

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 023**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/02	(2006.01)
B21B 1/26	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
B21B 3/02	(2006.01)	C22C 38/42	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01)	C22C 38/48	(2006.01)
C22C 38/50	(2006.01)		
C22C 38/54	(2006.01)		
C21D 6/00	(2006.01)		
C21D 8/04	(2006.01)		
C21D 1/32	(2006.01)		
C21D 1/673	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2008 PCT/JP2008/061498**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2009 WO09025125**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2008 E 08777563 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 2182085**

54 Título: **Chapa de acero inoxidable ferrítico excelente en cuanto a capacidad de troquelado y procedimiento para la producción de la misma**

30 Prioridad:
20.08.2007 JP 2007213801

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.01.2018

73 Titular/es:
**JFE STEEL CORPORATION (100.0%)
2-3, UCHISAIWAI-CHO, 2-CHOME
CHIYODA-KU, TOKYO, 100-0011, JP**

72 Inventor/es:
**ISHII, TOMOHIRO;
FUNAKAWA, YOSHIMASA;
OKADA, SHUJI y
OHTA, MASAYUKI**

74 Agente/Representante:
MILTENYI, Peter

ES 2 651 023 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

Chapa de acero inoxidable ferrítico excelente en cuanto a capacidad de troquelado y procedimiento para la producción de la misma

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a una chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una trabajabilidad mediante troquelado superior y a un método para fabricar la misma.

Técnica anterior

10 Al tener una resistencia a la corrosión superior y al trabajarse fácilmente, se ha usado una chapa de acero inoxidable ferrítico en diversas aplicaciones, tales como materiales arquitectónicos, máquinas de transporte, electrodomésticos y utensilios de cocina. Con el fin de fabricar estas estructuras, después de cortarse una chapa de acero inoxidable para dar una forma predeterminada, se realiza además un trabajo, tal como conformación o soldadura. Para el corte de una chapa de acero inoxidable ferrítico, se ha usado ampliamente un trabajo de cizallamiento, que tiene una alta productividad.

15 En un trabajo de cizallamiento, se generan rebabas en una sección transversal de una chapa de acero inoxidable ferrítico. En el caso en el que la altura de las rebabas es grande, (a) cuando se transporta una chapa de acero inoxidable ferrítico que se corta hasta una máquina de conformación (tal como una máquina de conformación a presión), puede surgir un problema debido a la presencia de las rebabas, y (b) cuando se realiza soldadura, puesto que puede generarse un espacio en una posición de rebaba de una chapa de acero inoxidable ferrítico que va a soldarse, por ejemplo, puede producirse de manera desfavorable perforación. No sólo se generan rebabas mediante un trabajo de cizallamiento sino que también se generan mediante un trabajo de troquelado tal como se muestra en la figura 1B. Así, se ha deseado el desarrollo de una técnica de troquelado y/o una técnica de cizallamiento que no genera rebabas.

20 En el trabajo de troquelado, puesto que también se forma un plano de corte mediante cizallamiento, el trabajo de troquelado y el trabajo de cizallamiento son esencialmente iguales. Es decir, el mecanismo de generación de rebabas mediante el trabajo de troquelado es el mismo que mediante el trabajo de cizallamiento.

25 Sin embargo, hasta ahora, no se ha realizado de manera suficiente una investigación para impedir la generación de rebabas provocadas por el trabajo de troquelado y/o el trabajo de cizallamiento, y se ha realizado una investigación para suprimir la generación de rebabas a través de una mejora de la capacidad de conformación de una chapa de acero.

30 Por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 10-204588, se ha dado a conocer una técnica en la que se facilita la recristalización definiendo los componentes de una chapa de acero laminada en caliente y la temperatura de enrollado de la misma. Según esta técnica, con el fin de mejorar la capacidad de conformación, se disminuye el contenido de C, P y S para disminuir los precipitados de FeTiP, Ti₄C₂S₂, TiC, y similares. Sin embargo, en el trabajo de troquelado y/o el trabajo de cizallamiento, se genera una rebaba grande.

35 En la publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2002-249857, se ha dado a conocer una técnica en la que se engrosan granos cristalinos de ferrita definiendo los componentes de una chapa de acero inoxidable ferrítico. En esta técnica, se engrosan granos cristalinos de ferrita (GSN de 5,5 a 8,0) para mejorar la capacidad de conformación por estirado de una chapa de acero inoxidable ferrítico. Sin embargo, en el trabajo de troquelado y/o el trabajo de cizallamiento, es probable que se genere una rebaba grande.

40 En la publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2002-12955, se ha dado a conocer una técnica para mejorar la capacidad de conformación a presión en la que se añade Ti, y se suprime la precipitación de TiO₂ y Al₂O₃. Sin embargo, aun cuando se usa la chapa de acero inoxidable ferrítico según esta técnica, en el trabajo de troquelado y/o el trabajo de cizallamiento, también es probable que se genere una rebaba grande.

45 El documento JP 2001 254153 da a conocer un acero inoxidable ferrítico excelente en cuanto a capacidad de soldadura que tiene una estructura en capas que consiste en dos o más clases de composiciones que contienen, en masa, del 0,0005 al 0,08% de C, del 0,01 al 1% de Si, del 0,01 al 1% de Mn, <0,04% de P, del 0,0001 al 0,01% de S, del 10 al 25% de Cr, del 0,0005 al 0,08% de N y del 0,0005 al 0,01% de Mg, que contienen además una o dos clases del 0,01 al 0,8% de Ti y del 0,005 al 0,2% de Al, y el resto impurezas inevitables, que contienen también una o dos clases de Ti y Al y Mg y que contienen óxidos con el tamaño de grano de 0,05 a 5 µm mediante una densidad de distribución de ≥ 3 piezas/mm² en el acero.

55 El documento US 5.492.575 da a conocer un procedimiento para producir una tira delgada de acero inoxidable al Cr que tiene alta tenacidad. Para producir una tira delgada que tiene una alta tenacidad de tira colada a partir de una tira colada delgada de un acero inoxidable al Cr que contiene Nb, Ti, y Al en una cantidad del 0,05% o más, un procedimiento incluye las etapas de: colar una tira colada delgada de un acero inoxidable al Cr que tiene un grosor de 10 mm o menos, conteniendo el acero el 13-25% en peso de Cr, el 0,05-1% en peso de uno o más de Nb, Ti, Al y

V en términos de la cantidad total, el 0,03% en peso o menos de C, el 0,03% en peso o menos de N, y el 0,3-3,0% en peso de Mo según se necesite, y teniendo un valor de \bar{V}_p del 0% o menos; laminar en caliente la tira colada delgada en un intervalo de temperatura de desde 1150°C hasta 950°C a una reducción de grosor del 5 al 50% para formar una tira delgada; o bien enfriar lentamente la tira delgada a una velocidad de 20°C/s o menos o bien mantener la tira delgada durante 5 s o más, en un intervalo de temperatura de desde 1150°C hasta 950°C; y luego enrollar la tira delgada a una temperatura menor de 700°C. El \bar{V}_p en % viene dado por la siguiente fórmula: $420C+470N+23Ni+9Cu+7Mn-11,5Cr-11,5Si-12Mo-23V-47Nb-49Ti-52Al+189$ (elementos respectivos en % en peso).

Se describe una chapa de acero inoxidable ferrítico adicional y un método para generar la misma en el documento US 2001/003293 A1.

Un objeto de la presente invención es proporcionar una chapa de acero inoxidable ferrítico que puede procesarse mediante un trabajo de troquelado y/o un trabajo de cizallamiento sin generar rebabas y un método para fabricar la chapa de acero inoxidable ferrítico anterior. A continuación en el presente documento, el trabajo de troquelado y el trabajo de cizallamiento se denominan colectivamente trabajo de troquelado.

Descripción de la invención

Los inventores de la presente invención llevaron a cabo una extensa investigación sobre las causas de las rebabas generadas cuando se realiza un trabajo de troquelado en una chapa de acero inoxidable ferrítico. Como resultado, se encontró lo siguiente.

(A) Cuando se precipita un carbonitruro complejo de NbTi en límites de grano de los granos cristalinos de ferrita de una chapa de acero inoxidable ferrítico, es probable que se propaguen las grietas provocadas por un trabajo de troquelado, y como resultado, puede impedirse la generación de rebabas.

(B) Cuando el tamaño de grano cristalino de ferrita promedio de una chapa de acero inoxidable ferrítico medido según la norma ASTM E 112 se establece en 20 μm o menos, puede dispersarse uniformemente un carbonitruro complejo de NbTi.

(C) Cuando el límite de elasticidad de una chapa de acero inoxidable ferrítico se establece en 0,65 o más, se suprime el endurecimiento por trabajo provocado por un trabajo de troquelado, y se facilita la propagación de grietas, de modo que puede impedirse la generación de rebabas. La presente invención se realizó basándose en los hallazgos anteriores.

Es decir, la presente invención proporciona una chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una trabajabilidad mediante troquelado superior, que comprende:

una composición que consiste en del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa de C, el 0,13 por ciento en masa o menos de Si, el 0,25 por ciento en masa o menos de Mn, el 0,04 por ciento en masa o menos de P, el 0,005 por ciento en masa o menos de S, el 0,06 por ciento en masa o menos de Al, del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa de N, del 20,5 al 23,5 por ciento en masa de Cr, del 0,3 al 0,6 por ciento en masa de Cu, el 0,5 por ciento en masa o menos de Ni, del 0,3 al 0,5 por ciento en masa de Nb, del 0,05 al 0,15 por ciento en masa de Ti, y opcionalmente el 0,001 por ciento en masa o menos de B, el 0,1 por ciento en masa o menos de Mo, el 0,05 por ciento en masa o menos de V, el 0,01 por ciento en masa o menos de Ca; en la que el resto es Fe e impurezas inevitables; y una estructura en la que el tamaño de grano cristalino de ferrita promedio es de 20 μm o menos, y la razón $[\text{Nb}]/[\text{Ti}]$ del contenido de Nb con respecto al contenido de Ti contenida en un carbonitruro complejo de NbTi presente en los límites de grano cristalino de ferrita está en el intervalo de 1 a 10. Además, el tamaño de grano cristalino de ferrita es un diámetro de grano nominal ASTM obtenido según la norma ASTM E 112.

Además, según la chapa de acero inoxidable ferrítico anterior de la presente invención, el contenido de Nb es del 0,3 al 0,45 por ciento en masa, y el contenido de Ti es del 0,05 al 0,12 por ciento en masa.

Además, la presente invención proporciona un método para fabricar una chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una trabajabilidad mediante troquelado superior, que comprende: realizar una laminación en caliente de una losa que tiene una composición que consiste en del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa de C, el 0,13 por ciento en masa o menos de Si, el 0,25 por ciento en masa o menos de Mn, el 0,04 por ciento en masa o menos de P, el 0,005 por ciento en masa o menos de S, el 0,06 por ciento en masa o menos de Al, del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa de N, del 20,5 al 23,5 por ciento en masa de Cr, del 0,3 al 0,6 por ciento en masa de Cu, el 0,5 por ciento en masa o menos de Ni, del 0,3 al 0,5 por ciento en masa de Nb, del 0,05 al 0,15 por ciento en masa de Ti, y opcionalmente el 0,001 por ciento en masa o menos de B, el 0,1 por ciento en masa o menos de Mo, el 0,05 por ciento en masa o menos de V, el 0,01 por ciento en masa o menos de Ca; en el que el resto es Fe e impurezas inevitables a una temperatura de acabado de laminación en caliente de 900°C o más y a una temperatura de enrollado de 400 a 550°C; realizar un recocido de ablandamiento de una chapa de acero laminada en caliente obtenida; luego realizar un decapado; luego realizar una laminación en frío; y realizar un recocido de recristalización de una chapa de acero laminada en frío obtenida.

Además, según el método anterior para fabricar una chapa de acero inoxidable ferrítico de la presente invención, el

contenido de Nb es del 0,3 al 0,45 por ciento en masa, y el contenido de Ti es del 0,05 al 0,12 por ciento en masa.

Además, según el método para fabricar una chapa de acero inoxidable ferrítico de la presente invención, la temperatura de calentamiento de la losa es de 1.000°C o menos.

5 Según la presente invención, puede fabricarse una chapa de acero inoxidable ferrítico que puede procesarse mediante un trabajo de troquelado sin generar grandes rebabas que provocan un problema a nivel industrial.

Breve descripción de los dibujos

[Figuras 1A y 1B] Las figuras 1A y 1B muestran vistas laterales de un dispositivo de troquelado usado en la presente invención antes y después, respectivamente, de realizarse un trabajo de troquelado.

10 [Figura 2] La figura 2 muestra una vista en planta y una vista lateral de un orificio perforado formado perforando un disco que tiene un diámetro de 10 mm.

Mejores modos de llevar a cabo la invención

En primer lugar, se describirán los motivos para limitar los componentes de una chapa de acero inoxidable ferrítico de la presente invención. Además, tal como se describió anteriormente, un trabajo de troquelado y un trabajo de cizallamiento se denominan colectivamente trabajo de troquelado.

15 C: del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa

C es un elemento que se une a Cr, que se describirá más adelante, para formar un carburo de Cr que hace que el acero inoxidable sea sensible a la corrosión. Así, mediante la adición de Ti y Nb, C se fija en forma de un carbonitruro complejo de NbTi, y se dispersa el carbonitruro complejo de NbTi y se precipita, de modo que se impide la generación de rebabas provocada por un trabajo de troquelado. Cuando el contenido de C es menor del 0,0030 por ciento en masa, no puede obtenerse el efecto anterior. Por otro lado, cuando el contenido es mayor del 0,012 por ciento en masa, no puede suprimirse la generación de un carburo de Cr, y se degrada la resistencia a la corrosión. Además, puesto que se aumenta la cantidad del carbonitruro complejo de NbTi, y es probable que se expandan los granos de ferrita y se engrosen, es probable que se generen rebabas. Así, el contenido de C se establece en el intervalo del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa. Más preferiblemente, el contenido es del 0,004 al 25 0,010 por ciento en masa.

Si: el 0,13 por ciento en masa o menos

Si es un elemento que endurece una chapa de acero inoxidable ferrítico mediante endurecimiento de disolución sólida para degradar la ductilidad. Cuando el contenido de Si es mayor del 0,13 por ciento en masa, se degrada considerablemente la ductilidad de una chapa de acero inoxidable ferrítico. Así, el contenido de Si se establece en el 30 0,13 por ciento en masa o menos. Más preferiblemente, el contenido es del 0,10 por ciento en masa o menos.

Mn: el 0,25 por ciento en masa o menos

Mn es un elemento que degrada la resistencia a la corrosión de una chapa de acero inoxidable ferrítico. Cuando el contenido de Mn es mayor del 0,25 por ciento en masa, además de la degradación de la resistencia a la corrosión, Mn se une a S que se describirá más adelante, y como resultado, es probable que se genere MnS fino. Se precipita MnS en los límites de grano de los granos cristalinos de ferrita y expande los granos cristalinos de ferrita mediante laminación en caliente y/o laminación en frío, y como resultado, se generan rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. Así, el contenido de Mn se establece en el 0,25 por ciento en masa o menos. Más preferiblemente, el contenido es del 0,20 por ciento en masa o menos.

P: el 0,04 por ciento en masa o menos

40 P es un elemento que endurece una chapa de acero inoxidable ferrítico mediante endurecimiento de disolución sólida para degradar la tenacidad. Cuando el contenido de P es mayor del 0,04 por ciento en masa, se degrada considerablemente la tenacidad de una chapa de acero inoxidable ferrítico. Así, el contenido de P se establece en el 0,04 por ciento en masa o menos. Más preferiblemente, el contenido es del 0,03 por ciento en masa o menos.

S: el 0,005 por ciento en masa o menos

45 S es un elemento que se une a Mn o Ti, que se describirá más adelante, para formar MnS o TiS y perturba la cristalización equiaxial de granos cristalinos de ferrita. Cuando el contenido de S es mayor del 0,005 por ciento en masa, puesto que se expanden considerablemente los granos cristalinos de ferrita, se generan rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. Así, el contenido de S se establece en el 0,005 por ciento en masa o menos. Más preferiblemente, el contenido es del 0,003 por ciento en masa o menos.

50 Al: el 0,06 por ciento en masa o menos

Al se usa como agente desoxidante en un procedimiento de fabricación de acero para formar acero inoxidable ferrítico. Con el fin de obtener el efecto anterior, el contenido es preferiblemente del 0,01 por ciento en masa o más. Cuando el contenido de Al es mayor del 0,06 por ciento en masa, Al se une a N, y es probable que se genere AlN. AlN expande los granos cristalinos de ferrita mediante laminación en caliente y/o laminación en frío, de modo que se generan rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. Así, el contenido de Al se establece en el 0,06 por ciento en masa o menos. Sin embargo, cuando el contenido de Al es menor del 0,02 por ciento en masa, no puede obtenerse el efecto desoxidante en un procedimiento de fabricación de acero. Por consiguiente, el contenido de Al está preferiblemente en el intervalo del 0,02 al 0,06 por ciento en masa. Más preferiblemente, el contenido es del 0,02 al 0,045 por ciento en masa.

5

10

N: del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa

N genera un carbonitruro complejo de NbTi. Cuando se dispersa uniformemente un carbonitruro complejo de NbTi en una chapa de acero inoxidable ferrítico, es probable que se propaguen las grietas generadas mediante un trabajo de troquelado, de modo que puede impedirse la generación de rebabas. Cuando el contenido de N es menor del 0,0030 por ciento en masa, no se genera una cantidad suficiente de carburo complejo de NbTi. Por otro lado, cuando el contenido es mayor del 0,012 por ciento en masa, se precipita un nitruro de Cr, de modo que se degrada la resistencia a la corrosión. Así, el contenido de N se establece en el intervalo del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa. Más preferiblemente, el contenido es del 0,0040 al 0,010 por ciento en masa.

15

Cr: del 20,5 al 23,5 por ciento en masa

Cr es un elemento para formar una película de pasivación sobre una superficie de una chapa de acero inoxidable ferrítico para mejorar la resistencia a la corrosión. Cuando el contenido de Cr es menor del 20,5 por ciento en masa, no puede obtenerse una resistencia a la corrosión superior a la de un acero inoxidable que contiene el 18% de Cr, que es un objeto de la presente invención. Por otro lado, cuando el contenido es mayor del 23,5%, puesto que es probable que precipite una fase dura que contiene Cr y Nb, se degrada la trabajabilidad, y además, se perturba la recristalización mediante recocido después de la laminación en caliente (denominado a continuación en el presente documento "recocido blando") y/o mediante recocido después de la laminación en frío (denominado a continuación en el presente documento "recocido de recristalización"), de modo que es probable que los granos cristalinos de ferrita se expandan en la dirección de laminación. Cuando se expanden los granos cristalinos de ferrita, es probable que se generen rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. Así, el contenido de Cr se establece en el intervalo del 20,5 al 23,5 por ciento en masa. Más preferiblemente, el contenido es del 20,5 al 22,5 por ciento en masa.

20

25

30

Cu: del 0,3 al 0,6 por ciento en masa

Cu tiene la función de mejorar adicionalmente la resistencia a la corrosión de una chapa de acero inoxidable ferrítico que contiene el 20,5 por ciento en masa o más de Cr. Cuando el contenido de Cu es menor del 0,3 por ciento en masa, no puede obtenerse el efecto anterior. Por otro lado, cuando el contenido es mayor del 0,6 por ciento en masa, Cu se une a S, y así es probable que se genere CuS. CuS expande los granos cristalinos de ferrita mediante laminación en caliente y/o laminación en frío y genera rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. Así, el contenido de Cu se establece en el intervalo del 0,3 al 0,6 por ciento en masa. Más preferiblemente, el contenido es del 0,3 al 0,5 por ciento en masa. Incluso más preferiblemente, el contenido es del 0,3 al 0,45 por ciento en masa.

35

40

Ni: el 0,5 por ciento en masa o menos

Ni tiene la función de mejorar adicionalmente la resistencia a la corrosión de una chapa de acero inoxidable ferrítico. Con el fin de obtener el efecto anterior, el contenido es preferiblemente 0,1 por ciento en masa o más. Sin embargo, cuando el contenido de Ni es mayor del 0,5 por ciento en masa, se endurece una chapa de acero inoxidable ferrítico, y como resultado, se degrada la ductilidad de la misma. Así, el contenido de Ni se establece en el 0,5 por ciento en masa o menos. Más preferiblemente, el contenido es del 0,4 por ciento en masa o menos.

45

Nb: del 0,3 al 0,5 por ciento en masa

Nb tiene la función de generar un carbonitruro complejo de NbTi en una chapa de acero inoxidable ferrítico y de facilitar la propagación de las grietas generadas en un trabajo de troquelado, de modo que puede impedirse la generación de rebabas. Cuando el contenido de Nb es menor del 0,3 por ciento en masa, se precipita una gran cantidad de carbonitruro de Cr, y como resultado, se degrada la resistencia a la corrosión de una chapa de acero inoxidable ferrítico. Por otro lado, cuando el contenido es mayor del 0,5 por ciento en masa, se genera una fase dura que contiene Cr y Nb, se degrada la trabajabilidad, y además, puesto que no es probable que se genere el carbonitruro complejo de NbTi, se generan rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. Así, el contenido de Nb se establece en el intervalo del 0,3 al 0,5 por ciento en masa. Más preferiblemente, el contenido es del 0,3 al 0,45 por ciento en masa.

50

55

Ti: del 0,05 al 0,15 por ciento en masa

5 Ti tiene la función de generar un carbonitruro complejo de NbTi en una chapa de acero inoxidable ferrítico y de facilitar la propagación de las grietas generadas en un trabajo de troquelado, de modo que puede impedirse la generación de rebabas. Cuando el contenido de Ti es de menos del 0,05 por ciento en masa, no se genera el carbonitruro complejo de NbTi, y se precipita un carbonitruro de Ti y/o un carbonitruro de Nb en granos cristalinos de ferrita. Como resultado, se generan rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. Por otro lado, cuando el contenido es mayor del 0,15 por ciento en masa, se precipita una gran cantidad de TiS, se perturba la cristalización equiaxial de granos de ferrita, y como resultado, se generan rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. Así, el contenido de Ti se establece en el intervalo del 0,05 al 0,15 por ciento en masa. Más preferiblemente, el contenido es del 0,05 al 0,12 por ciento en masa.

10 El resto de componentes distintos a los descritos anteriormente contiene Fe e impurezas inevitables. La cantidad de las impurezas inevitables se disminuye preferiblemente para que sea tan baja como sea posible.

Además, en la chapa de acero inoxidable ferrítico de la presente invención, está contenido preferiblemente al menos uno seleccionado del grupo que consiste en B, Mo, V y Ca.

15 Por ejemplo, puede estar contenido el 0,001 por ciento en masa o menos de B, el 0,1 por ciento en masa o menos de Mo, el 0,05 por ciento en masa o menos de V, y el 0,01 por ciento en masa o menos de Ca.

B: el 0,001 por ciento en masa o menos

20 Cuando se añade una cantidad muy pequeña de B, se forman núcleos de recristalización, y como resultado, se obtiene un efecto de refinado de grano de granos cristalinos. Con el fin de obtener el efecto anterior, el contenido es preferiblemente del 0,0001 por ciento en masa o más. Sin embargo, cuando se añade más del 0,001 por ciento en masa de B, puede degradarse la trabajabilidad debido a endurecimiento del acero, y pueden producirse defectos de superficie. Así, el contenido de B se establece en el 0,001 por ciento en masa o menos.

Mo: el 0,1 por ciento en masa o menos

25 Mo es un elemento para endurecer una película de pasivación, facilitar una nueva pasivación después de la generación de corrosión, y mejorar la resistencia a la corrosión del acero inoxidable. Con el fin de obtener el efecto anterior, el contenido es preferiblemente del 0,01 por ciento en masa o más. Sin embargo, cuando se añade más del 0,1 por ciento en masa, se degrada la trabajabilidad, tal como trabajabilidad a presión, mediante endurecimiento de disolución sólida. Así, el contenido de Mo se establece en el 0,1 por ciento en masa o menos.

V: el 0,05 por ciento en masa o menos

30 V es un elemento para mejorar la resistencia a la corrosión de acero inoxidable. Con el fin de obtener el efecto anterior, el contenido es preferiblemente del 0,01 por ciento en masa o más. Sin embargo, cuando se añade más del 0,05 por ciento en masa, se endurece el acero, y como resultado, se degrada la trabajabilidad. Así, el contenido de V se establece en el 0,05 por ciento en masa o menos.

Ca: el 0,01 por ciento en masa o menos

35 Ca es un elemento para impedir que el acero fundido se adhiera a los dispositivos de fabricación de acero, tales como una boquilla. Puede obtenerse este efecto a un contenido del 0,001 por ciento en masa o más. Sin embargo, cuando se añade más del 0,01 por ciento en masa, se precipita Ca en forma, por ejemplo, de CaO y CaS en el acero. Puesto que estas inclusiones se disuelven fácilmente en agua y aumentan el pH local, se inicia la corrosión a partir de las mismas. Así, el contenido de Ca se establece en el 0,01 por ciento en masa o menos.

A continuación, se describirá la estructura de la chapa de acero inoxidable ferrítico de la presente invención.

40 Tamaño de granos promedio de los granos cristalinos de ferrita: 20 μm o menos

45 El tamaño de los granos cristalinos de ferrita de una chapa de acero inoxidable ferrítico tiene una influencia significativa sobre la altura de las rebabas generadas mediante un trabajo de troquelado. Cuando el tamaño de grano es mayor de 20 μm , se aumenta la deformación de cada grano cristalino de ferrita, y así, es probable que se generen rebabas que tienen una gran altura. Por consiguiente, el tamaño de grano de los granos cristalinos de ferrita se establece en 20 μm o menos. A propósito, el tamaño de grano cristalino de ferrita es un diámetro de grano nominal ASTM obtenido según la norma ASTM E 112.

Razón [Nb]/[Ti] entre el contenido de Nb y el contenido de Ti contenida en el carbonitruro complejo de NbTi: de 1 a 10

50 Se generan grietas provocadas por un trabajo de troquelado desde las interfases entre granos cristalinos de ferrita y precipitados presentes en los límites de grano de las mismas y se propagan a lo largo de los límites de grano. Así, cuando se hace que precipite un carbonitruro complejo de NbTi en los límites de grano de los granos cristalinos de ferrita, y cuando se hace que se genera un gran número de grietas a partir del carbonitruro y se hace además que se combinen entre sí, puede realizarse fácilmente un corte. Como resultado, puede impedirse la generación de rebabas

5 en un trabajo de troquelado. Cuando la razón $[Nb]/[Ti]$ entre el contenido de Nb y el contenido de Ti contenida en el carbonitruro complejo de NbTi es menor de 1, se aumenta la adhesión entre los límites de grano de ferrita y el carbonitruro complejo de NbTi en un trabajo de troquelado, no es probable que se generen grietas, y como resultado, se aumenta la altura de las rebabas. Por otro lado, cuando la razón $[Nb]/[Ti]$ entre el contenido de Nb y el contenido de Ti contenida en el carbonitruro complejo de NbTi es mayor de 10, el carbonitruro complejo de NbTi se particulariza, y como resultado, tampoco es probable que se generen grietas en las interfases formadas con los límites de grano de ferrita. Así, la razón $[Nb]/[Ti]$ entre el contenido de Nb y el contenido de Ti contenida en el carbonitruro complejo de NbTi se establece en el intervalo de 1 a 10.

10 Además, como método para medir la razón $[Nb]/[Ti]$ entre el contenido de Nb y el contenido de Ti contenida en el carbonitruro complejo de NbTi, después de formarse una película delgada a partir de una parte central de una chapa de acero inoxidable ferrítico en la dirección del grosor mediante un método de doble chorro, se miden el contenido de Nb $[Nb]$ y el contenido de Ti $[Ti]$ del carbonitruro complejo de NbTi (inclusiones en las que se mezclan conjuntamente un carbonitruro de Nb y un carbonitruro de Ti a nivel atómico, o inclusiones precipitadas en las que un carbonitruro funciona como sitios de precipitación y el otro carbonitruro se adhiere al mismo) precipitados en los límites de grano, mediante un microscopio electrónico de transmisión, y se calcula el valor de $[Nb]/[Ti]$.

15 A continuación, se describirán las propiedades mecánicas de la chapa de acero inoxidable ferrítico de la presente invención.

Límite de elasticidad: 0,65 o más

20 Cuando el límite de elasticidad de una chapa de acero inoxidable ferrítico es menor de 0,65, puesto que es probable que se produzca endurecimiento por trabajo mediante un trabajo de troquelado, se aumenta la deformación de cada grano cristalino de ferrita, y así es probable que se generen rebabas que tienen una gran altura en un trabajo de troquelado. La chapa de acero inoxidable ferrítico de la presente invención tiene un límite de elasticidad de 0,65 o más.

A continuación, se describirá un método para fabricar la chapa de acero inoxidable ferrítico de la presente invención.

25 Después de formarse un acero inoxidable ferrítico que tiene componentes predeterminados mediante fusión y conformarse luego adicionalmente para dar una losa, se realiza laminación en caliente (temperatura de acabado: 900°C o más, temperatura de enrollado: de 400 a 550°C) mediante calentamiento hasta 1.000°C o más, de modo que se forma una chapa de acero laminada en caliente.

Temperatura de calentamiento de la losa: 1.000°C o más

30 Se funden de una vez los carburos y nitruros mediante el calentamiento de una losa, y se definen la temperatura de acabado y la temperatura de enrollado, de modo que se hace que precipite un carbonitruro complejo de NbTi en los límites de grano de los granos cristalinos de ferrita. Así, la temperatura de calentamiento de la losa se establece preferiblemente en 1.000°C o más. En este caso, puesto que la losa se deforma a alta temperatura, y no puede realizarse fácilmente la fabricación, el límite superior de la temperatura de calentamiento de la losa es de 1.250°C.

35 Un intervalo más preferido es de 1.050 a 1.200°C.

Temperatura de acabado: 900°C o más

40 Cuando la temperatura de acabado es menor de 900°C, se perturba la recristalización durante la laminación en caliente, de modo que se expanden los granos cristalinos de ferrita en la dirección de laminación mediante laminación en caliente. Así, es probable que se generen rebabas que tienen una gran altura cuando se procesa una chapa de acero inoxidable ferrítico mediante un trabajo de troquelado. Por consiguiente, la temperatura de acabado se establece en 900°C o más. Además, por el motivo de impedir el gripado con un cilindro de laminación, el límite superior de la temperatura de acabado es de 1.050°C. Más preferiblemente, la temperatura de acabado está en el intervalo de 920 a 1.000°C.

Temperatura de enrollado: de 400 a 550°C

45 La temperatura de enrollado de una chapa de acero laminada en caliente tiene la importante función de precipitar un carbonitruro complejo de NbTi en los límites de grano de los granos cristalinos de ferrita. Cuando la temperatura de enrollado es menor de 400°C, no se precipita el carbonitruro complejo de NbTi. Más preferiblemente, la temperatura de enrollado está en el intervalo de 450 a 530°C.

50 Por otro lado, cuando la temperatura de enrollado de una chapa de acero laminada en caliente es mayor de 550°C, se precipita una fase dura que contiene Nb y Cr, y como resultado, se degrada considerablemente la tenacidad.

Así, la temperatura de enrollado de una chapa de acero laminada en caliente se establece en el intervalo de 400 a 550°C. Cuando la temperatura de enrollado está en este intervalo, se precipita el carbonitruro complejo de NbTi en los límites de grano de los granos cristalinos de ferrita.

La chapa de acero laminada en caliente así obtenida se procesa mediante recocido de ablandamiento y se procesa

adicionalmente mediante decapado. Las condiciones del recocido de ablandamiento y las del decapado no están limitadas particularmente, y se realizan estos procedimientos según métodos conocidos. Por ejemplo, como intervalo de condiciones preferidas para el recocido de ablandamiento, la temperatura es de 900 a 1.100°C, y el tiempo es de 30 a 180 segundos. A continuación, se realiza una laminación en frío, de modo que se obtiene una chapa de acero laminada en frío. La chapa de acero laminada en frío así obtenida se procesa mediante recocido de recristalización, de modo que se obtiene una chapa de acero inoxidable ferrítico. Las condiciones de la laminación en frío y las del recocido de recristalización no están limitadas particularmente, y se realizan estos procedimientos según métodos conocidos. Por ejemplo, como intervalo de condiciones preferidas para el recocido de recristalización, la temperatura es de 900 a 1.100°C, y el tiempo es de 30 a 180 segundos. Además, la chapa de acero laminada en frío puede procesarse mediante laminación de templado. El ángulo de desmoldeo de la laminación de templado está preferiblemente en el intervalo del 0,5% al 1,5%.

Ejemplos

Después de que se formó cada acero inoxidable ferrítico que tenía los componentes mostrados en la tabla 1 mediante fusión y se moldeó adicionalmente para dar una losa, se realizó una laminación en caliente, de modo que se obtuvo una chapa de acero laminada en caliente que tenía un grosor de 3 mm. Se muestran las condiciones de la laminación en caliente en la tabla 2. Se procesó la chapa de acero laminada en caliente así obtenida mediante recocido de ablandamiento (temperatura: de 900 a 1.100°C, tiempo: de 100 a 500 segundos) y se procesó adicionalmente mediante decapado. Posteriormente, se realizó una laminación en frío, de modo que se obtuvo una chapa de acero laminada en frío que tenía un grosor de 0,8 mm.

Se procesó la chapa de acero laminada en frío así obtenida mediante recocido de recristalización (temperatura: de 900 a 1.100°C, tiempo: de 100 a 500 segundos) y se procesó adicionalmente mediante decapado.

Después de que se formó una película delgada a partir de una parte central de la chapa de acero inoxidable ferrítico así formada en la dirección del grosor mediante un método de doble chorro, se midieron el contenido de Nb [Nb] y el contenido de Ti [Ti] de un carbonitruro complejo de NbTi precipitados en los límites de grano mediante un microscopio electrónico de transmisión, y se calculó el valor de [Nb]/[Ti]. Después de que se expuso una estructura mediante pulido de una sección transversal de grosor de chapa en paralelo a la dirección de laminación, se observó el tamaño de grano de ferrita usando un microscopio óptico. A continuación, se trazaron 5 segmentos de línea que tenían cada uno una longitud real de 500 µm en una fotografía en cada una de la dirección longitudinal y la dirección lateral, y se contó el número de intersecciones entre los segmentos de línea y los límites de grano cristalino mostrado en la fotografía. Se obtuvo el diámetro de grano nominal ASTM de tal modo que se dividió la longitud total de los segmentos de línea entre el número de intersecciones, y se multiplicó el valor obtenido de ese modo por 1,13. Se muestran los resultados en la tabla 2. Además, se realizó la medición del tamaño de grano usando un campo de visión arbitrario.

Además, se formó una probeta para ensayo de tracción JIS-n.º 13B a partir de la chapa de acero inoxidable ferrítico, y se realizó un ensayo de tracción. Se muestran los resultados en la tabla 2. Se obtuvo la probeta para ensayo de tracción de modo que la dirección de tracción era paralela a la dirección de laminación.

Además, se obtuvo una probeta para ensayo de troquelado (de 100 mm por 100 mm) cortando la chapa de acero inoxidable ferrítico, y se realizó un ensayo de troquelado usando un dispositivo de troquelado mostrado en las figuras 1A y 1B. Después de formarse un orificio redondo que tenía un diámetro de 10 mm mediante un trabajo de troquelado en una parte central de la probeta para ensayo de troquelado, se midió la altura de las rebabas. Se muestran los resultados en la tabla 2. Además, en la figura 2, se muestra una vista esquemática de una rebaba de un orificio perforado formado mediante el troquelado de un disco que tenía un diámetro de 10 mm. Se midió la altura de la rebaba de un orificio redondo en 4 puntos a intervalos regulares de 90°, y se obtuvo a partir de lo mismo el promedio de la altura.

Los n.ºs 1 a 5 de la tabla 2 son ejemplos en cada uno de los cuales se cambió el contenido de C. Aunque la altura de la rebaba de los n.ºs 2 a 4 que estaban dentro del intervalo de la presente invención era de 50 µm o menos, en los n.ºs 1 y 5 que estaban fuera del intervalo de la presente invención, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm.

Los n.ºs 6 a 10 son ejemplos en cada uno de los cuales se cambió el contenido de Nb. La altura de la rebaba de los n.ºs 7 a 9 que estaban dentro del intervalo de la presente invención era de 50 µm o menos. En el n.º 6 en el que el contenido de Nb era menor que el intervalo de la presente invención, además de un bajo valor de [Nb]/[Ti], el tamaño de grano de los granos cristalinos de ferrita era grande, y el límite de elasticidad era pequeño. Así, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm. En el n.º 10 en el que el contenido de Nb era mayor que el intervalo de la presente invención, se expandieron los granos cristalinos de ferrita, y se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm.

Los n.ºs 11 a 15 son ejemplos en cada uno de los cuales se cambió el contenido de Ti. La altura de la rebaba de los n.ºs 12 a 14 que estaban dentro del intervalo de la presente invención era de 50 µm o menos. En el n.º 11 en el que el contenido de Ti era menor que el intervalo de la presente invención, el tamaño de grano de los granos cristalinos

de ferrita era grande, y el límite de elasticidad era pequeño. Puesto que la cantidad de precipitación del carbonitruro complejo de NbTi era pequeña, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm. En el n.º 15 en el que el contenido de Ti era mayor que el intervalo de la presente invención, además de un bajo valor de [Nb]/[Ti], el tamaño de grano de los granos cristalinos de ferrita era grande, y el límite de elasticidad era pequeño. Así, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm.

Los n.ºs 16 a 20 son ejemplos en cada uno de los cuales se cambió el contenido de N. La altura de la rebaba de los n.ºs 17 a 19 que estaban dentro del intervalo de la presente invención era de 50 µm o menos. En el n.º 16 en el que el contenido de N era menor que el intervalo de la presente invención, puesto que la cantidad del carbonitruro complejo de NbTi era pequeña, y el valor de [Nb]/[Ti] era pequeño, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm. En el n.º 20 en el que el contenido de N era mayor que el intervalo de la presente invención, además de un alto valor de [Nb]/[Ti], el tamaño de grano de los granos cristalinos de ferrita era grande, y el límite de elasticidad era pequeño. Así, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm.

Los n.ºs 21 a 25 son ejemplos en los cuales se cambiaron las condiciones de la laminación en caliente. La altura de la rebaba de los n.ºs 23 y 24 que estaban dentro del intervalo de la presente invención era de 50 µm o menos. En el n.º 21 en el que la temperatura de acabado y la temperatura de enrollado estaban fuera del intervalo de la presente invención, además de un bajo valor de [Nb]/[Ti], el tamaño de grano de los granos cristalinos de ferrita era grande, y el límite de elasticidad era pequeño. Así, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm. En el n.º 22 en el que la temperatura de enrollado era menor que el intervalo de la presente invención, además de un bajo valor de [Nb]/[Ti], el tamaño de grano de los granos cristalinos de ferrita era grande, y el límite de elasticidad era pequeño. Así, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm. En el n.º 25 en el que la temperatura de enrollado era mayor que el intervalo de la presente invención, además de un alto valor de [Nb]/[Ti], el tamaño de grano de los granos cristalinos de ferrita era grande, y el límite de elasticidad era pequeño. Así, se generó una rebaba que tenía una altura de más de 100 µm.

TABLA 1												
N.º	COMPONENTE (POR CIENTO EN MASA)											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	N	Cu	Ni	Nb	Ti
1	0,0011	0,13	0,16	0,028	0,002	20,8	0,041	0,0077	0,39	0,13	0,38	0,08
2	0,0048	0,13	0,16	0,028	0,002	20,8	0,041	0,0077	0,39	0,13	0,38	0,08
3	0,0085	0,13	0,16	0,028	0,003	20,8	0,041	0,0077	0,39	0,12	0,38	0,08
4	0,0105	0,13	0,16	0,028	0,002	20,8	0,041	0,0077	0,39	0,14	0,38	0,08
5	0,0023	0,13	0,16	0,028	0,002	20,8	0,041	0,0077	0,39	0,12	0,38	0,08
6	0,0066	0,06	0,21	0,032	0,001	22,3	0,024	0,0098	0,56	0,25	0,12	0,12
7	0,007	0,06	0,21	0,033	0,001	22,3	0,025	0,0098	0,56	0,25	0,35	0,12
8	0,0068	0,06	0,21	0,031	0,001	22,3	0,025	0,0098	0,56	0,25	0,43	0,12
9	0,0066	0,06	0,21	0,032	0,001	22,3	0,025	0,0098	0,56	0,25	0,48	0,12
10	0,0066	0,06	0,21	0,032	0,001	22,3	0,025	0,0098	0,56	0,24	0,65	0,12
11	0,0102	0,08	0,13	0,018	0,004	20,5	0,055	0,0065	0,43	0,42	0,41	0,001
12	1,0107	0,08	0,13	0,018	0,004	20,5	0,055	0,0065	0,43	0,42	0,41	0,07
13	0,0105	0,08	0,13	0,018	0,004	20,5	0,055	0,0065	0,43	0,42	0,41	0,11
14	0,0108	0,08	0,13	0,018	0,004	20,5	0,055	0,0065	0,43	0,42	0,41	0,14
15	0,0105	0,08	0,13	0,018	0,004	20,5	0,055	0,0065	0,43	0,42	0,41	0,26
16	0,0057	0,05	0,18	0,036	0,001	21,2	0,041	0,0011	0,41	0,33	0,48	0,07
17	0,0059	0,05	0,18	0,035	0,001	21,2	0,041	0,0039	0,41	0,33	0,48	0,07
18	0,0055	0,05	0,18	0,035	0,001	21,2	0,041	0,0066	0,41	0,33	0,48	0,07
19	0,0057	0,05	0,18	0,036	0,001	21,2	0,041	0,0105	0,41	0,33	0,48	0,07
20	0,0023	0,08	0,18	0,035	0,001	22,0	0,041	0,0212	0,41	0,33	0,48	0,07
21	0,0082	0,12	0,16	0,036	0,002	23,0	0,034	0,0107	0,34	0,44	0,34	0,09
22	0,0082	0,12	0,16	0,036	0,002	23,0	0,034	0,0102	0,34	0,44	0,34	0,09
23	0,0085	0,12	0,16	0,036	0,002	23,0	0,034	0,0105	0,34	0,44	0,34	0,09
24	0,0083	0,12	0,16	0,036	0,002	23,0	0,034	0,0107	0,34	0,44	0,34	0,09
25	0,0083	0,12	0,16	0,036	0,002	23,0	0,034	0,0108	0,34	0,45	0,34	0,09

TABLA 2										
N.º	LAMINACIÓN EN CALIENTE			CARBO-NITRURO COMPUESTO DE NbTi	GRANOS CRISTALINOS DE FERRITA	PROPIEDADES MECÁNICAS			TRABAJO DE TROQUELADO	OBSERVACIONES
	TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DE ACABADO (°C)	TEMPERATURA DE ENROLLADO (°C)	[Nb]/[Ti]	TAMAÑO DE GRANO (µm)	LÍMITE DE ELASTICIDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	ALARGAMIENTO (%)	ALTURA DE REBABA (µm)	
1	1200	940	420	4,4	32	0,61	440	36	123	EJEMPLO COMPARATIVO
2	1200	940	420	4,4	18	0,74	465	35	30	EJEMPLO DE LA INVENCIÓN
3	1200	940	420	4,4	15	0,75	476	34	31	
4	1200	940	420	4,4	15	0,76	480	32	33	EJEMPLO COMPARATIVO
5	1200	940	420	4,4	26 (GRANO EXPANDIDO)	0,80	539	26	135	
6	1170	980	400	0,9	25	0,62	451	34	110	EJEMPLO DE LA INVENCIÓN
7	1170	980	400	2,7	16	0,75	468	34	36	
8	1170	980	400	3,3	17	0,76	477	33	32	EJEMPLO COMPARATIVO
9	1170	980	400	3,7	17	0,76	484	33	33	
10	1170	980	400	5,0	39 (GRANO EXPANDIDO)	0,61	446	35	132	EJEMPLO DE LA INVENCIÓN
11	1150	900	400	-	26	0,63	451	34	105	
12	1150	900	400	5,4	18	0,76	467	33	33	EJEMPLO COMPARATIVO
13	1150	900	400	3,4	17	0,77	473	33	34	
14	1150	900	400	2,7	16	0,77	479	32	35	EJEMPLO DE LA INVENCIÓN
15	1150	900	400	0,8	28 (GRANO EXPANDIDO)	0,61	443	33	122	
16	1180	950	440	0,6	17	0,75	465	33	131	EJEMPLO DE LA INVENCIÓN
17	1180	950	440	6,3	16	0,74	466	32	45	
18	1180	950	440	6,8	15	0,76	467	32	37	EJEMPLO COMPARATIVO
19	1180	950	440	7,1	15	0,76	465	33	34	
20	1180	950	440	1,6	26	0,63	466	35	139	EJEMPLO DE LA INVENCIÓN
21	1160	800	400	0,6	45 (GRANO EXPANDIDO)	0,64	478	32	144	
22	1160	950	350	0,7	36 (GRANO EXPANDIDO)	0,66	468	34	137	EJEMPLO COMPARATIVO
23	1160	950	440	3,5	16	0,73	478	33	42	
24	1160	950	500	3,5	17	0,72	481	32	43	EJEMPLO DE LA INVENCIÓN
25	1160	950	650	2,3	25 (GRANO EXPANDIDO)	0,65	467	31	146	

REIVINDICACIONES

1. Chapa de acero inoxidable ferrítico, que comprende:
una composición que consiste en
del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa de C,
5 el 0,13 por ciento en masa o menos de Si,
el 0,25 por ciento en masa o menos de Mn,
el 0,04 por ciento en masa o menos de P,
el 0,005 por ciento en masa o menos de S,
el 0,06 por ciento en masa o menos de Al,
10 del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa de N,
del 20,5 al 23,5 por ciento en masa de Cr,
del 0,3 al 0,6 por ciento en masa de Cu,
el 0,5 por ciento en masa o menos de Ni,
del 0,3 al 0,5 por ciento en masa de Nb, del 0,05 al 0,15 por ciento en masa de Ti;
15 y opcionalmente
el 0,001 por ciento en masa o menos de B,
el 0,1 por ciento en masa o menos de Mo,
el 0,05 por ciento en masa o menos de V, el 0,01 por ciento en masa o menos de Ca;
en la que
20 el resto es Fe e impurezas inevitables; y
una estructura en la que el tamaño de grano cristalino de ferrita es de 20 μm o menos, y la razón $[\text{Nb}]/[\text{Ti}]$
del contenido de Nb con respecto al contenido de Ti contenida en un carbonitruro complejo de NbTi
presente en los límites de grano cristalino de ferrita está en el intervalo de 1 a 10.
- 25 2. Chapa de acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 1, en la que el contenido de Nb es del 0,3 al 0,45
por ciento en masa, y el contenido de Ti es del 0,05 al 0,12 por ciento en masa.
3. Método para fabricar una chapa de acero inoxidable ferrítico que comprende:
realizar una laminación en caliente de una losa que tiene una composición que consiste en
del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa de C,
el 0,13 por ciento en masa o menos de Si,
30 el 0,25 por ciento en masa o menos de Mn,
el 0,04 por ciento en masa o menos de P,
el 0,005 por ciento en masa o menos de S,
el 0,06 por ciento en masa o menos de Al,
del 0,0030 al 0,012 por ciento en masa de N,
35 del 20,5 al 23,5 por ciento en masa de Cr,
del 0,3 al 0,6 por ciento en masa de Cu,
el 0,5 por ciento en masa o menos de Ni,
del 0,3 al 0,5 por ciento en masa de Nb,

del 0,05 al 0,15 por ciento en masa de Ti,

y opcionalmente

el 0,001 por ciento en masa o menos de B,

el 0,1 por ciento en masa o menos de Mo,

5 el 0,05 por ciento en masa o menos de V, el 0,01 por ciento en masa o menos de Ca;

en el que el resto es Fe e impurezas inevitables a una temperatura de acabado de laminación en caliente de 900°C o más y a una temperatura de enrollado de 400 a 550°C; realizar un recocido de ablandamiento de una chapa de acero laminada en caliente obtenida; luego realizar un decapado; luego realizar una laminación en frío; y realizar un recocido de recristalización de una chapa de acero laminada en frío obtenida.

10

4. Método para fabricar la chapa de acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 3, en el que el contenido de Nb es del 0,3 al 0,45 por ciento en masa, y el contenido de Ti es del 0,05 al 0,12 por ciento en masa.

5. Método para fabricar la chapa de acero inoxidable ferrítico según una de las reivindicaciones 3 ó 4, en el que la temperatura de calentamiento de la losa es de 1.000°C o menos.

15

FIG.1A

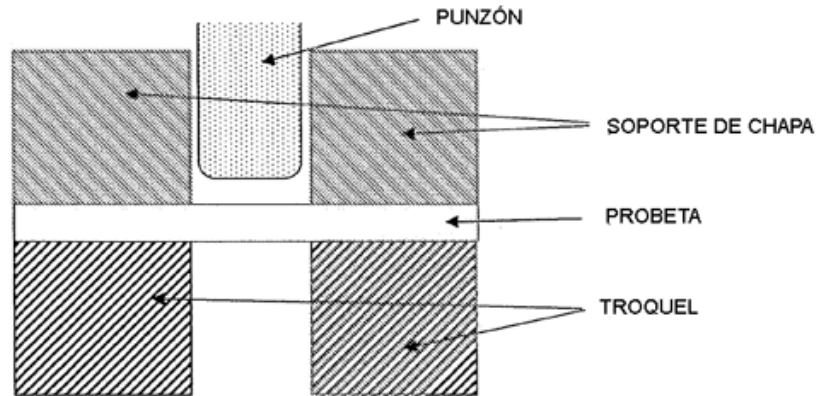


FIG.1B

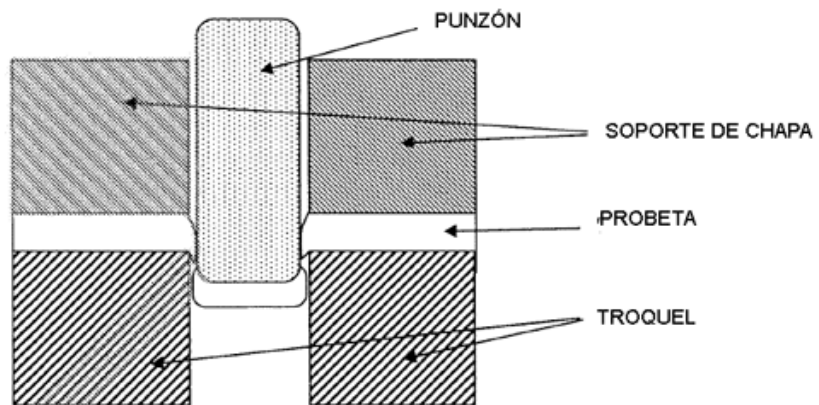


FIG.2

