

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 177**

51 Int. Cl.:

<b>C22C 38/42</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/52</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/50</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/46</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/48</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/54</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/02</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/60</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/04</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)		
<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)		
<b>C21D 8/02</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/44</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2016 PCT/JP2016/004336**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.04.2017 WO17056471**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2016 E 16850651 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3318654**

54 Título: **Chapa de acero inoxidable ferrítico**

30 Prioridad:

**30.09.2015 JP 2015192442**

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

**14.10.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NISHIDA, SHUJI;  
ISHII, TOMOHIRO;  
FUJISAWA, MITSUYUKI y  
KAMI, CHIKARA**

74 Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

ES 2 727 177 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

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a una chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una excelente resistencia a la corrosión, sólo una pequeña cantidad de defectos de superficie y una excelente tenacidad.

**10 Antecedentes de la técnica**

Una chapa de acero inoxidable ferrítico, que no contiene Ni en una gran cantidad, es un material que tiene un precio inferior y una estabilidad de precios más excelente que los de una chapa de acero inoxidable austenítico. Además, las chapas de acero inoxidable ferrítico se usan en diversas aplicaciones tales como materiales de construcción, máquinas de transporte, electrodomésticos y aparatos de cocina, puesto que tienen una resistencia al óxido excelente.

La clase de chapa de acero inoxidable ferrítico que se usa particularmente en un entorno fuertemente corrosivo es una chapa de acero inoxidable de tipo SUS443J1 (JIS G 4305), que tiene una excelente resistencia a la corrosión equivalente a la de una chapa de acero inoxidable de tipo SUS304 (JIS G 4305, basado en Cr 18% en masa-Ni 8% en masa), que es un acero inoxidable austenítico, como resultado de contener del 20,0% en masa al 23,0% en masa de Cr, del 0,3% en masa al 0,8% en masa de Cu y cantidades suficientes de elementos químicos estabilizantes (Ti, Nb y Zr).

La clase de acero inoxidable de tipo SUS443J1 que se usa comúnmente es acero inoxidable de tipo SUS443J1 que contiene principalmente Ti como elemento químico estabilizante. Tal acero es excelente en cuanto a trabajabilidad porque se promueve el crecimiento de textura como resultado de contener Ti. Además, puesto que tal acero está suficientemente ablandado incluso en el caso en el que se realiza laminación en frío-recocido de la chapa a una temperatura inferior a la del acero que contiene Nb, es posible fabricar tal acero usando una línea de laminación en frío-recocido de la chapa y decapado que se usa para acero común, lo que da como resultado una alta productividad. Sin embargo, en el caso de acero inoxidable de tipo SUS443J1 que contiene Ti, puede haber un caso en el que se producen en la superficie sojas (defectos de superficie), que deterioran el aspecto estético. Se sabe que las sojas mencionadas anteriormente están provocadas por TiN grueso que se forma sobre la superficie cuando se realiza la colada. Además, existe el problema de la baja tenacidad con acero inoxidable de tipo SUS443J1 que contiene Ti. Esto se debe a que se forma TiN grueso, que se convierte en un punto de partida preferente en que se produce fractura.

El documento de patente 1 y el documento de patente 2 describen la prevención de defectos de superficie y la mejora de la tenacidad con respecto a acero inoxidable ferrítico que contiene Ti.

El documento de patente 1 divulga un método para fabricar acero inoxidable ferrítico que contiene Ti que tiene una excelente resistencia a la formación de nervios y buena calidad de superficie. En el documento de patente 1, el defecto de superficie de una chapa de acero recocida y laminada en frío se evita controlando la temperatura de solidificación del acero, la temperatura de colada y la temperatura de precipitación de TiN en el acero de modo que se satisface una relación especificada con el fin de controlar la precipitación de TiN cuando se cuela el acero fundido.

El documento de patente 2 divulga una chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una excelente tenacidad y buena resistencia a la corrosión y que es excelente en cuanto a productividad y eficiencia económica y un método para fabricar la chapa de acero. En el documento de patente 2, la tenacidad de una chapa de acero recocida y laminada en caliente y la tenacidad de una chapa de acero recocida y laminada en frío se mejoran permitiendo que existan nitruros en el acero en forma de ZrN.

El documento WO 2008/082096 A1 divulga un acero inoxidable ferrítico con alto contenido en cromo con excelente resistencia a la corrosión y excelente resistencia a la alteración del color.

**Lista de menciones**

Documentos de patente

60

PTL 1: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º Hei 1-118341

PTL 2: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 2011-214060

65

**Sumario de la invención**

## Problema técnico

Hoy en día, en respuesta a la diversificación de los electrodomésticos, existe una demanda de una chapa de acero inoxidable ferrítico con la que se produzcan al mismo tiempo tanto una disminución de las sojas en la superficie como una excelente tenacidad además de una excelente resistencia a la corrosión.

Sin embargo, en el caso del método según el documento de patente 1, puesto que se precipita TiN a propósito con el fin de obtener el efecto de aumentar la razón cristalina equiaxial de un desbaste, no es posible lograr una cantidad suficiente de mejora de la tenacidad y reducción de los defectos de superficie. En el caso del método según el documento de patente 2 también, puesto que no es posible evitar suficientemente la formación de TiN en el acero, no es posible obtener un efecto suficiente de mejora de la tenacidad y reducción de los defectos de superficie.

Un objeto de la presente invención es proporcionar una chapa de acero inoxidable ferrítico excelente en resistencia a la corrosión en la que se producen al mismo tiempo una disminución en la cantidad de defectos de superficie y una mejora en la tenacidad y que está suficientemente ablandada incluso en el caso en el que se realiza laminación enfriamiento-recocido de la chapa a una temperatura equivalente a la de acero inoxidable de tipo SUS443J1 que contiene Ti convencional.

## Solución al problema

Los presentes inventores, en respuesta a los problemas descritos anteriormente, realizaron investigaciones exhaustivas con el fin de producir una disminución en la cantidad de defectos de superficie y una mejora en la tenacidad al mismo tiempo y, como resultado, encontraron que es posible mejorar la tenacidad de acero inoxidable de tipo SUS443J1 que contiene Ti añadiendo cantidades apropiadas de Zr y Nb en combinación con acero inoxidable de tipo SUS443J1 que contiene Ti con el fin de cambiar la forma de precipitación de TiN, que provoca un deterioro en la tenacidad, sin un aumento en la temperatura de laminación en frío-recocido de la chapa. Además, se encontró que, puesto que es posible precipitar inclusiones basadas en Ti en una forma finamente dispersada mediante este efecto, es posible disminuir la cantidad de defectos de superficie de una chapa de acero provocados por TiN.

Específicamente, se encontró que, controlando el contenido de los elementos químicos estabilizantes (Ti, Nb y Zr) en la composición química de una chapa de acero inoxidable ferrítico de tipo SUS443J1 de modo que el contenido de Ti, que es el principal elemento químico estabilizante, sea del 0,10% en masa al 0,50% en masa, el contenido de Nb, que es igual a o menor que el contenido de Ti, sea del 0,010% en masa al 0,150% en masa, y el contenido de Zr, que es igual a o menor que el contenido de Nb, sea del 0,005% en masa al 0,150% en masa, es posible permitir que se produzca suficiente ablandamiento incluso cuando se realiza laminación en frío-recocido de la chapa a una temperatura equivalente a la de un caso en el que un elemento químico estabilizante está limitado a Ti, y es posible producir una disminución en la cantidad de defectos de superficie y una alta tenacidad al mismo tiempo. El mecanismo de esto se supone que es tal como sigue.

Como resultado de que están contenidos Nb y Zr en combinación en el acero, puesto que precipitan de manera dispersada carbonitruros complejos de Ti, Zr y Nb ((Ti, Zr, Nb)(C,N)), cuyo tamaño de partícula es menor que el de TiN formado en acero inoxidable ferrítico que contiene sólo Ti, se producen una mejora en la tenacidad y una disminución en la cantidad de defectos de superficie.

La presente invención se basa en los hallazgos descritos anteriormente, y la materia de la presente invención es tal como sigue.

[1] Una chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una composición química que contiene, en % en masa, C: del 0,001 al 0,020%, Si: del 0,05% al 0,15%, Mn: del 0,05% al 1,00%, P: el 0,040% o menos, S: el 0,030% o menos, Al: del 0,001% al 0,15%, Cr: del 20,0% al 23,0%, Ni: del 0,01% al 0,80%, Cu: del 0,30% al 0,80%, Ti: del 0,10% al 0,50%, Nb: del 0,010% al 0,150%, Zr: del 0,005% al 0,150%, N: el 0,020% o menos, opcionalmente uno, dos o más seleccionados de Co: del 0,01% al 0,50%, Mo: del 0,01% al 0,30% y W: del 0,01% al 0,50%, opcionalmente uno, dos o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,50%, B: del 0,0003% al 0,0030%, Mg: del 0,0005% al 0,0100%, Ca: del 0,0003% al 0,0030%, Y: del 0,001% al 0,20%, y metal de tierras raras REM: del 0,001% al 0,10%, opcionalmente uno o ambos seleccionados de Sn: del 0,001% al 0,50% y Sb: del 0,001% al 0,50%, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables, en la que se satisface la expresión de relación (1) a continuación;

$$\text{Zr} \leq \text{Nb} \leq \text{Ti} \quad (1)$$

en la que cada uno de Zr, Nb y Ti en la expresión de relación (1) indica el contenido en % en masa del elemento químico correspondiente.

[2] La chapa de acero inoxidable ferrítico según el punto [1], teniendo la chapa de acero la composición química que contiene, en % en masa, uno, dos o más seleccionados de Co: del 0,01% al 0,50%, Mo: del 0,01% al 0,30% y W: del

0,01% al 0,50%.

[3] La chapa de acero inoxidable ferrítico según el punto [1] o [2], teniendo la chapa de acero la composición química que contiene, en % en masa, uno, dos o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,50%, B: del 0,0003% al 0,0030%, Mg: del 0,0005% al 0,0100%, Ca: del 0,0003% al 0,0030%, Y: del 0,001% al 0,20% y REM (metal de tierras raras): del 0,001% al 0,10%.

[4] La chapa de acero inoxidable ferrítico según uno cualquiera de los puntos [1] a [3], teniendo la chapa de acero la composición química que contiene, en % en masa, uno o ambos seleccionados de Sn: del 0,001% al 0,50% y Sb: del 0,001% al 0,50%.

### Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, es posible obtener una chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una excelente resistencia a la corrosión, sólo una pequeña cantidad de defectos de superficie y excelente tenacidad.

Además, puesto que se produce un ablandamiento suficiente realizando laminación en frío-recocido de la chapa a una temperatura equivalente a la de un caso en el que un elemento químico estabilizante está limitado a Ti, existe una mejora en la productividad de una chapa de acero inoxidable ferrítico.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que ilustra la influencia del contenido de Ti y Nb sobre la tenacidad y la cantidad de defectos de superficie en la condición de  $Zr \leq Nb$ .

La figura 2 es un diagrama que ilustra la influencia del contenido de Nb y Zr sobre la tenacidad y la cantidad de defectos de superficie en la condición de  $Nb \leq Ti$ .

### Descripción de realizaciones

A continuación en el presente documento, se describirán las realizaciones de la presente invención. En el presente documento, la presente invención no se limita a las realizaciones descritas a continuación.

La composición química de la chapa de acero inoxidable ferrítico según la presente invención se define en las reivindicaciones.

A continuación en el presente documento, se describirá cada uno de los elementos químicos constituyentes. “%” usado cuando se describe el contenido de un elemento químico constituyente significa “% en masa”, a menos que se indique otra cosa.

C: del 0,001 al 0,020%

El C es un elemento químico que es eficaz para mejorar la resistencia del acero. Se obtiene un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido de C es del 0,001% o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido de C es de más del 0,020%, hay un deterioro significativo en la resistencia a la corrosión y trabajabilidad. Por tanto, el contenido de C se fija para que sea del 0,020% o menos, preferiblemente el 0,015% o menos, o más preferiblemente el 0,010% o menos.

Si: del 0,05% al 0,15%

El Si es un elemento químico que es eficaz como agente desoxidante. Se obtiene un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido de Si es del 0,05% o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido de Si es de más del 0,40%, hay un deterioro en la trabajabilidad debido a un aumento en la dureza del acero. Además, en el caso en el que el contenido de Si es de más del 0,40%, puesto que hay una disminución en la cantidad de cascarilla formada sobre la superficie superior de un desbaste, que tiene un efecto de lubricación cuando se realiza laminación en caliente, hay un aumento en la cantidad de defectos de superficie. Por tanto, el contenido de Si se limita para que esté en el intervalo del 0,05% al 0,15%. Es más preferible que el límite inferior del contenido de Si sea del 0,08% o más.

Mn: del 0,05% al 1,00%

El Mn tiene una función desoxidante. Se obtiene un efecto de este tipo del Mn en el caso en el que el contenido de Mn sea del 0,05% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Mn es de más del 1,00%, puesto que se promueven la precipitación y la granulación de MnS, hay un deterioro en la resistencia a la corrosión. Por tanto, el contenido de Mn se limita para que esté en el intervalo del 0,05% al 1,00%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Mn sea del 0,10% o más, o más preferiblemente el 0,15% o más. Es preferible que el límite superior

del contenido de Mn sea menor del 0,30%, o más preferiblemente el 0,25% o menos.

P: el 0,040% o menos

- 5 El P es un elemento químico que deteriora la resistencia a la corrosión. Además, hay un deterioro en la trabajabilidad en caliente como resultado de la segregación de P en los límites de grano. Por tanto, es deseable que el contenido de P sea tan pequeño como sea posible, y el contenido de P se fija para que sea del 0,040% o menos, o preferiblemente el 0,030% o menos.

10 S: el 0,030% o menos

- 15 El S se combina con Mn para formar un precipitado, que es MnS. Puesto que la superficie de contacto entre tal MnS y el metal base de acero inoxidable se convierte en un punto de partida en el que se produce corrosión por picaduras, hay un deterioro en la resistencia a la corrosión. Por tanto, es preferible que el contenido de S sea más pequeño, y el contenido de S se fija para que sea del 0,030% o menos, o preferiblemente el 0,020% o menos.

Al: del 0,001% al 0,15%

- 20 El Al es un elemento químico que es eficaz para la desoxidación. Se obtiene un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido de Al es del 0,001% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Al es de más del 0,15%, puesto que hay una disminución en la cantidad de cascarilla formada sobre la superficie de un desbaste, que tiene un efecto de lubricación cuando se realiza laminación en caliente, hay un aumento en la cantidad de defectos de superficie. Por tanto, el contenido de Al se limita para que esté en el intervalo del 0,001% al 0,15%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Al sea del 0,005% o más, o más preferiblemente el 0,01% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Al sea del 0,10% o menos, o más preferiblemente el 0,05% o menos.

Cr: del 20,0% al 23,0%

- 30 El Cr es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión formando una película pasiva sobre la superficie. No es posible lograr una resistencia a la corrosión suficiente en el caso en el que el contenido de Cr es menor del 20,0%. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Cr es de más del 23,0%, hay una tendencia a que se deteriore la tenacidad debido a una fase  $\sigma$  y fragilidad a 475°C. Por tanto, el contenido de Cr se fija para que sea del 20,0% al 23,0%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Cr sea del 20,5% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Cr sea del 22,0% o menos, o más preferiblemente el 21,5% o menos.

35 Ni: del 0,01% al 0,80%

- 40 El Ni es un elemento químico que hace posible mantener un estado pasivo incluso a un pH inferior inhibiendo una reacción anódica debida a ácido. Es decir, el Ni mejora la resistencia a la corrosión inhibiendo notablemente el progreso de la corrosión en un estado de disolución activo como resultado del aumento del efecto de resistencia a la corrosión en grietas. Un efecto de este tipo del Ni se obtiene en el caso en el que el contenido de Ni es del 0,01% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Ni es de más del 0,80%, hay un deterioro en la trabajabilidad debido a un aumento en la dureza del acero. Por tanto, el contenido de Ni se limita para que sea del 0,01% al 0,80%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Ni sea del 0,05% o más, o más preferiblemente del 0,10% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Ni sea del 0,40% o menos, o más preferiblemente del 0,25% o menos.

Cu: del 0,30% al 0,80%

- 50 El Cu es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión reforzando una película pasiva. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Cu es excesivamente grande, puesto que tiende a precipitarse  $\epsilon$ -Cu, hay un deterioro en resistencia a la corrosión. Por tanto, el contenido de Cu se fija para que sea del 0,30% al 0,80%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Cu sea del 0,35% o más, o más preferiblemente el 0,40% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Cu sea del 0,60% o menos, o más preferiblemente el 0,45% o menos.

Ti: del 0,10% al 0,50%

- 60 El Ti es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión evitando la sensibilización debida a carbonitruros de Cr como resultado de la fijación de C y N. Sin embargo, TiN, que se forma como resultado de contener Ti, provoca un deterioro en la tenacidad. En la presente invención, el deterioro en la tenacidad mencionado anteriormente debido a Ti se suprime mediante el efecto de combinación de Nb y Zr tal como se describe a continuación. El efecto de mejora de la resistencia a la corrosión a través del uso de Ti se obtiene en el caso en el que el contenido de Ti es del 0,10% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Ti es de más del 0,50%, hay un deterioro en la trabajabilidad debido a un aumento en la dureza de una chapa de acero inoxidable. Además, en el caso en el que el contenido de Ti es de más del 0,50%, puesto que es difícil controlar la forma de

precipitación de inclusiones a base de Ti incluso en el caso en el que están contenidos Nb y Zr, hay un deterioro en la calidad de superficie. Por tanto, el contenido de Ti se fija para que esté en el intervalo del 0,10% al 0,50%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Ti sea del 0,15% o más, o más preferiblemente el 0,18% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Ti sea del 0,35% o menos, o más preferiblemente el 0,26% o menos.

Nb: del 0,010% al 0,150%

El Nb es, como el Ti, un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión evitando la sensibilización debida a carbonitruros de Cr como resultado de la fijación de C y N. Además, el Nb mejora la tenacidad e inhibe que se produzca un defecto de superficie mediante el efecto de combinación con Zr descrito a continuación. Tales efectos se obtienen en el caso en el que el contenido de Nb es del 0,010% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Nb es de más del 0,150%, hay un deterioro en trabajabilidad debido a un aumento en la dureza de una chapa de acero inoxidable. Además, en el caso en el que el contenido de Nb es de más del 0,150%, puesto que hay un aumento en la temperatura de recristalización, hay un deterioro en la fabricabilidad. Por tanto, el contenido de Nb se fija para que esté en el intervalo del 0,010% al 0,150%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Nb sea del 0,030% o más, o más preferiblemente el 0,070% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Nb sea menor del 0,100%, o más preferiblemente el 0,090% o menos.

Zr: del 0,005% al 0,150%

El Zr es, como el Ti, un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión evitando la sensibilización debida a carbonitruros de Cr como resultado de la fijación de C y N. Además, el Zr mejora la tenacidad e inhibe que se produzca un defecto de superficie mediante el efecto de combinación con Nb descrito a continuación. Es necesario que el contenido de Zr sea del 0,005% o más con el fin de obtener tales efectos. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Zr es de más del 0,150%, puesto que precipitan inclusiones a base de Zr en la superficie, hay un aumento en la cantidad de defectos de superficie. Por tanto, el contenido de Zr se limita para que esté en el intervalo del 0,005% al 0,150%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Zr sea del 0,010% o más, o más preferiblemente el 0,030% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Zr sea menor del 0,100%, o más preferiblemente el 0,080% o menos.

Se encontró que, en la presente invención, al contener Nb y Zr en combinación con acero inoxidable de tipo SUS443J1 que contiene sólo Ti como elemento químico estabilizante, es posible permitir que se produzca suficiente ablandamiento realizando laminación en frío-recocido de la chapa incluso a una temperatura equivalente a la del caso en el que un elemento químico estabilizante está limitado a Ti, y es posible producir una disminución en la cantidad de defectos de superficie y una alta tenacidad al mismo tiempo. Específicamente, se encontró que, controlando el contenido de los elementos químicos estabilizantes (Ti, Nb y Zr) en la composición química de un acero inoxidable de tipo SUS443J1 de modo que el contenido de Ti sea del 0,10% al 0,50%, el contenido de Nb sea del 0,010% al 0,150% y el contenido de Zr sea del 0,005% al 0,150% en la condición expresada mediante la expresión de relación (1) a continuación, es posible permitir que se produzca suficiente ablandamiento realizando laminación en frío-recocido de la chapa incluso a una temperatura equivalente a la del caso en el que un elemento químico estabilizante está limitado a Ti, y es posible producir una disminución en la cantidad de defectos de superficie y una alta tenacidad al mismo tiempo. El mecanismo de esto se supone que es tal como sigue.

Se considera que, como resultado de que están contenidos Nb y Zr en combinación en el acero, puesto que precipitan de manera dispersada carbonitruros complejos de Ti, Zr y Nb ((Ti, Zr, Nb)(C,N)), cuyo tamaño de partícula es menor que el de TiN formado en acero inoxidable ferrítico que contiene sólo Ti, se producen una mejora en la tenacidad y una disminución en la cantidad de defectos de superficie. Con el fin de formar los carbonitruros complejos mencionados anteriormente ((Ti, Zr, Nb)(C,N)) en cantidades suficientes, es necesario que se satisfaga la expresión de relación (1) a continuación.

$$\text{Zr} \leq \text{Nb} \leq \text{Ti} \quad (1)$$

En este caso, cada uno de Zr, Nb y Ti en la expresión de relación (1) indica el contenido (% en masa) del elemento químico correspondiente.

Con respecto a la relación entre Ti y Nb, es preferible que se satisfaga la expresión de relación  $\text{Ti} \geq 1,5\text{Nb}$ , o más preferiblemente  $\text{Ti} \geq 2\text{Nb}$ . Con respecto a la relación entre Nb y Zr, es preferible que se satisfaga la expresión de relación  $\text{Nb} \geq 1,3\text{Zr}$ , o más preferiblemente  $\text{Nb} \geq 1,5\text{Zr}$ .

N: el 0,020% o menos

El N es un elemento químico que se mezcla inevitablemente en el acero. Sin embargo, en el caso en el que el contenido de N sea de más del 0,020%, hay un deterioro significativo en la resistencia a la corrosión y trabajabilidad. Por tanto, el contenido de N se fija para que sea del 0,020% o menos, o preferiblemente el 0,015% o menos.

Los elementos químicos constituyentes básicos se describen anteriormente, y los elementos químicos descritos a continuación pueden añadirse apropiadamente además de los elementos químicos constituyentes básicos en la presente invención.

5 Co: del 0,01% al 0,50%

10 El Co es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión en grietas del acero inoxidable. Se obtiene un efecto de este tipo del Co en el caso en el que el contenido de Co es del 0,01% o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido de Co es de más del 0,50%, se satura un efecto de este tipo del Co, y hay un deterioro en la trabajabilidad. Por tanto, en el caso en el que está contenido Co, el contenido de Co se fija para que sea del 0,01% al 0,50%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Co sea del 0,02% o más, o más preferiblemente el 0,03% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Co sea del 0,30% o menos, o más preferiblemente el 0,10% o menos.

15 Mo: del 0,01% al 0,30%

20 El Mo es eficaz para mejorar la resistencia a la corrosión en grietas del acero inoxidable. Se obtiene un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido de Mo es del 0,01% o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido de Mo es de más del 0,30%, se satura un efecto de este tipo del Mo, y hay un deterioro en la tenacidad debido a la formación de compuestos intermetálicos gruesos. Por tanto, en el caso en el que se añade Mo, el contenido de Mo se fija para que sea del 0,01% al 0,30%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Mo sea del 0,02% o más, o más preferiblemente el 0,03% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Mo sea del 0,20% o menos, o más preferiblemente el 0,10% o menos.

25 W: del 0,01% al 0,50%

30 El W es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión en grietas del acero inoxidable. Se obtiene un efecto de este tipo del W en el caso en el que el contenido de W es del 0,01% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de W es de más del 0,50%, se satura un efecto de este tipo del W, y hay un deterioro en la trabajabilidad. Por tanto, en el caso en el que está contenido W, el contenido de W se fija para que sea del 0,01% al 0,50%. Es preferible que el límite inferior del contenido de W sea del 0,02% o más, o más preferiblemente el 0,03% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de W sea del 0,30% o menos, o más preferiblemente el 0,10% o menos.

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

40 El V es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión en grietas del acero inoxidable. Se obtiene un efecto de este tipo del V en el caso en el que el contenido de V es del 0,01% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de V es de más del 0,50%, se satura un efecto de este tipo del V, y hay un deterioro en la trabajabilidad. Por tanto, en el caso en el que se añade V, el contenido de V se fija para que sea del 0,01% al 0,50%, preferiblemente del 0,01% al 0,30% o más preferiblemente del 0,01% al 0,10%.

B: del 0,0003% al 0,0030%

45 Puesto que el B es un elemento químico que mejora la trabajabilidad en caliente y trabajabilidad secundaria, es eficaz contener B en acero que contiene Ti. Se obtiene un efecto de este tipo del B en el caso en el que el contenido de B es del 0,0003% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de B es de más del 0,0030%, hay un deterioro en la tenacidad. Por tanto, en el caso en el que está contenido B, el contenido de B se fija para que esté en el intervalo del 0,0003% al 0,0030%. Es preferible que el límite inferior del contenido de B sea del 0,0015% o más.  
50 Es preferible que el límite superior del contenido de B sea del 0,0025% o menos.

Mg: del 0,0005% al 0,0100%

55 El Mg funciona como agente desoxidante junto con Al formando óxidos de Mg en acero fundido. Se obtiene un efecto de este tipo del Mg en el caso en el que el contenido de Mg es del 0,0005% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Mg es de más del 0,0100%, hay un deterioro en la fabricabilidad y un deterioro en la tenacidad del acero. Por tanto, en el caso en el que está contenido Mg, el contenido de Mg se limita para que esté en el intervalo del 0,0005% al 0,0100%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Mg sea del 0,0010% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Mg sea del 0,0050% o menos, o más preferiblemente el 0,0030% o menos.  
60

Ca: del 0,0003% al 0,0030%

65 El Ca es un elemento químico que mejora la trabajabilidad en caliente. Se obtiene un efecto de este tipo del Ca en el caso en el que el contenido de Ca es del 0,0003% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Ca es de más del 0,0030%, hay un deterioro en la tenacidad del acero, y hay un deterioro en resistencia a la corrosión

debido a la precipitación de CaS. Por tanto, en el caso en el que se añade Ca, el contenido de Ca se limita para que esté en el intervalo del 0,0003% al 0,0030%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Ca sea del 0,001% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Ca sea del 0,002% o menos.

5 Y: del 0,001% al 0,20%

10 El Y es un elemento químico que mejora la pureza inhibiendo una disminución en la viscosidad del acero fundido. Se obtiene un efecto de este tipo del Y en el caso en el que el contenido de Y es del 0,001% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de Y es de más del 0,20%, se satura un efecto de este tipo del Y, y hay un deterioro en la trabajabilidad. Por tanto, en el caso en el que se añade Y, el contenido de Y se limita para que esté en el intervalo del 0,001% al 0,20%, o preferiblemente del 0,001% al 0,10%.

REM (metal de tierras raras): del 0,001% al 0,10%

15 El REM (metal de tierras raras: uno de los elementos químicos que tienen números atómicos de 57 a 71 tal como La, Ce o Nd) es un elemento químico que mejora la resistencia a la oxidación a alta temperatura. Se obtiene un efecto de este tipo del REM en el caso en el que el contenido de REM es del 0,001% o más. Por otro lado, en el caso en el que el contenido de REM es de más del 0,10%, se satura un efecto de este tipo del REM, y se produce un defecto de superficie cuando se realiza laminación en caliente. Por tanto, en el caso en el que está contenido REM, el contenido de REM se limita para que esté en el intervalo del 0,001% al 0,10%. Es preferible que el límite inferior del contenido de REM sea del 0,005% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de REM sea del 0,05% o menos.

25 Sn: del 0,001% al 0,50%

30 El Sn es eficaz para mejorar la resistencia a la formación de valles promoviendo la formación de una zona de deformación cuando se realiza la laminación. Se obtiene un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido de Sn es del 0,001% o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido de Sn es de más del 0,50%, se satura un efecto de este tipo del Sn, y hay un deterioro en la trabajabilidad. Por tanto, en el caso en el que se añade Sn, el contenido de Sn se fija para que sea del 0,001% al 0,50%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Sn sea del 0,003% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Sn sea del 0,20% o menos.

Sb: del 0,001% al 0,50%

35 El Sb es eficaz para mejorar la resistencia a la formación de valles promoviendo la formación de una zona de deformación cuando se realiza la laminación. Se obtiene un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido de Sb es del 0,001% o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido de Sb es de más del 0,50%, se satura un efecto de este tipo del Sb, y hay un deterioro en la trabajabilidad. Por tanto, en el caso en el que está contenido Sb, el contenido de Sb se fija para que sea del 0,001% al 0,50%. Es preferible que el límite inferior del contenido de Sb sea del 0,003% o más. Es preferible que el límite superior del contenido de Sb sea del 0,20% o menos.

45 El resto, que es distinto de los elementos químicos constituyentes descritos anteriormente, es Fe e impurezas inevitables. Los ejemplos representativos de las impurezas inevitables descritas en el presente documento incluyen H, O (oxígeno), Zn, Ga, Ge, As, Ag, En, Hf, Ta, Re, Os, Ir, Pt, Au y Pb. Entre estos elementos químicos, pueden estar contenidos H y O (oxígeno) en una cantidad del 0,05% o menos. Otros elementos químicos pueden estar contenidos en una cantidad del 0,3% o menos.

50 A continuación en el presente documento, se describirá un método preferible para fabricar la chapa de acero inoxidable ferrítico según la presente invención. Se prepara acero fundido que tiene la composición química descrita anteriormente usando un método conocido tal como uno que utiliza un convertidor, un horno eléctrico o un horno de fusión de vacío y se convierte en un material de acero (desbaste) usando un método de colada continua o un método de colada de lingotes-desbastado. Este material de acero se calienta hasta una temperatura de 1000°C a 1200°C y luego se somete a laminación en caliente para tener un grosor de 2,0 mm a 5,0 mm en la condición de una temperatura de acabado de 700°C a 1000°C. La chapa de acero laminada en caliente, que se ha obtenido tal como se describió anteriormente, se somete a recocido a una temperatura de 800°C a 1100°C seguido por decapado, laminación en frío y laminación en frío-recocido de la chapa a una temperatura de 700°C a 1000°C. Tras haberse realizado la laminación en frío-recocido de la chapa, se realiza el decapado con el fin de eliminar la cascarilla. La chapa de acero laminada en frío de la que se ha eliminado la cascarilla puede someterse a laminación de acabado.

60 Además, la presente invención es eficaz no sólo para el producto de chapa laminada en frío mencionado anteriormente, sino también para un producto de chapa laminada en caliente.

### Ejemplos

65 Tras haberse convertido aceros inoxidable ferríticos que tenían las composiciones químicas facilitadas en la tabla 1 (la tabla 1-1 y la tabla 1-2 se combinan para formar la tabla 1), la tabla 2 (la tabla 2-1 y la tabla 2-2 se combinan para

- 5 formar la tabla 2) y la tabla 3 (la tabla 3-1 y la tabla 3-2 se combinan para formar la tabla 3) en lingotes de acero que tenían un peso de 100 kg, se calentaron los lingotes hasta una temperatura de 1200°C y se sometieron a laminación en caliente con el fin de obtener chapas de acero laminadas en caliente que tenían un grosor de 4,0 mm. Posteriormente, se sometieron las chapas de acero laminadas en caliente a recocido a una temperatura de 1100°C seguido por decapado que utilizó un método usado comúnmente y se sometió a laminación en frío para tener un grosor de 2,0 mm seguido por recocido a una temperatura de 900°C y decapado que utilizó un método usado comúnmente.
- 10 Determinando el potencial de picadura (norma JIS G 0577) de la chapa de acero laminada en frío y recocida obtenida, se evaluó la resistencia a la corrosión. Un caso en el que el potencial de picadura era de 290 mV (frente a SCE) o más se consideró como "O" (satisfactorio), y un caso en el que el potencial de picadura era menor de 290 mV (frente a SCE) se consideró como "▲" (insatisfactorio).
- 15 Además, realizando una prueba de impacto Charpy sobre una probeta (norma JIS B 7722, entalla en V) que se había tomado de la chapa de acero laminada en frío y recocida obtenida a lo largo de la dirección de laminación, se evaluó la tenacidad de la chapa de acero. Un caso en el que valor de impacto Charpy a 25°C era de 200 J/cm<sup>2</sup> o más se consideró como "O" (satisfactorio), y un caso en el que el valor de impacto Charpy a 25°C era menor de 200 J/cm<sup>2</sup> se consideró como "▲" (insatisfactorio).
- 20 Además, observando la superficie de la chapa de acero laminada en frío y recocida con el fin de determinar la densidad de sojas sobre la superficie, se evaluó la cantidad de defectos de superficie. Preparando 10 chapas de acero que tenían cada una de las composiciones químicas, y contando el número de sojas que tenían una longitud en la dirección L de más de 10 mm en una región que tenía una anchura de 200 mm y una longitud de 200 mm en la porción central de la superficie superior de cada una de las chapas de acero, un caso en el que el promedio de los
- 25 números contados era de 1 o menos se consideró como "O" (satisfactorio), y un caso en el que el promedio de los números contados era de más de 1 se consideró como "▲" (insatisfactorio).
- 30 Además, se evaluó si se producía suficiente ablandamiento realizando el recocido incluso a una temperatura de 880°C durante 20 segundos sobre la chapa de acero laminada en frío que aún no se había recocido. Se realizó la evaluación comparando la dureza (a) de una chapa de acero en el estado laminado en frío o como laminada en frío, la dureza (b) de una chapa de acero que se había sometido a recocido a una temperatura de 880°C durante 20 segundos y la dureza (c) de una chapa de acero que se había sometido a recocido a una temperatura de 1000°C durante 20 segundos como índice de un caso en el que se producía suficiente ablandamiento. Se tomaron tres
- 35 probetas que tenían una longitud de 15 mm y una anchura de 20 mm de la chapa de acero laminada en frío, y cada una de las probetas para determinar respectivamente b y c se sometió al recocido correspondiente. Posteriormente, se cortó cada una de las tres probetas en trozos que tenían una longitud de 15 mm y una anchura de 10 mm. Entonces, se usó la dureza Vickers determinada en la sección transversal del trozo cortado para la evaluación. A medida que progresaba el recocido, la dureza de la chapa de acero cambió desde a hasta c. Un caso en el que el 90% o más de un proceso de ablandamiento de este tipo se completó a través de recocido a una temperatura de
- 40 880°C durante 20 segundos, es decir, un caso en el que se satisfizo la expresión de relación  $c + 0,13(a-c) \geq b$ , se consideró como "s" (satisfactorio), y otros casos se consideraron como "m" (insatisfactorio).
- 45 Los resultados obtenidos se facilitan en las tablas 1, 2 y 3. En el caso de los aceros de los ejemplos de la presente invención, todos los resultados de consideración del potencial de picadura, el valor de impacto Charpy, el defecto de superficie y la temperatura de ablandamiento determinados fueron "O", lo que significa que estos aceros tenían buena resistencia a la corrosión y tenacidad, sólo una pequeña cantidad de defectos de superficie y ningún problema de fabricación.
- 50 El ejemplo comparativo n.º 34, cuyo contenido de Cr era menor que el intervalo según la presente invención, tenía escasa resistencia a la corrosión.
- El ejemplo comparativo n.º 35, cuyo contenido de Cr era mayor que el intervalo según la presente invención, tenía escasa tenacidad.
- 55 El ejemplo comparativo n.º 36, cuyo contenido de Ni era menor que el intervalo según la presente invención, tenía escasa resistencia a la corrosión.
- 60 El ejemplo comparativo n.º 37, cuyo contenido de Ti era menor que el intervalo según la presente invención, tenía escasa resistencia a la corrosión.
- El ejemplo comparativo n.º 38, cuyo contenido de Ti era mayor que el intervalo según la presente invención, tenía escasa tenacidad y una gran cantidad de defectos de superficie.
- 65 El ejemplo comparativo n.º 39, cuyo contenido de Nb era menor que el intervalo según la presente invención, tenía escasa tenacidad y una gran cantidad de defectos de superficie.

El ejemplo comparativo n.º 40, cuyo contenido de Nb era mayor que el intervalo según la presente invención, tenía escasa fabricabilidad debido a una alta temperatura de ablandamiento.

5 El ejemplo comparativo n.º 41, cuyo contenido de Zr era menor que el intervalo según la presente invención, tenía escasa tenacidad y una gran cantidad de defectos de superficie.

El ejemplo comparativo n.º 42, cuyo contenido de Zr era mayor que el intervalo según la presente invención, tenía una gran cantidad de defectos de superficie.

10 El ejemplo comparativo n.º 57, cuyo contenido de Nb y Zr eran ambos menores que el intervalo según la presente invención, tenía escasa tenacidad y una gran cantidad de defectos de superficie.

15 El ejemplo comparativo n.º 58, cuyo contenido de Ti y Zr eran ambos menores que los intervalos según la presente invención, y cuyo contenido de Al y Nb eran ambos mayores que los intervalos según la presente invención, tenía escasa tenacidad, una gran cantidad de defectos de superficie y escasa fabricabilidad debido a una alta temperatura de ablandamiento.

20 En el presente documento, los ejemplos comparativos n.ºs 43 a 54, 67 y 68 se describirán a continuación en el presente documento con referencia a la figura 1 y la figura 2.

[Tabla 1-1]

Prueba n.º	Composición química (% en masa)																Otro elemento químico	Nota
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Zr	N					
1	0,010	0,09	0,21	0,025	0,002	0,020	20,2	0,29	0,43	0,19	0,075	0,031	0,009			Ejemplo		
2	0,012	0,12	0,17	0,021	0,002	0,026	21,1	0,30	0,44	0,24	0,071	0,034	0,007			Ejemplo		
3	0,011	0,11	0,19	0,029	0,003	0,027	21,2	0,28	0,42	0,19	0,089	0,012	0,008			Ejemplo		
4	0,012	0,10	0,22	0,027	0,002	0,035	22,7	0,18	0,41	0,20	0,088	0,011	0,013			Ejemplo		
5	0,009	0,11	0,20	0,021	0,002	0,029	20,6	0,02	0,44	0,22	0,095	0,034	0,008			Ejemplo		
6	0,008	0,12	0,16	0,028	0,002	0,037	20,6	0,21	0,44	0,21	0,076	0,021	0,008			Ejemplo		
7	0,010	0,12	0,20	0,028	0,003	0,032	21,4	0,79	0,41	0,24	0,069	0,023	0,010			Ejemplo		
8	0,010	0,09	0,16	0,028	0,003	0,024	20,9	0,27	0,41	0,11	0,055	0,036	0,013			Ejemplo		
9	0,011	0,10	0,22	0,020	0,002	0,035	20,9	0,29	0,45	0,22	0,075	0,020	0,010			Ejemplo		
10	0,007	0,10	0,16	0,027	0,001	0,031	20,7	0,23	0,42	0,48	0,079	0,023	0,010			Ejemplo		
11	0,012	0,12	0,18	0,023	0,003	0,028	20,5	0,19	0,43	0,20	0,012	0,007	0,008			Ejemplo		
12	0,011	0,12	0,19	0,030	0,001	0,026	20,9	0,13	0,40	0,21	0,077	0,040	0,013			Ejemplo		
13	0,010	0,11	0,19	0,026	0,003	0,031	20,9	0,12	0,43	0,32	0,147	0,032	0,012			Ejemplo		
14	0,011	0,11	0,18	0,026	0,002	0,033	21,2	0,24	0,42	0,24	0,094	0,006	0,013			Ejemplo		
15	0,008	0,09	0,19	0,028	0,003	0,033	20,7	0,11	0,41	0,23	0,081	0,047	0,010			Ejemplo		
16	0,012	0,08	0,17	0,030	0,002	0,036	21,4	0,18	0,43	0,40	0,148	0,146	0,012			Ejemplo		
17	0,009	0,09	0,16	0,029	0,002	0,032	21,4	0,24	0,41	0,12	0,072	0,051	0,007			Ejemplo		
18	0,013	0,08	0,21	0,021	0,002	0,024	20,9	0,25	0,45	0,17	0,092	0,065	0,008			Ejemplo		
19	0,007	0,10	0,20	0,022	0,002	0,148	20,6	0,15	0,42	0,21	0,123	0,090	0,008			Ejemplo		
20	0,008	0,08	0,17	0,027	0,002	0,026	21,3	0,21	0,45	0,11	0,099	0,092	0,008			Ejemplo		
21	0,009	0,12	0,20	0,026	0,002	0,023	20,8	0,25	0,41	0,16	0,112	0,095	0,012			Ejemplo		
22	0,009	0,11	0,15	0,026	0,003	0,037	21,1	0,26	0,43	0,21	0,147	0,118	0,012			Ejemplo		
23	0,009	0,10	0,16	0,029	0,002	0,034	20,7	0,18	0,43	0,21	0,061	0,014	0,007	Co:0,07, Mo:0,05, W:0,08		Ejemplo		
24	0,007	0,10	0,20	0,021	0,003	0,029	20,7	0,14	0,45	0,19	0,070	0,011	0,010	V:0,07, Ca:0,0012, La:0,03		Ejemplo		
25	0,012	0,09	0,20	0,028	0,002	0,023	20,8	0,27	0,43	0,21	0,065	0,019	0,011	Sn:0,05, Sb:0,08		Ejemplo		
26	0,007	0,09	0,23	0,029	0,002	0,020	20,8	0,18	0,40	0,22	0,074	0,025	0,013	Co:0,47, Mg:0,0005		Ejemplo		
27	0,012	0,08	0,21	0,021	0,002	0,023	21,1	0,22	0,42	0,25	0,085	0,027	0,010	Co:0,25, V:0,28, Sn:0,16		Ejemplo		
28	0,009	0,08	0,18	0,029	0,002	0,038	21,4	0,15	0,41	0,20	0,099	0,036	0,011	Mo:0,28, B:0,0018, Ca: 0,0023		Ejemplo		
29	0,008	0,11	0,16	0,024	0,002	0,035	21,0	0,27	0,42	0,26	0,071	0,033	0,010	W:0,45, Mg:0,0025, Sb:0,04		Ejemplo		
30	0,013	0,12	0,22	0,024	0,002	0,021	20,9	0,24	0,41	0,18	0,088	0,031	0,009	Co:0,04, Y:0,003, La:0,007		Ejemplo		
31	0,008	0,11	0,20	0,026	0,001	0,037	21,3	0,11	0,44	0,24	0,077	0,029	0,011	Mo:0,17, Ce:0,05, Sn:0,001		Ejemplo		
32	0,008	0,10	0,17	0,026	0,002	0,021	21,3	0,11	0,41	0,21	0,094	0,020	0,013	Sn:0,005		Ejemplo		
33	0,009	0,11	0,22	0,021	0,003	0,039	20,8	0,22	0,42	0,24	0,078	0,031	0,010	Sb:0,13		Ejemplo		

[Tabla 1-2]

Prueba n.º	Ti-Nb	Nb-Zr	Resistencia a la corrosión	Charpy	Defecto de superficie	Temperatura de ablandamiento	Nota
1	0,12	0,044					Ejemplo
2	0,17	0,037					Ejemplo
3	0,10	0,077					Ejemplo
4	0,11	0,077					Ejemplo
5	0,13	0,061					Ejemplo
6	0,13	0,055					Ejemplo
7	0,17	0,046					Ejemplo
8	0,06	0,019					Ejemplo
9	0,15	0,055					Ejemplo
10	0,40	0,056					Ejemplo
11	0,19	0,005					Ejemplo
12	0,13	0,037					Ejemplo
13	0,17	0,115					Ejemplo
14	0,15	0,088					Ejemplo
15	0,15	0,034					Ejemplo
16	0,25	0,002					Ejemplo
17	0,05	0,021					Ejemplo
18	0,08	0,027					Ejemplo
19	0,09	0,033					Ejemplo
20	0,01	0,007					Ejemplo
21	0,05	0,017					Ejemplo
22	0,06	0,029					Ejemplo
23	0,15	0,047					Ejemplo
24	0,12	0,059					Ejemplo
25	0,15	0,046					Ejemplo
26	0,15	0,049					Ejemplo
27	0,17	0,058					Ejemplo
28	0,10	0,063					Ejemplo
29	0,19	0,038					Ejemplo
30	0,09	0,057					Ejemplo
31	0,16	0,048					Ejemplo
32	0,12	0,074					Ejemplo
33	0,16	0,047					Ejemplo

\*[Resistencia a la corrosión]

Un caso en el que el potencial de picadura era de 290 mV (frente a SCE) o más se consideró como "O" (satisfactorio), y un caso en el que el potencial de picadura era menor de 290 mV (frente a SCE) se consideró como "▲" (insatisfactorio).

\*[Valor de impacto Charpy]

Un caso en el que el valor de impacto Charpy (de una chapa de acero que tenía un grosor de 2 mm) a 25°C era de 200 J/cm<sup>2</sup> o más se consideró como "O" (satisfactorio), y un caso en el que el valor de impacto Charpy (de una chapa de

5

10

	<p>acero que tenía un grosor de 2 mm) a 25°C era menor de 200 J/cm<sup>2</sup> se consideró como “▲” (insatisfactorio).</p>
5	<p>*[Defecto de superficie] Un caso en el que el número de sojas en una región de 200 mm<sup>W</sup> x 200 mm<sup>L</sup> era de 1 o menos se consideró como “○” (satisfactorio), y un caso en el que el número descrito anteriormente era de más de 1 se consideró como “▲” (insatisfactorio).</p>
10	<p>*[Temperatura de ablandamiento] Un caso en el que se satisfizo la expresión de relación <math>c + 0,13(a-c) \geq b</math> se consideró como “○” (satisfactorio), y otros casos se consideraron como “▲” (insatisfactorio), en donde la dureza Vickers de una chapa de acero en el estado laminado en frío se definió como a, la dureza Vickers de una chapa de acero que se había sometido a un tratamiento térmico a una temperatura de 880°C durante 20 segundos se definió como b y la dureza Vickers de una chapa de acero que se había sometido a un tratamiento térmico a una temperatura de 1000°C durante 20 segundos se definió como c.</p>
15	

[Tabla 2-1]

Prueba n.º	Composición química (% en masa)														Nota
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Zr	N	Otro elemento químico	
34	0,008	0,10	0,15	0,023	0,002	0,039	<u>19,6</u>	0,29	0,43	0,20	0,090	0,021	0,010	Ejemplo comparativo	
35	0,012	0,09	0,19	0,025	0,001	0,022	<u>23,2</u>	0,12	0,40	0,20	0,087	0,017	0,009	Ejemplo comparativo	
36	0,010	0,11	0,18	0,025	0,001	0,034	21,0	-	0,43	0,25	0,063	0,021	0,012	Ejemplo comparativo	
37	0,008	0,11	0,17	0,022	0,001	0,039	20,8	0,11	0,45	<u>0,09</u>	0,036	0,018	0,013	Ejemplo comparativo	
38	0,011	0,12	0,19	0,025	0,002	0,030	20,7	0,14	0,44	<u>0,52</u>	0,079	0,018	0,012	Ejemplo comparativo	
39	0,011	0,11	0,21	0,028	0,002	0,023	20,8	0,28	0,45	0,24	<u>0,008</u>	0,005	0,010	Ejemplo comparativo	
40	0,007	0,09	0,19	0,025	0,002	0,037	21,4	0,28	0,40	0,42	<u>0,153</u>	0,033	0,013	Ejemplo comparativo	
41	0,011	0,09	0,21	0,030	0,003	0,030	20,7	0,12	0,43	0,20	0,097	<u>0,003</u>	0,009	Ejemplo comparativo	
42	0,009	0,11	0,20	0,027	0,003	0,037	20,7	0,24	0,41	0,25	0,071	<u>0,157</u>	0,012	Ejemplo comparativo	
43	0,008	0,09	0,20	0,025	0,002	0,034	20,9	0,19	0,44	0,13	0,141	<u>0,138</u>	0,010	Ejemplo comparativo	
44	0,013	0,11	0,21	0,027	0,002	0,035	21,5	0,14	0,45	0,11	0,125	0,094	0,012	Ejemplo comparativo	
45	0,009	0,11	0,16	0,025	0,002	0,039	21,5	0,13	0,40	0,13	0,147	0,107	0,009	Ejemplo comparativo	
46	0,008	0,10	0,16	0,024	0,002	0,026	21,1	0,19	0,41	0,10	0,148	0,109	0,008	Ejemplo comparativo	
47	0,011	0,10	0,16	0,022	0,002	0,039	21,3	0,23	0,42	0,11	0,123	0,018	0,008	Ejemplo comparativo	
48	0,007	0,11	0,22	0,021	0,001	0,025	21,3	0,22	0,41	0,13	0,148	0,033	0,009	Ejemplo comparativo	
49	0,009	0,11	0,21	0,030	0,001	0,022	21,4	0,24	0,40	0,11	0,085	0,098	0,010	Ejemplo comparativo	
50	0,009	0,09	0,15	0,028	0,001	0,026	21,4	0,27	0,44	0,12	0,103	0,132	0,009	Ejemplo comparativo	
51	0,011	0,12	0,19	0,021	0,002	0,027	20,6	0,25	0,43	0,10	0,064	0,071	0,010	Ejemplo comparativo	
52	0,012	0,10	0,19	0,023	0,002	0,029	21,0	0,26	0,42	0,13	0,074	0,144	0,009	Ejemplo comparativo	
53	0,013	0,08	0,17	0,029	0,001	0,021	21,5	0,24	0,43	0,23	0,032	0,051	0,008	Ejemplo comparativo	
54	0,013	0,11	0,16	0,020	0,002	0,021	20,9	0,29	0,42	0,11	0,051	0,142	0,010	Ejemplo comparativo	
55	0,010	0,10	0,20	0,020	0,002	0,037	21,4	0,24	0,44	0,12	0,132	0,145	0,008	Ejemplo comparativo	
56	0,008	0,11	0,20	0,028	0,002	0,024	20,8	0,24	0,43	0,10	0,118	0,133	0,008	Ejemplo comparativo	
57	0,011	0,10	0,16	0,022	0,001	0,038	21,0	0,23	0,44	0,31	<u>0,001</u>	<u>0,002</u>	0,009	Ejemplo comparativo	
58	0,009	0,12	0,16	0,022	0,002	0,035	20,6	0,13	0,40	<u>0,02</u>	<u>0,256</u>	<u>0,003</u>	0,011	Ejemplo comparativo	

[Tabla 2-2]

Prueba n.º	Ti-Nb	Nb-Zr	Resistencia a la corrosión	Charpy	Defecto de superficie	Temperatura de ablandamiento	Nota
34	0,11	0,069	▲	○	○	○	Ejemplo comparativo
35	0,11	0,070	○	▲	○	○	Ejemplo comparativo
36	0,19	0,042	▲	○	○	○	Ejemplo comparativo
37	0,05	0,018	▲	○	○	○	Ejemplo comparativo
38	0,44	0,061	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
39	0,23	0,003	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
40	0,27	0,120	○	○	○	▲	Ejemplo comparativo
41	0,10	0,094	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
42	0,18	<u>-0,086</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
43	<u>-0,01</u>	0,003	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
44	<u>-0,02</u>	0,031	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
45	<u>-0,02</u>	0,040	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
46	<u>-0,05</u>	0,039	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
47	<u>-0,01</u>	0,105	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
48	<u>-0,02</u>	0,115	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
49	0,03	<u>-0,013</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
50	0,02	<u>-0,029</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
51	0,04	<u>-0,007</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
52	0,06	<u>-0,070</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
53	0,20	<u>-0,019</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
54	0,06	<u>-0,091</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
55	<u>-0,01</u>	<u>-0,013</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
56	<u>-0,02</u>	<u>-0,015</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
57	0,31	<u>-0,001</u>	○	▲	▲	○	Ejemplo comparativo
58	<u>-0,24</u>	0,253	○	▲	▲	▲	Ejemplo comparativo

- 5 \*[Resistencia a la corrosión] Un caso en el que el potencial de picadura era de 290 mV (frente a SCE) o más se consideró como “○” (satisfactorio), y un caso en el que el potencial de picadura era menor de 290 mV (frente a SCE) se consideró como “▲” (insatisfactorio).
- 10 \*[Valor de impacto Charpy] Un caso en el que el valor de impacto Charpy (de una chapa de acero que tenía un grosor de 2 mm) a 25°C era de 200 J/cm<sup>2</sup> o más se consideró como “○” (satisfactorio), y un caso en el que el valor de impacto Charpy (de una chapa de acero que tenía un grosor de 2 mm) a 25°C era menor de 200 J/cm<sup>2</sup> se consideró como “▲” (insatisfactorio).
- 15 \*[Defecto de superficie] Un caso en el que el número de sojas en una región de 200 mm<sup>W</sup> x 200 mm<sup>L</sup> era de 1 o menos se consideró como “○” (satisfactorio), y un caso en el que el número descrito anteriormente era de más de 1 se consideró como “▲” (insatisfactorio).
- 20 \*[Temperatura de ablandamiento] Un caso en el que se satisfizo la expresión de relación  $c + 0,13(a-c) \geq b$  se consideró como “○” (satisfactorio), y otros casos se consideraron como “▲” (insatisfactorio), en donde la dureza Vickers de una chapa de acero en el estado laminado en frío se definió como a, la dureza Vickers de una chapa de acero que se había sometido a un tratamiento térmico a una temperatura de 880°C durante 20 segundos se definió como b y la dureza Vickers de una chapa de acero que se había sometido a un tratamiento térmico a una temperatura de 1000°C durante 20 segundos se definió como c.
- 25

[Tabla 3-1]

Prueba n.º	Composición química (% en masa)															Nota
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Zr	N	Otro elemento químico		
59	0,009	0,08	0,16	0,027	0,002	0,029	20,6	0,28	0,32	0,13	0,118	0,038	0,013	Mo:0,09	Ejemplo	
60	0,009	0,10	0,17	0,026	0,003	0,029	21,4	0,30	0,33	0,15	0,139	0,022	0,010	V:0,11	Ejemplo	
61	0,012	0,11	0,21	0,027	0,002	0,024	21,1	0,21	0,44	0,16	0,146	0,029	0,009	Mo:0,26	Ejemplo	
62	0,010	0,11	0,23	0,026	0,003	0,031	20,9	0,23	0,41	0,22	0,056	0,050	0,010	Ca:0,0024	Ejemplo	
63	0,008	0,12	0,20	0,029	0,001	0,021	21,0	0,14	0,44	0,26	0,091	0,082	0,011	W:0,33	Ejemplo	
64	0,012	0,10	0,18	0,025	0,003	0,038	21,3	0,22	0,43	0,25	0,113	0,105	0,011	B:0,0015	Ejemplo	
65	0,009	0,11	0,23	0,026	0,003	0,037	20,7	0,19	0,57	0,22	0,126	0,102	0,012	Co:0,18	Ejemplo	
66	0,010	0,12	0,23	0,025	0,001	0,022	20,9	0,22	0,78	0,23	0,128	0,119	0,010	La:0,08	Ejemplo	
67	0,009	0,09	0,22	0,022	0,002	0,020	21,2	0,27	0,41	0,25	0,116	0,120	0,007		Ejemplo comparativo	
68	0,008	0,10	0,15	0,029	0,002	0,023	21,5	0,20	0,45	0,21	0,129	0,141	0,013		Ejemplo comparativo	

[Tabla 3-2]

Prueba n.º	Ti-Nb	Nb-Zr	Resistencia a la corrosión	Charpy	Defecto de superficie	Temperatura de ablandamiento	Nota
59	0,01	0,080					Ejemplo
60	0,01	0,117					Ejemplo
61	0,01	0,117					Ejemplo
62	0,16	0,006					Ejemplo
63	0,17	0,009					Ejemplo
64	0,14	0,008					Ejemplo
65	0,09	0,024					Ejemplo
66	0,10	0,009					Ejemplo
67	0,13	<u>-0,004</u>		▲	▲		Ejemplo comparativo
68	0,08	<u>-0,012</u>		▲	▲		Ejemplo comparativo

- 5      \*[Resistencia a la corrosión]      Un caso en el que el potencial de picadura era de 290 mV (frente a SCE) o más se consideró como “O” (satisfactorio), y un caso en el que el potencial de picadura era menor de 290 mV (frente a SCE) se consideró como “▲” (insatisfactorio).
- 10     \*[Valor de impacto Charpy]         Un caso en el que el valor de impacto Charpy (de una chapa de acero que tenía un grosor de 2 mm) a 25°C era de 200 J/cm<sup>2</sup> o más se consideró como “O” (satisfactorio), y un caso en el que el valor de impacto Charpy (de una chapa de acero que tenía un grosor de 2 mm) a 25°C era menor de 200 J/cm<sup>2</sup> se consideró como “▲” (insatisfactorio).
- 15     \*[Defecto de superficie]            Un caso en el que el número de sojas en una región de 200 mm<sup>W</sup> x 200 mm<sup>L</sup> era de 1 o menos se consideró como “O” (satisfactorio), y un caso en el que el número descrito anteriormente era de más de 1 se consideró como “▲” (insatisfactorio).
- 20     \*[Temperatura de ablandamiento]    Un caso en el que se satisfizo la expresión de relación  $c + 0,13(a-c) \geq b$  se consideró como “O” (satisfactorio), y otros casos se consideraron como “▲” (insatisfactorio), en donde la dureza Vickers de una chapa de acero en el estado laminado en frío se definió como a, la dureza Vickers de una chapa de acero que se había sometido a un tratamiento térmico a una temperatura de 880°C durante 20 segundos se definió como b y la dureza Vickers de una chapa de acero que se había sometido a un tratamiento térmico a una temperatura de 1000°C durante 20 segundos se definió como c.

25     La figura 1 ilustra los resultados de evaluación de valores de impacto Charpy y defectos de superficie de los ejemplos de la presente invención y ejemplos comparativos (n.ºs 43 a 48), cuyas composiciones químicas estaban dentro del intervalo según la presente invención, y en los que se satisfizo la expresión de relación  $Nb \geq Zr$  y no se satisfizo la expresión de relación  $Ti \geq Nb$ , en una forma de gráfico en la que el eje horizontal indica el contenido de Ti y el eje vertical indica el contenido de Nb. En el presente documento, para todas las chapas de acero ilustradas en la figura 1, en un caso en el que el resultado de evaluación con respecto al valor de impacto Charpy era satisfactorio, la evaluación con respecto a un defecto de superficie era satisfactoria, y en un caso en el que el resultado de evaluación con respecto al valor de impacto Charpy era insatisfactorio, la evaluación con respecto a un defecto de superficie era insatisfactoria. Tal como indica la figura 1, es necesario que se satisfaga la expresión de relación  $Ti \geq Nb$  con el fin de producir una excelente tenacidad y una disminución en la cantidad de defectos de superficie al mismo tiempo dentro del intervalo de la composición química según la presente invención.

30     La figura 2 ilustra los resultados de evaluación de valores de impacto Charpy y defectos de superficie de los ejemplos de la presente invención y ejemplos comparativos (n.ºs 49 a 54, 67 y 68), cuyas composiciones químicas estaban dentro del intervalo según la presente invención, y en los que se satisfizo la expresión de relación  $Ti \geq Nb$  y no se satisfizo la expresión de relación  $Nb \geq Zr$ , en una forma de gráfico en la que el eje horizontal indica el contenido de Nb y el eje vertical indica el contenido de Zr. Tal como indica la figura 2, es necesario que se satisfaga la expresión de relación  $Nb \geq Zr$  con el fin de producir una excelente tenacidad y una disminución en la cantidad de defectos de superficie al mismo tiempo dentro del intervalo de la composición química según la presente invención.

35     Además, tal como indican la figura 1 y la figura 2, se clarifica que es necesario que se satisfagan tanto la expresión de relación  $Ti \geq Nb$  como la expresión de relación  $Nb \geq Zr$ , es decir, la expresión de relación  $Zr \leq Nb \leq Ti$ , con el fin de producir una excelente tenacidad y una disminución en la cantidad de defectos de superficie al mismo tiempo dentro

del intervalo de la composición química según la presente invención.

5 En el presente documento, los ejemplos comparativos n.<sup>os</sup> 55 y 56, cuyas composiciones químicas estaban dentro del intervalo según la presente invención, y en los que no se satisfizo la expresión de relación  $Ti \geq Nb$  ni la expresión de relación  $Nb \geq Zr$ , eran insatisfactorios en las evaluaciones tanto con respecto al valor de impacto Charpy como con respecto al defecto de superficie.

**Aplicabilidad industrial**

10 La chapa de acero inoxidable ferrítico según la presente invención, que tiene una excelente tenacidad y sólo una pequeña cantidad de defectos de superficie, puede usarse preferiblemente no sólo para piezas que se requiere que tengan una resistencia a la corrosión satisfactoria sino también para piezas que se requiere que tengan una tenacidad y calidad de superficie satisfactorias incluyendo los paneles interiores de ascensores, interiores, campanas extractoras, silenciadores, armarios, piezas de electrodomésticos, piezas de aparatos de oficina, piezas  
15 interiores de automóviles, tubos de escape de automóviles, materiales de construcción, tapas de canales de drenaje, contenedores marítimos, enseres domésticos, aparatos de cocina, materiales interiores y exteriores de edificios, piezas de automóviles, escaleras mecánicas, vehículos ferroviarios, el chasis de aparatos eléctricos y similares.

## REIVINDICACIONES

1. Chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una composición química que contiene, en % en masa, C: del 0,001% al 0,020%, Si: del 0,05% al 0,15%, Mn: del 0,05% al 1,00%, P: el 0,040% o menos, S: el 0,030% o menos, Al: del 0,001% al 0,15%, Cr: del 20,0% al 23,0%, Ni: del 0,01% al 0,80%, Cu: del 0,30% al 0,80%, Ti: del 0,10% al 0,50%, Nb: del 0,010% al 0,150%, Zr: del 0,005% al 0,150%, N: el 0,020% o menos, opcionalmente uno, dos o más seleccionados de Co: del 0,01% al 0,50%, Mo: del 0,01% al 0,30% y W: del 0,01% al 0,50%, opcionalmente uno, dos o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,50%, B: del 0,0003% al 0,0030%, Mg: del 0,0005% al 0,0100%, Ca: del 0,0003% al 0,0030%, Y: del 0,001% al 0,20% y metal de tierras raras REM: del 0,001% al 0,10%, opcionalmente uno o ambos seleccionados de Sn: del 0,001% al 0,50% y Sb: del 0,001% al 0,50%, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables, en la que se satisface la expresión de relación (1) a continuación:

$$\text{Zr} \leq \text{Nb} \leq \text{Ti} \quad (1)$$

en la que cada uno de Zr, Nb y Ti en expresión de relación (1) indica el contenido en % en masa del elemento químico correspondiente.

2. Chapa de acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 1, teniendo la chapa de acero la composición química que contiene, en % en masa, uno, dos o más seleccionados de Co: del 0,01% al 0,50%, Mo: del 0,01% al 0,30% y W: del 0,01% al 0,50%.
3. Chapa de acero inoxidable ferrítico según la reivindicación 1 ó 2, teniendo la chapa de acero la composición química que contiene, en % en masa, uno, dos o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,50%, B: del 0,0003% al 0,0030%, Mg: del 0,0005% al 0,0100%, Ca: del 0,0003% al 0,0030%, Y: del 0,001% al 0,20% y metal de tierras raras REM: del 0,001% al 0,10%.
4. Chapa de acero inoxidable ferrítico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, teniendo la chapa de acero la composición química que contiene, en % en masa, uno o ambos seleccionados de Sn: del 0,001% al 0,50% y Sb: del 0,001% al 0,50%.

FIG. 1

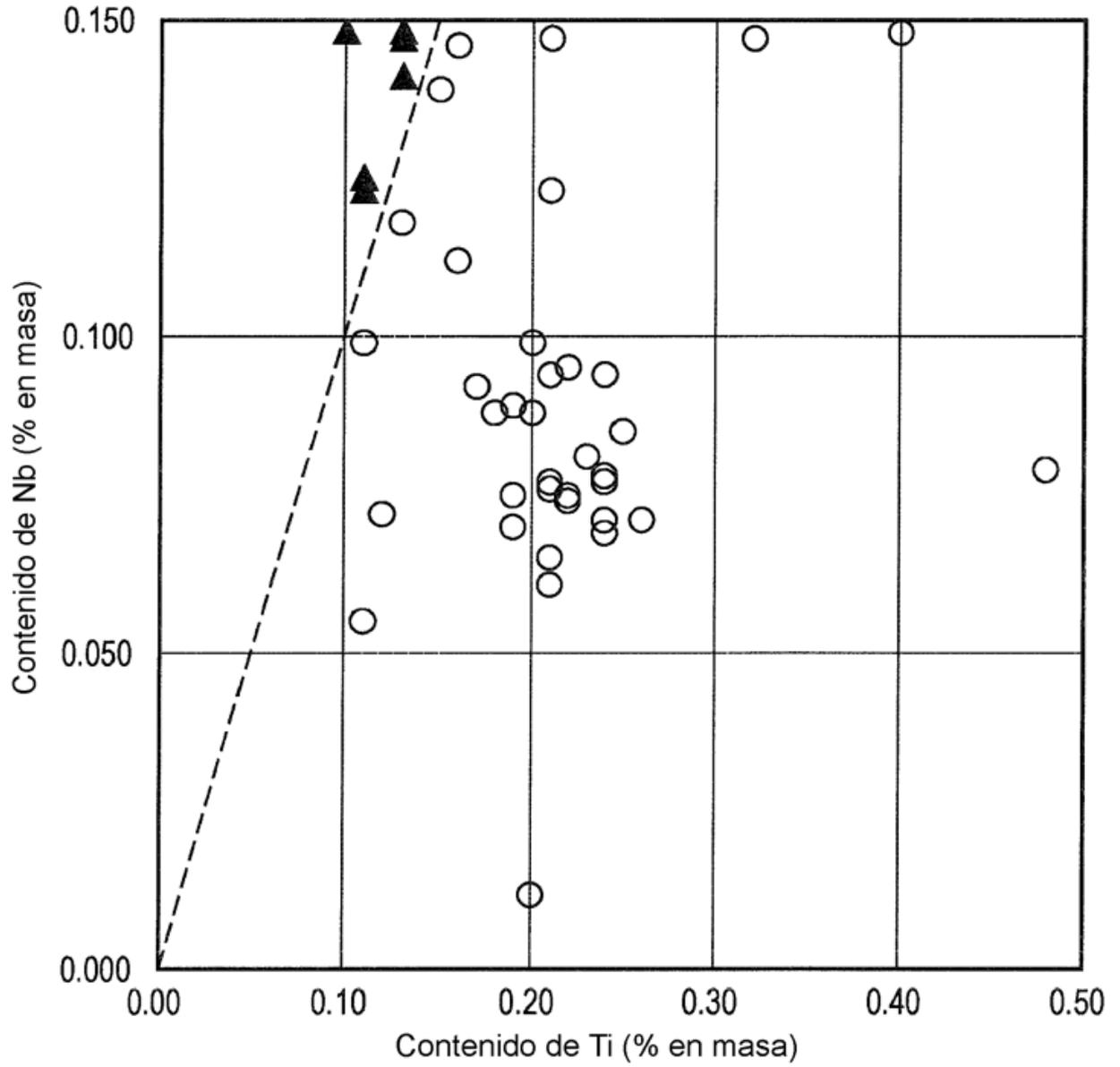


FIG. 2

