo del 0,01% al 1,0%. El contenido de Ni es preferiblemente del 0,1% o más. El contenido de Ni es preferiblemente del 0,6% o menos. El contenido de Ni es además preferiblemente del 0,1% o más. El contenido de Ni es además preferiblemente del 0,4% o menos.

Al: del 0,001% al 0,10%

El Al es un elemento que funciona como un desoxidante, como con Si. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de Al sea del 0,001% o más. Si el contenido de Al es más del 0,10%, una inclusión de Al tal como Al_2O_3 aumenta, lo que es idóneo para producir menores características de superficie. El contenido de Al está por tanto en el intervalo del 0,001% al 0,10%. El contenido de Al es preferiblemente del 0,001% o más. El contenido de Al es preferiblemente del 0,05% o menos. El contenido de Al es además preferiblemente del 0,001% o más. El contenido de Al es además preferiblemente del 0,03% o menos.

N: del 0,005% al 0,06%

El N es un elemento importante para generar granos concentrados en C/N y mejorar la resistencia a la formación de estrías. El N también tiene un efecto de facilitación de la generación de la fase de austenita y de expansión de la región de temperatura de fase dual en la que la fase de ferrita y la fase de austenita aparecen durante el recocido de la lámina laminada en caliente. Para lograr estos efectos, es necesario que el contenido de N sea del 0,005% o más. Si el contenido de N es más del 0,06%, no sólo disminuye significativamente la ductilidad, sino que también se favorece la precipitación de nitruro de Cr para producir una menor resistencia a la corrosión. El contenido de N está por tanto en el intervalo del 0,005% al 0,06%. El contenido de N es preferiblemente del 0,005% o más. El contenido de N es preferiblemente del 0,05% o menos. El contenido de N es más preferiblemente del 0,005% o más. El contenido de N es más preferiblemente del 0,025% o menos. El contenido de N es además preferiblemente del 0,010% o más. El contenido de N es además preferiblemente del 0,025% o menos. El contenido de N es aún más preferiblemente del 0,010% o más. El contenido de N es aún más preferiblemente del 0,020% o menos.

En particular, en el caso en el que el contenido de C sea del 0,005% al 0,025%, el contenido de Si es del 0,05% o más y menos del 0,25%, y el contenido de Mn es del 0,60% al 0,90%, el contenido de N es preferiblemente del 0,005% o más y del 0,025% o menos. El contenido de N es más preferiblemente del 0,010% o más y del 0,025% o menos. El contenido de N es además preferiblemente del 0,010% o más y del 0,020% o menos.

Si bien los componentes básicos se han descrito anteriormente, el acero inoxidable ferrítico según la divulgación puede contener los siguientes elementos cuando proceda según sea necesario, para mejorar la fabricabilidad o las características del material.

Uno o más seleccionados de Cu: del 0,01% al 1,0%, Mo: del 0,01% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5%

Cu: del 0,01% al 1,0%, Mo: del 0,01% al 0,5%

El Cu y el Mo son cada uno un elemento que mejora la resistencia a la corrosión, y están contenidos de manera eficaz particularmente en el caso en el que se requiera una alta resistencia a la corrosión. El Cu también tiene un efecto de facilitación de la generación de la fase de austenita y de expansión de la región de temperatura de fase dual en la que la fase de ferrita y la fase de austenita aparecen durante el recocido de la lámina laminada en caliente. El/los efecto(s) se logra(n) cuando el contenido de Cu o el contenido de Mo es del 0,01% o más. Si el contenido de Cu es más del 1,0%, puede disminuir la conformabilidad en caliente, lo que no es preferible. Por consiguiente, en el caso en el que esté contenido Cu, el contenido de Cu está en el intervalo del 0,01% al 1,0%. El contenido de Cu es preferiblemente del 0,2% o más. El contenido de Cu es preferiblemente del 0,8% o menos. El contenido de Cu es además preferiblemente del 0,3% o más. El contenido de Cu es además preferiblemente del 0,5% o menos. Si el contenido de Mo es más del 0,5%, la generación de la fase de austenita durante el recocido es insuficiente y no pueden conseguirse las características del material predeterminadas, lo que no es preferible. Por consiguiente, en el caso en el que esté contenido Mo, el contenido de Mo está en el intervalo del 0,01% al 0,5%. El contenido de Mo es preferiblemente del 0,2% o más. El contenido de Mo es preferiblemente del 0,3% o menos.

Co: del 0,01% al 0,5%

El Co es un elemento que mejora la tenacidad. Este efecto se logra cuando el contenido de Co es del 0,01% o más. Si el contenido de Co es más del 0,5%, la fabricabilidad disminuye. Por consiguiente, en el caso en el que esté contenido Co, el contenido de Co está en el intervalo del 0,01% al 0,5%. El contenido de Co es además preferiblemente del 0,02% o más. El contenido de Co es además preferiblemente del 0,20% o menos.

Uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,25%, Ti: del 0,001% al 0,10%, Nb: del 0,001% al 0,10%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10%

V: del 0,01% al 0,25%

El V se combina con el C y N en el acero, y reduce el C y el N soluto. Por tanto, el V suprime la precipitación de carbonitruro en la lámina laminada en caliente y previene la aparición de imperfecciones lineales producidas por la laminación en caliente/el recocido, para mejorar las características de superficie. Para lograr estos efectos, es necesario que el contenido de V sea del 0,01% o más. Si el contenido de V es más del 0,25%, disminuye la conformabilidad, y se requiere un mayor coste de producción. Por consiguiente, en el caso en el que esté contenido V, el contenido de V está en el intervalo del 0,01% al 0,25%. El contenido de V es preferiblemente del 0,03% o más. El contenido de V es preferiblemente del 0,15% o menos. El contenido de V es además preferiblemente del 0,03% o más. El contenido de V es además preferiblemente del 0,05% o menos.

Ti: del 0,001% al 0,10%, Nb: del 0,001% al 0,10%

El Ti y el Nb son cada uno un elemento que tiene alta afinidad por C y N como con V, y tienen un efecto de precipitación como carburo o nitruro durante la laminación en caliente y de reducción del C y N soluto en la fase matriz para mejorar la conformabilidad después del recocido de la lámina laminada en frío. Para lograr este efecto,

es necesario que el contenido de Ti sea del 0,001% o más, y es necesario que el contenido de Nb sea del 0,001% o más. Si el contenido de Ti o el contenido de Nb es más del 0,10%, la precipitación de TiN o NbC excedente imposibilita conseguir características de superficie favorables. Por consiguiente, en el caso en el que esté contenido Ti, el contenido de Ti está en el intervalo del 0,001% al 0,10%. En el caso en el que esté contenido Nb, el contenido de Nb está en el intervalo del 0,001% al 0,10%. El contenido de Ti es preferiblemente del 0,003% o más. El contenido de Ti es preferiblemente del 0,010% o menos. El contenido de Nb es preferiblemente del 0,005% o más. El contenido de Nb es preferiblemente del 0,020% o menos. El contenido de Nb es además preferiblemente del 0,010% o más. El contenido de Nb es además preferiblemente del 0,015% o menos.

10 Ca: del 0,0002% al 0,0020%

El Ca es un componente eficaz para prevenir un bloqueo de la boquilla producido por la cristalización de una inclusión de Ti, que tiende a producirse durante la colada continua. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de Ca sea del 0,0002% o más. Si el contenido de Ca es más del 0,0020%, se forma CaS y disminuye la resistencia a la corrosión. Por consiguiente, en el caso en el que esté contenido Ca, el contenido de Ca está en el intervalo del 0,0002% al 0,0020%. El contenido de Ca es preferiblemente del 0,0005% o más. El contenido de Ca es preferiblemente del 0,0015% o menos. El contenido de Ca es además preferiblemente del 0,0005% o más. El contenido de Ca es además preferiblemente del 0,0010% o menos.

20 Mg: del 0,0002% al 0,0050%

El Mg es un elemento que tiene un efecto de mejora de la conformabilidad en caliente. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de Mg sea del 0,0002% o más. Si el contenido de Mg es más del 0,0050%, disminuye la calidad superficial. Por consiguiente, en el caso en el que esté contenido Mg, el contenido de Mg está en el intervalo del 0,0002% al 0,0050%. El contenido de Mg es preferiblemente del 0,0005% o más. El contenido de Mg es preferiblemente del 0,0035% o menos. El contenido de Mg es además preferiblemente del 0,0005% o más. El contenido de Mg es además preferiblemente del 0,0020% o menos.

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

El B es un elemento eficaz en la prevención de fragilidad de trabajo secundaria por bajas temperaturas. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de B sea del 0,0002% o más. Si el contenido de B es más del 0,0050%, disminuye la conformabilidad en caliente. Por consiguiente, en el caso en el que esté contenido B, el contenido de B está en el intervalo del 0,0002% al 0,0050%. El contenido de B es preferiblemente del 0,0005% o más. El contenido de B es preferiblemente del 0,0035% o menos. El contenido de B es además preferiblemente del 0,0005% o más. El contenido de B es además preferiblemente del 0,0020% o menos.

REM: del 0,01% al 0,10%

Los REM (metales de tierras raras) son unos elementos que mejoran la resistencia a la oxidación, y especialmente tienen un efecto de supresión de la formación de la capa de óxido en una soldadura y mejoran la resistencia a la corrosión de la soldadura. Para lograr este efecto, es necesario que el contenido de REM sea del 0,01% o más. Si el contenido de REM es más del 0,10%, disminuye la fabricabilidad tal como propiedad de decapado durante la laminación en frío y el recocido. Además, ya que los REM son unos elementos caros, la adición de manera excesiva de REM produce un coste de producción mayor, lo que no es preferible. Por consiguiente, en el caso en el que estén contenidos REM, el contenido de REM está en el intervalo del 0,01% al 0,10%.

La composición química del acero inoxidable ferrítico según la divulgación se ha descrito anteriormente.

50 En la composición química según la divulgación, los componentes distintos a los descritos anteriormente son Fe e impurezas accidentales.

Lo siguiente describe un procedimiento para producir el acero inoxidable ferrítico según la divulgación.

55 Se obtiene acero fundido que tiene la composición química mencionada anteriormente mediante la fabricación de acero usando un método conocido tal como un convertidor, un horno de calentamiento eléctrico o un horno de fusión a vacío, y se transforma en un material de partida de acero (planchón) mediante colada continua o colada en lingotes y tren de desbaste. El planchón se calienta a de 1100°C a 1250°C durante de 1 hora a 24 horas y luego se lamina en caliente, o el planchón de colada se lamina en caliente directamente sin calentar, para dar una lámina laminada en caliente.

60 Luego se somete la lámina laminada en caliente a recocido de la lámina laminada en caliente manteniendo la lámina laminada en caliente a una temperatura de 900°C o más y de 1050°C o menos, que es una temperatura de región de fase dual de la fase de ferrita y la fase de austenita, durante de 5 segundos a 15 minutos, para formar una lámina laminada en caliente y recocida.

5 En el caso en el que la composición química contenga C: del 0,005% al 0,030%, Si: el 0,25% o más y menos del 0,40% y Mn: del 0,05% al 0,35% (más adelante en el presente documento también denominado simplemente "en el caso de la composición química 1"), es preferible realizar el recocido de la lámina laminada en caliente manteniendo la lámina laminada en caliente a una temperatura de 940°C o más y de 1000°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos.

10 En el caso en el que la composición química contenga C: del 0,005% al 0,025%, Si: el 0,05% o más y menos del 0,25%, Mn: del 0,60% al 0,90% y N: del 0,005% al 0,025% (más adelante en el presente documento también denominado simplemente "en el caso de la composición química 2"), es preferible realizar el recocido de la lámina laminada en caliente manteniendo la lámina laminada en caliente a una temperatura de 960°C o más y de 1050°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos.

15 A continuación, se decapa la lámina laminada en caliente y recocida según sea necesario, y luego se lamina en frío para dar una lámina laminada en frío. Después de esto, la lámina laminada en frío se somete a recocido de la lámina laminada en frío para formar una lámina laminada en frío y recocida. La lámina laminada en frío y recocida se decapa según sea necesario para formar un producto.

20 La laminación en frío se realiza preferiblemente a una reducción de la laminación del 50% o más, en cuanto a la propiedad de elongación, flexibilidad, conformabilidad por presión y ajuste de la forma. En la divulgación, pueden realizarse la laminación en frío y el recocido dos veces o más. El recocido de la lámina laminada en frío se realiza manteniendo la lámina laminada en frío a una temperatura de 800°C o más y menos de 900°C durante de 5 segundos a 5 minutos. En el caso de la composición química 1 ó 2 anteriormente mencionada, es preferible mantener la lámina laminada en frío a una temperatura de 820°C o más y menos de 880°C durante de 5 segundos a 5 minutos. El recocido BA (recocido blanco) puede realizarse para potenciar el lustre.

25 Además, pueden aplicarse el esmerilado, el pulido, etc. para mejorar adicionalmente las características de superficie.

30 Las razones para limitar las condiciones del recocido de la lámina laminada en caliente y las condiciones del recocido de la lámina laminada en frío de entre las condiciones de producción mencionadas anteriormente se describen a continuación.

35 Condiciones del recocido de la lámina laminada en caliente: mantenimiento de la lámina laminada en caliente a una temperatura de 900°C o más y de 1050°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos.

40 El recocido de la lámina laminada en caliente es una etapa muy importante para conseguir una excelente conformabilidad y resistencia a la formación de estrías en la divulgación. Si la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en caliente es menos de 900°C, la recristalización es insuficiente, y también la región de fase es la región de fase única de ferrita, lo que puede hacer imposible lograr los efectos ventajosos de la divulgación producidos mediante el recocido de la región de fase dual. Si la temperatura de mantenimiento es más de 1050°C, disminuye la fracción de volumen de la fase de martensita generada después del recocido de la lámina laminada en caliente, como resultado de lo cual se reduce el efecto de la concentración de la deformación por laminación en la fase de ferrita en la posterior laminación en frío. Esto produce una destrucción de colonias de ferrita insuficiente, de modo que no puede conseguirse la resistencia a la formación de estrías predeterminada.

45 Si el tiempo de mantenimiento es menos de 5 segundos, la generación de la fase de austenita y la recristalización de la fase de ferrita son insuficientes incluso cuando el recocido se realiza a la temperatura predeterminada, de modo que no puede conseguirse la conformabilidad deseada. Si el tiempo de mantenimiento es más de 15 minutos, se favorece la concentración de C en la fase de austenita, lo que puede producir una excesiva generación de fase de martensita después del recocido de la lámina laminada en caliente y da como resultado una disminución en la tenacidad de la lámina laminada en caliente. Por tanto, el recocido de la lámina laminada en caliente mantiene la lámina laminada en caliente a una temperatura de 900°C o más y de 1050°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos. El recocido de la lámina laminada en caliente mantiene preferiblemente la lámina laminada en caliente a una temperatura de 920°C o más y de 1000°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos.

50 En el caso de la composición química 1 mencionada anteriormente, es más preferible mantener la lámina laminada en caliente a una temperatura de 940°C o más y de 1000°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos. En el caso de la composición química 2 mencionada anteriormente, es más preferible mantener la lámina laminada en caliente a una temperatura de 960°C o más y de 1050°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos. El límite superior del tiempo de mantenimiento es además preferiblemente de 5 minutos. El límite superior del tiempo de mantenimiento es aún más preferiblemente de 3 minutos.

55 Condiciones del recocido de la lámina laminada en frío: mantenimiento de la lámina laminada en frío a una temperatura de 800°C o más y menos de 900°C durante de 5 segundos a 5 minutos.

60 El recocido de la lámina laminada en frío es una etapa importante para recristalizar la fase de ferrita generada en el

recocido de la lámina laminada en caliente y también para ajustar la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N a un intervalo predeterminado. Si la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío es menos de 800°C, la recristalización es insuficiente y no puede conseguirse la elongación predeterminada después de la fractura. Si la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío es de 900°C o más, se genera la fase de martensita y se endurece la lámina de acero, y como resultado no puede conseguirse la elongación predeterminada después de la fractura.

Si el tiempo de mantenimiento es menos de 5 segundos, la recristalización de la fase de ferrita es insuficiente incluso cuando el recocido se realiza a la temperatura predeterminada, de modo que no puede conseguirse la elongación predeterminada después de la fractura. Si el tiempo de mantenimiento es más de 5 minutos, se granulan los granos cristalinos significativamente y disminuye el brillo de la lámina de acero, lo que no es preferible en cuanto a calidad superficial. Por tanto, el recocido de la lámina laminada en frío mantiene la lámina laminada en frío a una temperatura de 800°C o más y menos de 900°C durante de 5 segundos a 5 minutos. El recocido de la lámina laminada en frío mantiene preferiblemente la lámina laminada en frío a una temperatura de 820°C o más y menos de 900°C durante de 5 segundos a 5 minutos. En el caso de la composición química 1 ó 2 mencionada anteriormente, es preferible mantener la lámina laminada en frío a una temperatura de 820°C o más y menos de 880°C durante de 5 segundos a 5 minutos.

Ejemplos

Se obtuvo cada acero cuya composición química se muestra en la tabla 1 mediante la fabricación de acero en un horno de fusión a vacío pequeño de 50 kg. Después de calentar cada lingote de acero a 1150°C durante 1 h, se laminó en caliente el lingote de acero para dar una lámina laminada en caliente de 3,0 mm de grosor. Después de la laminación en caliente, se enfrió con agua la lámina laminada en caliente hasta 600°C y luego se enfrió con aire. Después de esto, se sometió la lámina laminada en caliente a recocido de la lámina laminada en caliente en las condiciones mostradas en la tabla 2, y luego se realizó el descascarillado sobre su superficie mediante granallado y decapado. Se laminó en frío adicionalmente la lámina laminada en caliente hasta 0,8 mm de grosor de lámina. Se sometió la lámina laminada en frío a recocido de la lámina laminada en frío en las condiciones mostradas en la tabla 2, y luego se descascarilló mediante decapado para obtener una lámina laminada en frío y recocida.

La lámina laminada en frío y recocida se evaluó de la siguiente manera.

(1) Fracción de volumen de granos concentrados en C/N

Se midió la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N usando un microanalizador por haz de electrones (EPMA) (JXA-8200 fabricado por JEOL Ltd.). Se cortó una probeta para ensayos de 10 mm de anchura y 15 mm de longitud de la parte central del ancho de la lámina laminada en frío y recocida, se incorporó a una resina para exponer la sección en paralelo con la dirección de la laminación, y se sometió a pulido de espejo sobre su superficie. Se capturó una imagen de la microestructura (imagen electrónica reflejada) de un área de 200 μm \times 200 μm en la parte de grosor de lámina de 1/4 de la muestra incorporada. Se realizó el análisis de gota sobre todos los granos cristalinos presentes en el área capturada, y se midieron las concentraciones de C y N (tensión de aceleración: 15 kV, corriente de iluminación: 1×10^{-7} A, diámetro de gota: 0,5 μm). Tras el análisis de gota, se corrigieron los valores cuantitativos basándose en las curvas de calibración medidas de antemano con una muestra que tenía contenidos de C y de N conocidos. Después de completar la medición de las concentraciones de C y N para cada grano cristalino, se compararon las concentraciones de C y N con los contenidos de C y N (respectivamente designados por C_C y C_N) en el acero obtenidos mediante el análisis en húmedo por separado, y se determinaron los granos cristalinos de ferrita con una concentración de C de $2C_C$ o más y/o una concentración de N de $2C_N$ o más como granos concentrados en C/N. Luego se calculó la razón del área de los granos concentrados en C/N en la imagen de la microestructura y se estableció como la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N.

En todos los ejemplos, se obtuvo una multifase (fase de ferrita) de granos concentrados en C/N y granos no concentrados, y las estructuras distintas de la fase de ferrita fueron menos del 1% en fracción de volumen con respecto al volumen completo de la microestructura.

(2) Dureza Vickers

Se evaluó la dureza Vickers según la norma JIS Z 2244. Se cortó una probeta para ensayos de 10 mm de anchura y 15 mm de longitud de la parte central del ancho de la lámina laminada en frío y recocida, se incorporó a una resina para exponer una sección en paralelo con la dirección de la laminación, y se sometió a pulido de espejo sobre su superficie. Se midió la dureza de parte del grosor de lámina de 1/4 de la sección en 10 puntos con una carga de 1 kgf (\approx 9,8 N) usando un medidor de dureza Vickers, y se estableció el valor medio como la dureza Vickers del acero.

(3) Elongación después de la fractura

Se recogió una probeta para ensayos de tracción JIS n.º 13B de la lámina laminada en frío y recocida de manera que la dirección ortogonal a la dirección de la laminación era la dirección longitudinal de la probeta para ensayos, y se realizó un ensayo de tracción según la norma JIS Z 2241 para medir la elongación después de la fractura. Se aceptó cada probeta para ensayos con elongación después de la fractura del 30% o más (muy bueno) como que tenía muy buena elongación, se aceptó cada probeta para ensayos con elongación después de la fractura del 28% o más (bueno) como que tenía buena elongación, se aceptó cada probeta para ensayos con elongación después de la fractura del 25% o más y menos del 28% (razonable), y se rechazó cada probeta para ensayos con elongación después de la fractura de menos del 25%.

10 (4) Resistencia a la formación de estrías

Se recogió una probeta para ensayos de tracción JIS n.º 5 de la lámina laminada en frío y recocida de manera que la dirección de la laminación era la dirección longitudinal de la probeta para ensayos. Después de pulir la superficie usando papel de esmeril n.º 600, se realizó un ensayo de tracción según la norma JIS Z 2241, y se añadió una deformación por tracción del 20%. Luego se midió la ondulación media aritmética W_a definida en la norma JIS B 0601 (2001) mediante un medidor de rugosidad de superficie sobre la superficie pulida en el centro de la parte paralela de la probeta para ensayos en la dirección ortogonal a la dirección de la laminación, con una longitud de medición de 16 mm, una longitud de onda del filtro de paso bajo de 0,8 mm y una longitud de onda del filtro de paso alto de 8 mm. Se aceptó cada probeta para ensayos con W_a de 2,0 μm o menos (bueno) como que tenía buena resistencia a la formación de estrías, se aceptó cada probeta para ensayos con W_a de más de 2,0 μm y 2,5 μm o menos (razonable), y se rechazó cada probeta para ensayos con W_a de más de 2,5 μm .

(5) Resistencia a la corrosión

25 Se recogió una probeta para ensayos de 60 mm × 100 mm de la lámina laminada en frío y recocida. Después de pulir la superficie usando papel de esmeril n.º 600, se selló la parte final de la superficie de la probeta para ensayos, y se sometió la probeta para ensayos a una prueba de ciclos de pulverización de sales definida en la norma JIS H 8502. Se realizaron ocho ciclos de la prueba de ciclos de pulverización de sales cada uno de los cuales implicó pulverizar las sales (NaCl al 5% en masa, 35°C, pulverización de 2 h) → secar (60°C, 4 h, humedad relativa del 40%) → humedecer (50°C, 2 h, humedad relativa \geq 95%).

35 Se fotografió la superficie de la probeta para ensayos después de ocho ciclos de la prueba de ciclos de pulverización de sales, se midió el área de corrosión de la superficie de la probeta para ensayos mediante el análisis de las imágenes, y se calculó la razón de corrosión ((el área de corrosión en la probeta para ensayos)/(el área completa de la probeta para ensayos) × 100%) a partir de la razón con respecto al área completa de la probeta para ensayos. Se aceptó cada probeta para ensayos con una razón de corrosión del 25% o menos, y se rechazó cada probeta para ensayos con una razón de corrosión de más del 25%.

40 Los resultados de la evaluación de los anteriores (1) a (5) se muestran en la tabla 2.

Tabla 1

ID del acero	Composición química (% en masa)											Observaciones
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	N	Otros		
AA	0,021	0,16	0,80	0,022	0,004	16,4	0,12	0,003	0,035	-		Acero de conformación
AB	0,019	0,15	0,78	0,028	0,006	16,1	0,24	0,002	0,034	-		Acero de conformación
AC	0,018	0,30	0,18	0,026	0,005	16,2	0,11	0,002	0,036	V: 0,04		Acero de conformación
AD	0,028	0,26	0,21	0,031	0,005	17,4	0,10	0,003	0,015	-		Acero de conformación
AE	0,022	0,29	0,31	0,023	0,006	16,3	0,12	0,005	0,051	Mo: 0,4		Acero de conformación
AF	0,022	0,26	0,22	0,033	0,005	16,2	0,08	0,003	0,042	-		Acero de conformación
AG	0,024	0,32	0,12	0,028	0,003	16,1	0,21	0,006	0,019	Ti: 0,04, Ca: 0,0009		Acero de conformación
AH	0,023	0,28	0,24	0,031	0,003	16,4	0,12	0,005	0,034	V: 0,09, B: 0,0031		Acero de conformación
AI	0,025	0,31	0,21	0,020	0,003	16,2	0,13	0,005	0,031	Mg: 0,0021		Acero de conformación
AJ	0,021	0,39	0,23	0,034	0,002	16,3	0,10	0,005	0,039	REM: 0,02		Acero de conformación
AK	0,021	0,34	0,48	0,032	0,006	16,5	0,12	0,024	0,043	Cu: 0,4		Acero de conformación
AL	0,020	0,58	0,39	0,029	0,005	16,7	0,10	0,004	0,031	Nb: 0,05		Acero de conformación
AM	0,018	0,71	0,20	0,034	0,003	16,4	0,09	0,003	0,034	Co: 0,4		Acero de conformación
AN	0,048	0,24	0,61	0,026	0,004	15,7	0,30	0,003	0,041	-		Acero de conformación

Nota: el valor subrayado está fuera del intervalo apropiado.

Tabla 1 (continuación)

ID del acero	Composición química (% en masa)											Observaciones
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	N	Otros		
AO	0,012	0,14	0,81	0,034	0,002	16,4	0,12	0,003	0,037	-		Acero de conformación
AP	0,014	0,15	0,81	0,021	0,004	16,1	0,11	0,003	0,015	-		Acero de conformación
AQ	0,010	0,16	0,79	0,020	0,004	16,3	0,12	0,003	0,010	-		Acero de conformación
AR	0,007	0,15	0,79	0,020	0,005	16,2	0,12	0,004	0,006	-		Acero de conformación
AS	0,015	0,16	0,80	0,021	0,004	16,2	0,11	0,004	0,016	Ti: 0,008, Nb: 0,019		Acero de conformación
AT	0,015	0,15	0,78	0,020	0,005	16,1	0,10	0,004	0,015	Cu: 0,04 V: 0,05		Acero de conformación
BA	<u>0,003</u>	0,31	0,21	0,031	0,005	16,6	0,10	0,004	0,020	-		Acero comparativo
BB	0,016	0,29	0,20	0,031	0,003	16,1	0,12	0,003	<u>0,004</u>	-		Acero comparativo
BC	<u>0,062</u>	0,26	0,29	0,034	0,006	16,2	0,15	0,003	<u>0,067</u>	-		Acero comparativo
BD	0,022	<u>1,13</u>	0,32	0,030	0,004	16,7	0,10	0,003	0,034	-		Acero comparativo
BE	0,022	0,29	<u>1,07</u>	0,030	0,004	16,7	0,09	0,003	0,037	-		Acero comparativo
BF	0,022	0,31	0,25	0,031	0,006	<u>15,3</u>	0,10	0,003	0,039	-		Acero comparativo
BG	0,024	0,34	0,24	0,028	0,005	<u>18,4</u>	0,15	0,004	0,037	-		Acero comparativo

Nota: el valor subrayado está fuera del intervalo apropiado.

Tabla 2

n.º	ID del acero	Condiciones de recocido de la lámina laminada en caliente		Condiciones de recocido de la lámina laminada en frío		Fracción de volumen de granos concentrados en C/N (%)	Dureza Vickers (HV1.0)	Elongación después la de fractura	Resistencia a la formación de estrías	Resistencia a la corrosión	Observaciones
		Temperatura de mantenimiento (°C)	Tiempo de mantenimiento (s)	Temperatura de mantenimiento (°C)	Tiempo de mantenimiento (s)						
1		920	60	810	60	18	164	Aceptado (razonable)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
2	AA	980	60	860	60	27	172	Aceptado (razonable)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
3		980	60	890	60	25	175	Aceptado (razonable)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
4		1020	60	860	60	34	174	Aceptado (razonable)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
5	AB	920	60	810	60	24	168	Aceptado (razonable)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
6	AC	920	60	810	60	14	164	Aceptado (razonable)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
7		980	60	860	60	18	166	Aceptado (bueno)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
8	AD	980	60	860	60	14	162	Aceptado (bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
9	AE	980	60	860	60	29	178	Aceptado (bueno)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
10	AF	980	60	860	60	30	179	Aceptado (bueno)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
11	AG	980	60	860	60	18	165	Aceptado (bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
12	AH	980	60	860	60	15	164	Aceptado (bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
13	AI	980	60	860	60	15	162	Aceptado (bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
14	AJ	980	60	860	60	16	162	Aceptado (bueno)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
15	AK	980	60	860	60	28	173	Aceptado (razonable)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
16	AL	980	60	860	60	14	163	Aceptado (razonable)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
17	AM	980	60	860	60	7	159	Aceptado (razonable)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
18	AN	980	60	860	60	45	169	Aceptado (razonable)	Aceptado (bueno)	Aceptado	Ejemplo
19	AO	980	60	860	60	14	161	Aceptado (razonable)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
20	AP	1000	60	840	60	10	158	Aceptado (muy bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo

Nota: el valor subrayado está fuera del intervalo apropiado.

Tabla 2 (continuación)

n.º	ID del acero	Condiciones de recocido de la lámina laminada en caliente		Condiciones de recocido de la lámina laminada en frío		Fracción de volumen de granos concentrados en C/N (%)	Dureza Vickers (Hv1.0)	Elongación después la de fractura	Resistencia a la formación de estrías	Resistencia a la corrosión	Observaciones
		Temperatura de mantenimiento (°C)	Tiempo de mantenimiento (s)	Temperatura de mantenimiento (°C)	Tiempo de mantenimiento (s)						
21	AQ	1000	60	840	60	8	156	Aceptado (muy bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
22	AR	1000	60	840	60	6	154	Aceptado (muy bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
23	AS	1000	60	840	60	8	158	Aceptado (muy bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
24	AT	1000	60	840	60	7	154	Aceptado (muy bueno)	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo
25	<u>BA</u>	980	60	860	60	<u>1</u>	151	Aceptado (muy bueno)	Rechazado	Aceptado	Ejemplo comparativo
26	<u>BB</u>	980	60	860	60	<u>2</u>	159	Aceptado (muy bueno)	Rechazado	Aceptado	Ejemplo comparativo
27	<u>BC</u>	980	60	860	60	<u>58</u>	174	Rechazado	Aceptado (razonable)	Rechazado	Ejemplo comparativo
28	<u>BD</u>	980	60	860	60	<u>0</u>	161	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Ejemplo comparativo
29	<u>BE</u>	980	60	860	60	11	157	Aceptado (razonable)	Aceptado (razonable)	Rechazado	Ejemplo comparativo
30	<u>BE</u>	980	60	860	60	28	157	Aceptado (bueno)	Aceptado (razonable)	Rechazado	Ejemplo comparativo
31	<u>BG</u>	980	60	860	60	<u>3</u>	167	Aceptado (razonable)	Rechazado	Aceptado	Ejemplo comparativo
32		<u>800</u>	<u>30000</u>	840	60	<u>0</u>	158	Aceptado (bueno)	Rechazado	Aceptado	Ejemplo comparativo
33		<u>860</u>	60	840	60	<u>3</u>	167	Aceptado (razonable)	Rechazado	Aceptado	Ejemplo comparativo
34	AA	980	60	<u>760</u>	60	21	<u>271</u>	Rechazado	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo comparativo
35		980	60	<u>960</u>	60	14	<u>185</u>	Rechazado	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo comparativo
36		<u>800</u>	<u>30000</u>	840	60	<u>0</u>	154	Aceptado (bueno)	Rechazado	Aceptado	Ejemplo comparativo
37	AC	<u>860</u>	60	840	60	<u>3</u>	163	Aceptado (razonable)	Rechazado	Aceptado	Ejemplo comparativo
38		980	60	<u>760</u>	60	18	<u>254</u>	Rechazado	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo comparativo
39		980	60	<u>960</u>	60	16	<u>201</u>	Rechazado	Aceptado (razonable)	Aceptado	Ejemplo comparativo

Nota: el valor subrayado está fuera del intervalo apropiado.

Tal como se muestra en la tabla 2, todos los ejemplos fueron excelentes en conformabilidad y resistencia a la formación de estrías y también excelentes en resistencia a la corrosión.

5 En los ejemplos comparativos n.º 25 y n.º 26, el contenido de C o el contenido de N estaba por debajo del intervalo apropiado, de manera que la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N era menor y la resistencia a la formación de estrías era baja. En el ejemplo comparativo n.º 27, el contenido de C y el contenido de N estaban cada uno por encima del intervalo apropiado, de manera que la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N estaba por encima del intervalo apropiado, y no sólo era baja la elongación después de la fractura sino también la resistencia a la corrosión.

10 En el ejemplo comparativo n.º 28, el contenido de Si estaba por encima del intervalo apropiado, de manera que la elongación después de la fractura era baja. Además, la generación de la fase de martensita durante el recocido de la lámina laminada en caliente era insuficiente, y por tanto la resistencia a la formación de estrías era baja. En el ejemplo comparativo n.º 29, el contenido de Mn estaba por encima del intervalo apropiado, de manera que la resistencia a la corrosión era baja. En el ejemplo comparativo n.º 30, el contenido de Cr estaba por encima del intervalo apropiado, de manera que la resistencia a la corrosión era baja. En el ejemplo comparativo n.º 31, el contenido de Cr estaba por encima del intervalo apropiado, de manera que la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N estaba por debajo del intervalo apropiado y la resistencia a la formación de estrías era baja.

20 En los ejemplos comparativos n.º 32 y n.º 36, la temperatura de mantenimiento y el tiempo de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en caliente estaban cada uno fuera del intervalo apropiado, y la cantidad de fase de martensita generada en el recocido de la lámina laminada en caliente era insuficiente, y por tanto la resistencia a la formación de estrías era baja. En los ejemplos comparativos n.º 33 y n.º 37, la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en caliente estaba por debajo del intervalo apropiado, de manera que la fracción de volumen de los granos concentrados en C/N en la lámina laminada en frío y recocida era insuficiente y la resistencia a la formación de estrías era baja.

30 En los ejemplos comparativos n.º 34 y n.º 38, la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío estaba por debajo del intervalo apropiado, de manera que la recristalización era insuficiente y la dureza era alta, y la elongación después de la fractura era pobre. En los ejemplos comparativos n.º 35 y n.º 39, la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío estaba por encima del intervalo apropiado, de manera que la fase dura de martensita se generó para producir alta dureza, y la elongación después de la fractura era baja.

35 Estos resultados demuestran que puede obtenerse acero inoxidable que tiene una excelente resistencia a la formación de estrías y conformabilidad y que también tiene una excelente resistencia a la corrosión según la divulgación.

Aplicabilidad industrial

40 El acero inoxidable ferrítico según la divulgación es particularmente adecuado para partes formadas por presión elaboradas principalmente mediante abombado y otros usos en los que se requiere una alta estética superficial, tales como utensilios de cocina y utensilios para comer.

REIVINDICACIONES

1. Acero inoxidable ferrítico que comprende:
- 5 una composición química que contiene, en % en masa,
- C: del 0,005% al 0,030%,
- Si: del 0,01% al 1,00%,
- 10 Mn: del 0,01% al 1,0%,
- P: el 0,010% o más y el 0,040% o menos,
- 15 S: el 0,001% o más y el 0,010% o menos,
- Cr: del 16,0% al 18,0%,
- Ni: del 0,01% al 1,0%,
- 20 Al: del 0,001% al 0,10%,
- N: del 0,005% al 0,06%,
- 25 opcionalmente uno o más seleccionados de Cu: del 0,01% al 1,0%, Mo: del 0,01% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5%, y
- opcionalmente uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,25%, Ti: del 0,001% al 0,10%, Nb: del 0,001% al 0,10%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y
- 30 REM: del 0,01% al 0,10%,
- siendo el resto Fe e impurezas accidentales;
- una microestructura que contiene granos concentrados en C/N que son granos cristalinos de ferrita que satisfacen al menos una de una concentración de C de $2C_C$ o más y una concentración de N de $2C_N$ o más, teniendo los granos cristalinos de ferrita una fracción de volumen con respecto a un volumen completo de la microestructura del 5% o más y del 50% o menos, en la que C_C y C_N son respectivamente el contenido de C y el contenido de N en el acero en % en masa, en la que el resto de la microestructura consiste en granos no concentrados y otras estructuras, siendo los granos no concentrados, granos de ferrita distintos de los granos concentrados en C/N, y teniendo las otras estructuras una fracción de volumen total de menos del 1% con respecto al volumen completo de la microestructura; y una dureza Vickers de 180 o menos.
- 35
- 40
2. Acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 1, en el que la composición química contiene, en % en masa, uno o más seleccionados de Cu: del 0,01% al 1,0%, Mo: del 0,01% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5%.
- 45
3. Acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 1 ó 2, en el que la composición química contiene, en % en masa, uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,25%, Ti: del 0,001% al 0,10%, Nb: del 0,001% al 0,10%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10%.
- 50
4. Acero inoxidable ferrítico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- en el que en la composición química, el contenido de C es del 0,005% en masa al 0,030% en masa, el contenido de Si es del 0,25% en masa o más y menos del 0,40% en masa y el contenido de Mn es del 0,05% en masa al 0,35% en masa,
- 55
- la fracción de volumen de los granos cristalinos de ferrita es del 5% o más y del 30% o menos, y
- el acero inoxidable ferrítico comprende además una elongación después de la fractura en una dirección ortogonal a una dirección de la laminación del 28% o más, y una altura de la estría de 2,5 μm o menos.
- 60
5. Acero inoxidable ferrítico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- en el que en la composición química, el contenido de C es del 0,005% en masa al 0,025% en masa, el contenido de Si es del 0,05% en masa o más y menos del 0,25% en masa, el contenido de Mn es del 0,60% en masa al 0,90% en masa y el contenido de N es del 0,005% en masa al 0,025% en masa,
- 65

- la fracción de volumen de los granos cristalinos de ferrita es del 5% o más y del 20% o menos, y
- 5 el acero inoxidable ferrítico comprende además una elongación después de la fractura en una dirección ortogonal a una dirección de la laminación del 30% o más, y una altura de la estría de 2,5 μm o menos.
6. Procedimiento para producir el acero inoxidable ferrítico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo el procedimiento:
- 10 laminar en caliente un planchón de acero que tiene la composición química según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 para dar una lámina laminada en caliente;
- 15 realizar el recocido de la lámina laminada en caliente manteniendo la lámina laminada en caliente a una temperatura de 900°C o más y de 1050°C o menos durante de 5 segundos a 15 minutos, para formar una lámina laminada en caliente y recocida;
- 20 laminar en frío la lámina laminada en caliente y recocida para dar una lámina laminada en frío; y
- 20 realizar el recocido de la lámina laminada en frío manteniendo la lámina laminada en frío a una temperatura de 800°C o más y menos de 900°C durante de 5 segundos a 5 minutos.
7. Procedimiento para producir el acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 6,
- 25 en el que en la composición química, el contenido de C es del 0,005% en masa al 0,030% en masa, el contenido de Si es del 0,25% en masa o más y menos del 0,40% en masa, y el contenido de Mn es del 0,05% en masa al 0,35% en masa,
- 30 la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en caliente es de 940°C o más y de 1000°C o menos, y
- 30 la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío es de 820°C o más y menos de 880°C.
- 35 8. Procedimiento para producir el acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 6,
- 35 en el que en la composición química, el contenido de C es del 0,005% en masa al 0,025% en masa, el contenido de Si es del 0,05% en masa o más y menos del 0,25% en masa, el contenido de Mn es del 0,60% en masa al 0,90% en masa y el contenido de N es del 0,005% en masa al 0,025% en masa,
- 40 la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en caliente es de 960°C o más y de 1050°C o menos, y
- 40 la temperatura de mantenimiento en el recocido de la lámina laminada en frío es de 820°C o más y menos de 880°C.