

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 681**

51 Int. Cl.:

<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/32</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/02</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/38</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/04</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/40</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/60</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/20</b>	(2006.01)	<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/22</b>	(2006.01)	<b>C21D 8/02</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/24</b>	(2006.01)	<b>C21D 6/02</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/26</b>	(2006.01)	<b>C21D 6/00</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/28</b>	(2006.01)	<b>C21D 1/84</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/30</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.02.2014 PCT/JP2014/052551**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14119796**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2014 E 14746338 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 2952602**

54 Título: **Lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en maleabilidad y método de producción de la misma**

30 Prioridad:  
**04.02.2013 JP 2013019608**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.11.2020**

73 Titular/es:  
**NIPPON STEEL STAINLESS STEEL CORPORATION (100.0%)**  
**8-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku Tokyo 100-0005, JP**

72 Inventor/es:  
**HAMADA, JUNICHI y ISHIMARU, EIICHIRO**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 795 681 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**

Lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en maleabilidad y método de producción de la misma

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en maleabilidad y resistencia a la formación de crestas, y un método de producción de la misma.

**Antecedentes de la técnica**

10 La lámina de acero inoxidable ferrítico es excelente en resistencia a la corrosión y resistencia al calor, y se está usando para electrodomésticos, equipos de transporte, uso en la construcción y diversos otros campos. Sin embargo, es inferior en ductilidad en comparación con el acero inoxidable austenítico, y sufre la formación de formas de relieves superficiales llamadas "crestas" cuando se trabaja para darle forma. Por lo tanto existe el problema de que la calidad superficial y la capacidad de pulimento después de ser trabajada para darle forma son obstaculizadas.

15 Para mejorar la moldeabilidad, como se describe en el documento PLT 1, se describe el método de reducir el C o N y añadir Ti o Nb. Haciendo a los componentes del acero altos en pureza y aumentando la orientación cristalina {111}, la lámina de acero inoxidable ferrítico puede ser mejorada en el "valor r", un indicador de la estirabilidad profunda, y mejorada en moldeabilidad.

20 Con respecto a la formación de crestas, se sabe que la formación de crestas se produce debido a colonias de granos cristalinos que tienen orientaciones cristalinas similares que permanecen en la lámina producto acabada debido a la estructura del colado o la estructura de la laminación en caliente. Entre estas, en particular, se han descrito numerosas técnicas para reducir las colonias que tienen orientaciones cristalinas {100}. Como técnicas representativas, están la agitación electromagnética, inoculación de núcleos de solidificación, colado a baja temperatura, etc. que se muestran en el documento PLT 2 etc. como técnicas para hacer a la estructura solidificada equiaxial. Además, se conocen límites en las condiciones de laminación en caliente, condiciones de recocido y tamaño de colonias en la lámina producto acabada de los documentos PLT 3 a 5, etc.

25 De la manera anterior, se ha descrito mejorar el valor r y reducir la formación de crestas en una lámina de acero inoxidable ferrítico convencional ajustando los componentes y estableciendo condiciones de producción adecuadas. En particular, para la formación de crestas, aún no se ha alcanzado un nivel que permita hacer que sean completamente inocuas. Es necesario controlar la estructura irregular y la textura en la dirección del espesor de la lámina y mejorar adicionalmente la calidad superficial.

30 Por otra parte, los documentos PLT 6, 7 y 8 describen patentes que se refieren a un acero inoxidable ferrítico que contiene Sn. El documento PLT 7 describe una técnica que se refiere a un acero inoxidable ferrítico que es excelente en resistencia a la corrosión y maleabilidad y muestra, en relación a la maleabilidad, una técnica para dar a un acero inoxidable que contiene Sn un límite elástico a 0,2% de 300 MPa o menos y un alargamiento a la rotura de 30% o más. Sin embargo, sólo con el límite elástico a 0,2% o el alargamiento a la rotura anteriores, no puede obtenerse un acero que sea suficientemente satisfactorio en estirabilidad profunda y resistencia a la formación de crestas. Sigue habiendo problemas en la maleabilidad.

35 El documento EP 1 571 227 A1 describe una lámina de acero resistente al calor que lleva Cr con excelente maleabilidad de la composición mencionada anteriormente, que tiene una relación de intensidad de rayos X {111}/({100}+{211}) de 2 o mayor en la región central del espesor.

**Lista de citas**

40 Bibliografía de patentes

PLT 1: Publicación de patente japonesa Nº 61-261460A

PLT 2: Solicitud de patente japonesa Nº 50-123294

PLT 3: Publicación de patente japonesa Nº 61-19688B2

PLT 4: Publicación de patente japonesa Nº 57-38655B2

45 PLT 5: Publicación de patente japonesa Nº 10-330887A

PLT 6: Publicación de patente japonesa Nº 2008-190003A

PLT 7: Publicación de patente japonesa Nº 2009-174036A

PLT 8: Publicación de patente japonesa Nº 2010-159487A

**Compendio de la invención**

## Problema técnico

5 Un objeto de la presente invención es solucionar los problemas en la técnica existente y proporcionar una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en maleabilidad y que tiene poca aparición de formación de crestas, y un método de producción de la misma.

## Solución al problema

Para solucionar este problema, los inventores emprendieron detallados estudios relacionados a la maleabilidad y la resistencia a la formación de crestas de la lámina de acero inoxidable ferrítico, la composición del acero, la formación de textura en el proceso de producción, y además el mecanismo de aparición de la formación de crestas.

10 Como resultado, descubrieron que formando una estructura con una orientación cristalina específica dentro de la lámina de acero, es posible producir una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en moldeabilidad, tal como estirabilidad profunda y resistencia a la formación de crestas.

La esencia de la presente invención para solucionar el problema anterior se define en las reivindicaciones.

**Efectos ventajosos de la invención**

15 Como queda claro a partir de la explicación anterior, según la presente invención, es posible proporcionar eficazmente una lámina de acero inoxidable ferrítico que es particularmente excelente en resistencia a la formación de crestas sin requerir ninguna instalación nueva especial.

**Breve descripción de los dibujos**

20 La FIG. 1 es una vista que muestra una relación entre una fuerza de orientación  $\{100\}\langle 012\rangle$  en una capa superficial de una lámina recocida laminada en frío hasta  $t/4$  y una altura de cresta.

**Descripción de realizaciones**

25 A continuación, se explicarán las razones para la limitación en la presente invención. Cr tiene que añadirse en 10% o más a fin de asegurar la resistencia a la corrosión, la resistencia a las altas temperaturas y la resistencia a la oxidación, pero una adición de 30% o más causa un deterioro de la tenacidad y de este modo una capacidad de fabricación deficiente, y también un deterioro de la calidad. Por consiguiente, el intervalo de Cr se puso en 10 a 30%. Además, desde el punto de vista de los costes y la resistencia a la corrosión, es deseable 13,0 a 25,0%. Nótese que, si se considera la capacidad de fabricación y la ductilidad a alta temperatura, es deseable 13,0 a 18,0%. También es posible 15,5 a 16,5%.

30 Sn es un elemento extremadamente importante en la presente invención para suprimir la formación de crestas mediante un control de la orientación cristalina, y se añade en 0,005 a 1%. Sn es un elemento que se segrega fácilmente en los bordes de los granos. La segregación en los bordes de los granos se produce en el proceso de recocer la lámina laminada en caliente en el proceso de producción. Los inventores descubrieron que si se lamina en frío la lámina y se aplica un tratamiento de calor para recristalización, se forman fácilmente desde las partes segregadas de Sn núcleos de una orientación cristalina característica que es eficaz para reducir la formación de  
35 crestas.

En general, como orientación de recristalización después de la laminación en frío, en la parte central del espesor de la lámina, crece principalmente la orientación cristalina  $\{111\}$ . Además, si la orientación  $\{100\}$ , que es más pequeña en capacidad de deformación plástica y más susceptible a dar como resultado una reducción del espesor de la lámina que la  $\{111\}$ , está presente en colonias, se formarán formas de relieve superficiales después del trabajado, y la  
40 resistencia a la formación de crestas se hace deficiente. Por otra parte, desde la capa superficial hasta cerca de la parte  $t/4$ , la orientación cristalina  $\{111\}$  se hace débil. En esta investigación, se descubrió que cuando se añade Sn, la orientación  $\{100\}\langle 012\rangle$  se forma fácilmente desde la capa superficial hasta cerca de  $t/4$  en la etapa de recocido después de la laminación en frío. En el momento de la laminación en frío, una gran tensión de cizallamiento actúa sobre el interior del material en la capa superficial hasta la parte  $t/4$ . Se cree que en el momento de recocer la lámina laminada en caliente, si el Sn se segrega en los bordes de los granos, esa tensión de cizallamiento actúa notablemente  
45 sobre las partes segregadas, y que en el proceso de tratamiento con calor posterior, la orientación cristalina específica de  $\{100\}\langle 012\rangle$  forma núcleos más fácilmente.

Como se explica más adelante, se supone que si se forma la orientación  $\{100\}\langle 012\rangle$  desde la capa superficial hasta la parte  $t/4$ , se produce cerca de la parte de la capa superficial una acción de reducir las formas de relieve que se forman debido a la anisotropía plástica entre colonias en la parte de la capa central del espesor de la lámina, con lo que se hace más difícil que se formen las formas de relieve superficiales. La segregación de Sn en los bordes de los granos y la formación de la orientación  $\{100\}\langle 012\rangle$  se producen con una adición de 0,005% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,005%. Por otra parte, una adición excesiva da como resultado fractura y otros problemas en el proceso de producción, con lo que el límite superior se puso en 1%. Además, desde el punto de vista del deterioro de  
50

la soldabilidad, el límite superior se hace deseablemente 0,5%. Además, desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión y la tenacidad, es deseable 0,03 a 0,5%. Es más deseable 0,1 a 0,3%, mientras que es óptimo 0,15 a 0,25%.

5 En la presente invención, de la manera anterior, debido a la adición de Sn, en el proceso de producción, el Sn se segrega en los bordes de los granos. Utilizando esto, después de la laminación en frío y el recocido, una orientación cristalina menor  $\{100\}\langle 012\rangle$ , que habitualmente no se produce apenas, es causada desde la capa superficial del espesor de la lámina hasta cerca de la parte t/4, y la formación de crestas se reduce.

10 La FIG. 1 muestra la relación entre la fuerza de orientación  $\{100\}\langle 012\rangle$  desde la capa superficial hasta cerca de t/4 y la resistencia a la formación de crestas. Aquí, un acero con 17%Cr (0,005%C-0,1%Si-0,1%Mn-0,01%P-0,0001%S-0,1%Ti-0,18%Nb-0,007%N) exento de Sn (<0,001%) y que contenía 0,2%Sn se fundió a vacío, se laminó en caliente, se laminó en frío y se recoció para obtener una lámina recocida laminada en frío. La fuerza de la orientación  $\{100\}\langle 012\rangle$  por difracción de rayos X se encontró usando un aparato de difracción de rayos X (fabricado por Rigaku Corporation) y usando rayos Mo-K $\alpha$  para obtener las figuras de polos (200), (310) y (211) de la región desde la capa superficial hasta cerca de t/4 (superficie de medida sacada por combinación de pulimento mecánico y pulimento electrolítico) y usando armónicos esféricos para obtener la función de densidad de orientación cristalina 3D a partir de estos y encontrar la fuerza de orientación cristalina (relación de fuerza con muestra aleatoria).

15 Con respecto a la resistencia a la formación de crestas, se tomó una pieza de ensayo de tracción JIS N<sup>o</sup> 5 de la lámina recocida laminada en frío, se le dio una tensión de 16% en paralelo a la dirección de laminación, y se evaluó en cuanto a la resistencia a la formación de crestas mediante la altura de crestas (distancia máxima de las formas de relieve que aparecen en dirección perpendicular a la dirección de laminación) y un examen visual. Los rangos en el examen visual fueron como sigue:

A: Formación de crestas no observada (altura de las crestas 5  $\mu$ m o menos),

B: Formación de crestas observada visualmente un poco (altura de las crestas 10  $\mu$ m o menos),

C: Formación de crestas observada visualmente con claridad (altura de las crestas 20  $\mu$ m),

20 D: Formación de crestas observada visualmente con claridad y formación de formas de relieve percibidas cuando se toca la superficie con un dedo (altura de las crestas por encima de 30  $\mu$ m)

25 A partir de la FIG. 1, haciendo a la fuerza de difracción de rayos X en la orientación  $\{100\}\langle 012\rangle$  desde la capa superficial hasta t/4 ("t" es el espesor de la lámina) dos veces o más, la formación de crestas puede llegar a ser el nivel A y puede ser reducida hasta un nivel que no plantea un problema en la práctica. Por lo tanto, el límite inferior de la fuerza de orientación  $\{100\}\langle 012\rangle$  se puso en 2 o más. Esa orientación cristalina se obtuvo por segregación de Sn en los bordes de los granos y comunicando una tensión de cizallamiento de la manera anterior. Para hacer que se forme de manera más notable, es necesario aumentar la cantidad de segregación de Sn en los bordes de los granos o reforzar la tensión de cizallamiento. Estos a veces están acompañados de problemas en la capacidad de fabricación, y conducen también a una caída en el valor r, con lo que, como intervalo deseable, el límite superior se puso en 10 o menos.

30 C causa que la maleabilidad, la resistencia a la corrosión y la resistencia a la oxidación se deterioren, con lo que el contenido debe ser tan pequeño como sea posible, por lo tanto el límite superior se puso en 0,1%. Sin embargo, una reducción excesiva conduce a un aumento en los costes de refinado, con lo que el límite inferior se puso en 0,001%. Además, si se consideran los costes de fabricación, la resistencia a la corrosión y la maleabilidad, es deseable 0,002 a 0,05%. Además, desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, es deseable ponerlo en 0,002 a 0,009%.

35 N, al igual que C, causa que la maleabilidad, la resistencia a la corrosión y la resistencia a la oxidación se deterioren, con lo que el contenido debe ser tan pequeño como sea posible, por lo tanto el límite superior se puso en 0,1%. Sin embargo, una reducción excesiva conduce a un aumento en los costes de refinado, con lo que el límite inferior se puso en 0,001%. Además, si se consideran los costes de fabricación, la resistencia a la corrosión y la maleabilidad, es deseable 0,002 a 0,05%. Además, desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, es deseable ponerlo en 0,002 a 0,05%.

40 Si se añade a veces como elemento desoxidante, y también es un elemento que mejora la resistencia a la oxidación y la resistencia a las altas temperaturas. Se añade 0,01% o más. Una adición excesiva disminuye la ductilidad a temperatura ordinaria para degradar la maleabilidad, con lo que el límite superior se puso en 3,0%. Además, si se considera la calidad del material y la característica de oxidación, es deseable 0,05 a 1,0%. Además, es deseable 0,1 a 0,7%.

45 Mn forma MnCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> o MnO a una temperatura alta, y mejora la adhesión de escamas. Este efecto se manifiesta a 0,01% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,01%. Por otra parte, una adición excesiva causa una caída en la resistencia a la corrosión y la ductilidad, con lo que el límite superior se puso en 3,0%. Además, si se considera la maleabilidad y la capacidad de fabricación, es deseable 0,05 a 1,5%. Más deseablemente es 0,1 a 1,0%.

55 P es un elemento reforzante de la disolución de la misma manera que Si. Debido a la calidad del material, cuanto más

pequeño sea el contenido mejor. El límite superior se puso en 0,1%. Sin embargo, una reducción excesiva conduce a un aumento en los costes de refinado, con lo que el límite inferior se puso en 0,005%. Además, si se consideran los costes de fabricación y la resistencia a la oxidación, es deseable 0,01 a 0,025%.

5 S debe ser tan pequeño en contenido como sea posible desde el punto de vista de la calidad del material, la resistencia a la corrosión y la resistencia a la oxidación, con lo que el límite superior se puso en 0,01%. En particular, una adición excesiva forma compuestos con Ti etc. y en demasía promueve la recristalización y el crecimiento de granos en la lámina recocida laminada en caliente para degradar de este modo el valor r. Sin embargo, una reducción excesiva conduce a un aumento en los costes de refinado, con lo que el límite inferior se puso en 0,0001%. Además, si se consideran los costes de fabricación y la resistencia a la corrosión, es deseable 0,0010 a 0,0050%.

10 Ti es un elemento que se añade para unirse con C, N y S para mejorar adicionalmente la resistencia a la corrosión, la resistencia a la corrosión en los bordes de los granos y la estirabilidad profunda. En particular, el crecimiento de la orientación cristalina {111} para mejorar el valor r se manifiesta por 0,005% o más de adición, con lo que el límite inferior se puso en 0,005%. Por 0,5% o más de adición, la tenacidad, la maleabilidad secundaria y el valor r se deterioran, con lo que el límite superior se puso en 0,5%. Además, si se consideran los costes de fabricación, los defectos superficiales y el pelado de escamas, es deseable 0,05 a 0,2%.

15 Nb es un elemento que se añade para mejorar la resistencia a las altas temperaturas y la característica de fatiga a alta temperatura por refuerzo de la disolución y refuerzo de la precipitación. Además, fija a C y N como carbonitruros, causa un crecimiento de la textura recristalizada de la lámina producto acabada, forma compuestos intermetálicos de Fe y Nb llamados "fases de Laves", tiene un efecto sobre la formación de la textura recristalizada por su tasa de volumen y tamaño, y contribuye a la mejora del valor r. Estas acciones se manifiestan a 0,005% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,005%. Por otra parte, una adición excesiva da lugar a un endurecimiento y conduce a una caída en la ductilidad a temperatura ordinaria y el valor r, con lo que el límite superior se puso en 0,5%. Además, si se consideran los costes y la capacidad de fabricación, es deseable 0,1 a 0,3%.

25 Zr es un elemento que mejora la resistencia a la oxidación, y se añade de acuerdo con la necesidad. Esta acción se manifiesta a 0,005% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,005%. Sin embargo, 0,5% o más de adición causa que la tenacidad y la capacidad de decapado y otros aspectos de la capacidad de fabricación lleguen a degradarse notablemente. Además, los compuestos de Zr con el carbono y el nitrógeno se hacen más gruesos para hacer a la estructura de la lámina recocida laminada en caliente más gruesa y disminuir el valor r, con lo que el límite superior se puso en 0,5%. Además, si se consideran los costes de fabricación, es deseable 0,05 a 0,20%.

30 V es un elemento que se une con C y N para mejorar adicionalmente la resistencia a la corrosión, la resistencia a la corrosión de los bordes de los granos y la estirabilidad profunda. En particular, el crecimiento de la orientación cristalina {111} para mejorar el valor r se manifiesta por 0,01% o más de adición, con lo que el límite inferior se puso en 0,01%. Por otra parte, por 0,5% o más de adición, la tenacidad y la maleabilidad secundaria se degradan, con lo que el límite superior se puso en 0,5%. Además, si se consideran los costes de fabricación y los defectos superficiales, es deseable 0,05 a 0,3%.

35 Ni es un elemento que mejora la tenacidad y la resistencia a la corrosión, con lo que se añade de acuerdo con la necesidad. La contribución a la tenacidad se manifiesta a 0,01% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,01%. Por otra parte, una adición por encima de 1% causa que se formen fases de austenita y que el valor r caiga, con lo que el límite superior se puso en 1%. Además, si se consideran los costes, es deseable 0,05 a 0,5%. Además, si se considera el punto de vista de la corrosión por grietas también, es más deseable 0,2 a 0,5%.

45 Mo mejora la resistencia a la corrosión y causa una mejora de la resistencia a las altas temperaturas debido al Mo en disolución sólida. Este efecto se manifiesta a 0,1% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,1%. Sin embargo, una adición excesiva causa un deterioro de la tenacidad y una caída en el alargamiento. Además, las fases de Laves se forman en demasía, los granos orientados en {011} se forman fácilmente, y se causa una caída en el valor r. Además, con una adición por encima de 3,0%, la resistencia a la oxidación se degrada, con lo que el límite superior se puso en 3,0%. Además, si se consideran los costes de fabricación y la capacidad de fabricación, es deseable 0,1 a 2,0%.

50 W, de la misma manera que Mo, mejora la resistencia a la corrosión y causa una mejora de la resistencia a las altas temperaturas debido al Mo en disolución sólida. Este efecto se manifiesta a 0,1% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,1%. Sin embargo, una adición excesiva causa un deterioro de la tenacidad y una caída en el alargamiento. Además, las fases de Laves se forman en demasía, los granos orientados en {011} llegan a formarse fácilmente, y se causa una caída en el valor r. Además, con una adición por encima de 3,0%, la resistencia a la oxidación se degrada, con lo que el límite superior se puso en 3,0%. Además, si se consideran los costes de fabricación y la capacidad de fabricación, es deseable 0,1 a 2,0%.

55 Cu es un elemento que causa una mejora de la resistencia a la oxidación y mejora la resistencia a las altas temperaturas, particularmente en la región de temperaturas medias, por precipitación de  $\epsilon$ -Cu. El efecto se manifiesta con una adición de 0,1% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,1%. Por otra parte, con una adición de 3,0% o más, se causa un deterioro de la tenacidad y una caída extrema en el alargamiento. Además, precipita  $\epsilon$ -Cu en el

proceso de laminación en caliente, por lo que se forman granos orientados en {011} y el valor  $r$  cae, con lo que el límite superior se puso en 3,0%. Además, desde el punto de vista de la resistencia a la oxidación y la capacidad de fabricación y la supresión del flujo de óxido en un entorno corrosivo de ciclo húmedo/seco, es deseable 0,2 a 1,5%. Si se consideran los costes, es bueno 0,2 a 0,5%.

5 B es un elemento que mejora la maleabilidad secundaria. Este efecto se manifiesta a 0,0003% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,0003%. Por una adición por encima de 0,0100%, se forma  $Cr_2B$  y otros compuestos de B, y la corrosión de los bordes de los granos y las características de fatiga se hacen peores. Además, esto causa un aumento en los granos orientados en {011} y disminuye el valor  $r$ , con lo que el límite superior se puso en 0,0100%. Además, si se consideran la soldabilidad y la capacidad de fabricación, es deseable 0,0003 a 0,0020%.

10 Al se añade a veces como elemento desoxidante, y también mejora la resistencia a las altas temperaturas y la resistencia a la oxidación. Esta acción se manifiesta a partir de 0,01%, con lo que el límite inferior se puso en 0,01%. Además, 1,0% o más de adición causa una caída en el alargamiento y un deterioro de la soldabilidad y la calidad superficial. Además, los óxidos de Al promueven la formación de granos orientados en {011} y conducen a una caída en el valor  $r$ , con lo que el límite superior se puso en 1,0%. Además, si se consideran los costes de refinado, es deseable 0,02 a 0,15%.

Ca se añade a veces para inmovilizar el S. Este efecto se manifiesta a 0,0001% o más, con lo que el límite inferior se puso en 0,0001%. Por otra parte, una adición excesiva causa que la resistencia a la corrosión se degrade, con lo que el límite superior se puso en 0,003%. Además, si se considera la capacidad de fabricación y la resistencia a la corrosión, es deseable 0,0005 a 0,002%.

20 Mg forma óxidos de Mg junto con Al en el acero fundido para actuar como agente desoxidante. Además, los óxidos de Mg finamente cristalizados forman núcleos para la precipitación fina de precipitados basados en Nb y Ti. Si estos precipitan finamente en el proceso de laminación en caliente, en el proceso de laminación en caliente y el proceso de recocido de la lámina laminada en caliente, los precipitados finos forman núcleos de recristalización, por lo que se obtiene una estructura recristalizada extremadamente fina. Esto contribuye a la formación de textura. Esta acción se manifiesta a partir de 0,0001%, con lo que el límite inferior se puso en 0,0001%. Sin embargo, una adición excesiva causa una degradación de la resistencia a la oxidación y una caída en la soldabilidad etc., con lo que el límite superior se puso en 0,005%. Además, si se consideran los costes de refinado, es deseable 0,0003 a 0,002%.

Co es un elemento que mejora la resistencia a las altas temperaturas. De acuerdo con la necesidad, se añade 0,001% o más. Sin embargo, una adición excesiva causa que la maleabilidad se degrade, con lo que el límite superior se puso en 0,5%. Además, si se consideran los costes de fabricación, es deseable 0,05 a 0,3%.

Sb es eficaz para mejorar la resistencia a la corrosión, y puede añadirse en 0,3% o menos de acuerdo con la necesidad. En particular, desde el punto de vista de la corrosión por grietas, el límite inferior se pone en 0,005. Además, desde el punto de vista de la capacidad de fabricación y los costes, es preferible 0,01% o más.

35 Un REM es eficaz para mejorar la resistencia a la oxidación, y se añade de acuerdo con la necesidad. El límite inferior se pone en 0,001%. Además, incluso si se añade más de 0,20%, el efecto llega a saturarse y la resistencia a la corrosión cae debido a la formación de granos de REM, con lo que el límite superior se pone en 0,2%. Si se considera la maleabilidad del producto acabado y los costes de fabricación, es preferible 0,002% a 0,05%. Un "REM (metal de las tierras raras)", según la definición general, indica los dos elementos de escandio (Sc) e ytrio (Y) y los 15 elementos desde lantano (La) hasta lutecio (Lu) (lantánidos) en su conjunto. Los REMs pueden añadirse en solitario o pueden ser mezclas.

Ga mejora la resistencia a la corrosión y suprime la fragilización por hidrógeno, con lo que puede añadirse 0,3% o menos. Desde el punto de vista de la formación de sulfuros o hidruros, el límite inferior se pone en 0,0002%. Además, desde el punto de vista de la capacidad de fabricación y los costes, es preferible 0,0020% o más.

45 Nótese que As, Pb y otros elementos e impurezas perjudiciales generales se reducen preferiblemente tanto como sea posible.

En la presente invención, además de la textura y composición química anteriores, los inventores también estudiaron el método de producción, y aprendieron que controlando las condiciones del recocido de la lámina laminada en caliente y las condiciones de la laminación en frío, la distribución de las orientaciones cristalinas puede ser controlada y puede obtenerse una maleabilidad excelente.

50 La plancha se lamina en caliente, después, en general, la lámina laminada en caliente se recuece para obtener una estructura recristalizada. En la presente invención, además de esto, para reducir la formación de crestas, en esta etapa, se promueve la segregación de Sn en los bordes de los granos cristalinos. Para obtener una estructura recristalizada recociendo la lámina laminada en caliente, se calienta el material hasta una temperatura de 850°C o más, pero en la fase de enfriamiento, la velocidad de enfriamiento hasta 500°C se pone en 50°C/s o menos para promover la segregación en los bordes de los granos durante esto. Si la temperatura de calentamiento es menos que 850°C, no puede obtenerse una estructura recristalizada, y permanece una orientación laminada en caliente que causa una caída en la estructura de bandas de la laminación en caliente o el valor  $r$ , con lo que el límite inferior se puso en

850°C. Por otra parte, un aumento excesivo en la temperatura causa un engrosamiento de los granos cristalinos, con lo que es deseable un límite superior de 1.100°C. Si el objetivo es obtener una estructura recristalizada recociendo la lámina laminada en caliente, el valor del límite superior puede ser 1.000°C o menos, más preferiblemente el límite superior puede ser menos que 900°C.

5 Con respecto a la velocidad de enfriamiento, para hacer que el Sn se segregue suficientemente, se pone en 50°C/s o menos, pero si se considera mantener la uniformidad de la forma de la lámina, es preferible menos que 15°C/s. Desde el punto de vista de promover la segregación de Sn en los bordes de los granos también, es preferible menos que 15°C/s. Por otra parte, un enfriamiento excesivamente lento disminuye la capacidad de fabricación, y también conduce a una caída en la tenacidad de la lámina recocida laminada en caliente, con lo que es deseable 5°C/s o más. Además, por la razón de impedir una caída en la tenacidad o un deterioro de la capacidad de decapado debido a la precipitación de carbonitruros finos, es deseable más de 10°C/s. En la presente invención, es deseable más de 10°C/s y menos que 15°C/s.

15 En la laminación en frío después de recocer la lámina laminada en caliente, la lámina se lamina hasta el espesor de lámina predeterminado. En este momento, se utilizan rodillos de un diámetro de 150 mm o menos, y la tasa de reducción se pone en 60% o más. Esto es para dar una tensión de cizallamiento suficiente a la parte segregada de Sn desde la capa superficial hasta la parte t/4. Sin embargo, si el diámetro del rodillo es demasiado pequeño, la forma de la lámina se hace deficiente, con lo que el límite inferior del diámetro del rodillo se pone deseablemente en 30 mm. Además, un aumento excesivo de la tasa de reducción conduce a una caída en el valor r, con lo que el límite superior es deseablemente 95%. Además, si se considera la productividad y la maleabilidad, el diámetro del rodillo de la laminación en frío es deseablemente 30 a 100 mm, y la tasa de reducción es deseablemente 75 a 90%.

### Ejemplos

25 Los aceros de las composiciones químicas que se muestran en la Tabla 1 se fundieron para producir planchas. Las planchas se laminaron en caliente para obtener láminas laminadas en caliente de 4,0 mm de espesor. Después de eso, las láminas laminadas en caliente se trataron por un recocido continuo, después se decaparon, se laminaron en frío hasta un espesor de 0,8 mm, se recoció-decaparon continuamente, después se laminaron por templado (tasa de alargamiento 1,0%) para obtener las láminas producto acabadas. Las condiciones de la laminación en caliente fueron una temperatura de calentamiento de la plancha de 1.100 a 1.250°C, una temperatura final de 700 a 950°C, y una temperatura de bobinado de 500°C o menos. Con respecto a la temperatura de calentamiento en el recocido de la lámina laminada en caliente, de acuerdo con los componentes del acero, la temperatura de recocido se puso en 30 850 a 1.100°C. La velocidad de enfriamiento se puso en 11°C/s. En la laminación en frío, se utilizaron rodillos de  $\phi$ 60 mm para la laminación mediante una tasa de reducción de 80%. El recocido de la lámina laminada en frío se realizó a 800 a 1.000°C para dar una estructura recristalizada de acuerdo con los componentes del acero.

Tabla 1

Acero Nº	C	N	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Ti	Nb	Zr	V	Ni	Mo	M	Cu	B	Al	Ca	Mg	Co	Sb	REM	Se	Te	As	Fe	Valor medio de la lámina producto acabada		
A1	0.0050	0.0100	0.11	0.11	0.0200	0.0017	14.40	0.11	0.08	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	A	1.7	
A2	0.0040	0.0100	0.10	0.12	0.0230	0.0008	16.40	0.32	0.09	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	A	1.6	
A3	0.0060	0.0100	0.10	0.10	0.0200	0.0040	17.40	0.19	0.09	0.12	-	0.28	-	-	-	0.25	0.0003	0.040	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	A	1.8	
A4	0.0040	0.0120	0.08	0.10	0.0150	0.0025	17.30	0.21	0.07	0.12	-	0.27	1.5	-	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	A	1.8	
A5	0.0100	0.0150	0.00	0.33	0.0100	0.0005	13.50	0.05	-	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	A	1.5	
A6	0.0150	0.0200	0.30	0.21	0.0330	0.0015	16.20	0.11	0.13	-	-	-	-	-	-	-	0.0005	0.032	-	0.0005	-	-	-	-	-	-	3.2	A	1.9	
A7	0.0300	0.0400	0.30	0.50	0.0300	0.0052	15.30	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	A	1.5	
A8	0.0200	0.0180	0.40	0.20	0.0180	0.0018	10.90	0.09	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2	A	1.8	
A9	0.0060	0.0090	0.40	0.31	0.0300	0.0007	17.20	0.15	0.06	0.32	-	-	0.3	-	-	1.20	0.0008	0.110	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	A	1.5	
A10	0.0120	0.0160	0.23	0.91	0.0420	0.0017	17.90	0.08	0.09	0.45	-	-	1.8	-	-	-	0.0006	0.035	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8	A	1.6	
A11	0.0190	0.0140	0.19	0.11	0.0300	0.0008	19.80	0.06	-	0.35	-	-	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	A	1.7	
A12	0.0080	0.0060	0.23	0.09	0.0100	0.0031	18.10	0.03	-	0.34	-	0.11	1.7	-	-	-	-	0.020	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	A	1.8	
A13	0.0050	0.0230	0.15	0.15	0.0260	0.0025	20.10	0.04	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0005	0.0008	-	-	-	-	-	-	2.6	A	1.6	
A14	0.0280	0.0350	0.36	0.45	0.0360	0.0045	14.50	0.12	-	-	-	0.16	0.15	-	-	-	0.058	-	-	-	0.09	-	-	-	-	-	4.6	A	1.5	
A15	0.0060	0.0090	0.56	0.32	0.0350	0.0015	14.10	0.09	0.25	-	-	-	-	-	-	1.30	0.0010	0.091	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	A	1.5	
A16	0.0160	0.0190	0.35	0.12	0.0430	0.0029	12.50	0.28	-	0.11	0.15	-	-	-	-	0.58	-	0.0008	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	A	1.6	
A17	0.0130	0.0120	0.15	0.25	0.0260	0.0024	17.60	0.07	-	0.24	-	-	1.80	5.01	3.90	0.0009	0.088	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2	A	1.6	
A18	0.0060	0.0120	0.12	0.12	0.0230	0.0012	14.50	0.12	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	3.3	A	1.6	
A19	0.0100	0.0090	0.85	0.15	0.0210	0.0009	13.90	0.0090	0.60	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	4.5	A	1.7	
A20	0.0090	0.0130	0.09	0.33	0.0280	0.0035	16.80	0.08	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	9.5	A	1.8
A21	0.0350	0.0330	0.38	0.56	0.0420	0.0048	16.20	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5	A	1.5	
A22	0.0150	0.0190	0.21	0.18	0.0350	0.0015	14.50	0.10	-	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8	A	1.8	
A23	0.0130	0.0080	0.15	0.32	0.0360	0.0026	16.30	0.23	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.6	A	1.8	
A24	0.0150	0.0160	0.36	0.35	0.0350	0.0036	16.50	0.13	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	A	1.6	
A26	0.0190	0.0160	0.56	0.18	0.0320	0.0026	16.60	0.13	-	-	-	-	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	A	1.7	
A27	0.0210	0.0130	0.33	0.25	0.0360	0.0016	16.10	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8	A	1.6	

Ej. inv.

Tabla 1

Acero Nº	C	N	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Ti	Nb	Zr	V	Ni	Mo	W	Cu	B	Al	Ca	Mg	Co	Sb	REX	Iga	fuerza de orientación {100}<012> desde la capa superficial hasta 0,4	Rango de formación de crestas	Valor r medio de la lámina producto acabada
B1	0.150*	0.011	0.34	0.75	0.020	0.0009	16.8	0.12	0.09	0.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5*	B*	0.5*	
B2	0.005	0.132*	0.12	0.35	0.020	0.0009	14.3	0.23	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2*	B*	0.6*	
B3	0.016	0.010	3.5*	0.45	0.020	0.0012	14.5	0.15	-	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3*	D*	1.2*	
B4	0.023	0.010	0.75	3.3*	0.081	0.0002	14.5	0.09	0.12	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4*	C*	1.4*	
B5	0.007	0.013	0.95	1.30	0.13*	0.0016	18.8	0.06	0.16	-	-	-	-	-	-	-	0.0009	-	-	-	-	-	-	1.1*	B*	1.0*	
B6	0.013	0.005	0.22	0.98	0.040	0.0126*	11.5	0.35	-	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8*	B*	1.5	
B7	0.004	0.013	0.36	1.20	0.020	0.0015	35.5*	0.46	0.08	0.55*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7*	C*	1.5	
B8	0.003	0.015	0.54	1.15	0.030	0.0053	14.1	0.001*	0.09	0.35	-	-	-	-	-	-	0.0042	-	-	-	-	-	-	0.5*	C*	1.6	
B9	0.021	0.005	0.13	0.12	0.032	0.0035	16.2	1.32*	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6*	B*	1.2*	
B10	0.019	0.005	0.91	1.38	0.010	0.0015	19.5	0.06	0.56*	0.12	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1*	D*	1.4*	
B11	0.006	0.031	0.13	0.64	0.040	0.0033	14.1	0.15	0.01	0.63*	-	-	-	-	-	-	0.0003	-	-	-	-	-	-	0.6*	C*	1.3*	
B12	0.002	0.006	0.15	1.35	0.020	0.0023	16.8	0.15	0.03	-	0.79*	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4*	B*	1.3*	
B13	0.033	0.017	0.11	1.05	0.030	0.0013	16.5	0.36	0.07	-	-	0.54*	-	-	-	-	0.036	-	-	-	-	-	-	1.5*	B*	1.5	
B14	0.011	0.006	0.22	0.85	0.020	0.0023	16.8	0.31	0.11	0.31	-	-	1.2*	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6*	C*	1.2*	
B15	0.016	0.010	0.85	0.86	0.010	0.0016	14.3	0.26	-	-	-	-	-	3.3*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3*	D*	1.3*	
B16	0.009	0.013	0.88	0.96	0.040	0.0022	14.5	0.21	0.13	-	-	-	-	1.6	3.9*	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2*	D*	1.3*	
B17	0.014	0.016	0.26	0.95	0.030	0.0007	17.3	0.19	-	0.33	-	-	-	-	3.6*	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9*	C*	1.0*	
B18	0.005	0.013	0.25	1.03	0.050	0.0011	14.1	0.13	0.07	-	0.22	-	-	0.7	-	-	0.0138*	-	-	-	-	-	-	1.6*	B*	1.3*	
B19	0.006	0.009	0.36	1.05	0.010	0.0025	16.3	0.17	0.15	0.21	-	-	-	1.2	-	-	0.0028	1.9*	-	-	-	-	-	1.4*	B*	1.5	
B20	0.022	0.015	0.14	0.08	0.015	0.0016	16.4	0.08	-	0.15	-	0.15	-	-	-	-	-	-	0.0045*	-	-	-	-	1.0*	C*	1.5	
B21	0.014	0.011	0.15	0.11	0.022	0.0039	11.6	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0016	-	-	0.0055*	-	-	-	0.8*	D*	1.6	
B22	0.005	0.006	0.19	0.16	0.029	0.0044	21.5	0.05	-	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3*	D*	1.3*	

\*Valor fuera de la provisión de la presente invención o valor que no satisface el objetivo de la presente invención.

5 Las láminas producto acabadas así obtenidas se evaluaron en cuanto a la resistencia a la formación de crestas y la fuerza de orientación {100}<012> por los métodos explicados anteriormente. Además, se evaluaron en cuanto al indicador de estirabilidad profunda del valor r. Aquí, el "valor r" es el valor r medio obtenido obteniendo piezas de ensayo de tracción JIS N° 13B de la lámina recocida laminada en frío, aplicando una tensión de 14,4% en la dirección de laminación, la dirección 45° a la dirección de laminación y la dirección 90° a la dirección de laminación, y utilizando la fórmula (1) y la fórmula (2).

$$r = \ln(W_0/W) / \ln(t_0/t) \quad (1)$$

donde,  $W_0$  es la anchura de la lámina antes de la tensión,  $W$  es la anchura de la lámina después de la tensión,  $t_0$  es el espesor de la lámina antes de la tensión, y " $t$ " es el espesor de la lámina después de la tensión.

10 
$$\text{Valor } r \text{ medio} = (r_0 + 2r_{45} + r_{90}) / 4 \quad (2)$$

donde,  $r_0$  es el valor r en la dirección de laminación,  $r_{45}$  es el valor r en una dirección 45° desde la dirección de laminación,  $r_{90}$  es el valor r en una dirección perpendicular a la dirección de laminación, y el valor r medio sólo necesita ser 1,5 o más para permitir un trabajado suficiente.

15 Como queda claro a partir de la Tabla 1, los aceros que tienen las composiciones químicas que son definidas por la presente invención son mejores en resistencia a la formación de crestas en comparación con los aceros comparativos, y tienen valores r medios tan altos como 1,5 o más. Por otra parte, los ejemplos comparativos tienen componentes de acero que están fuera de la presente invención, con lo que son aceros donde las láminas producto acabadas tienen fuerzas de orientación {100}<012> fuera de la presente invención, la resistencia a la formación de crestas del rango A no puede obtenerse, y también los valores r medios son menores que 1,5.

20 Las características de los Ejemplos de la Invención Nos. A1 a A3 cuando se cambian las condiciones de fabricación de diversas maneras se muestran en la Tabla 2. En el caso de los ejemplos comparativos fuera de las condiciones de fabricación que son prescritas por la presente invención, la fuerza de orientación {100}<012> estuvo fuera de la presente invención, y la resistencia a la formación de crestas no fue el rango A.

Tabla 2

	Acero N°	Condiciones del recocido de la lámina laminada en caliente		Condiciones de la laminación en frío		Fuerza de orientación {100}<012> en la capa superficial hasta t/14	Rango de formación de crestas	Valor r medio del producto acabado	Profundidad de corrosión máxima después del ensayo de ciclo seco/húmedo repetido, μm
		Temperatura de calentamiento, °C	Velocidad de enfriamiento hasta 500°C, °C/s	Diámetro del rodillo, mm	Tasa de reducción				
Ej. inv.	A1	880	14	60	88	2,2	A	1,7	42
	A1	880	10	100	90	4,6	A	1,7	40
	A2	930	7	50	80	3,3	A	1,6	33
	A2	900	5	50	88	3,5	A	1,7	30
	A3	880	13	60	90	4,1	A	1,8	9
	A3	850	15	100	80	3,2	A	1,7	10
	A3	890	45	60	75	2,5	A	1,5	14

Tabla 2 (continuación)

	Acero N°	Condiciones del recocido de la lámina laminada en caliente		Condiciones de la laminación en frío		Fuerza de orientación {100}<012> en la capa superficial hasta t/14	Rango de formación de crestas	Valor r medio del producto acabado	Profundidad de corrosión máxima después del ensayo de ciclo seco/húmedo repetido, µm
Ej. comp.	A1	800*	12	60	88	1,9*	B*	1,4*	39
	A1	750*	13	60	90	1,5*	B*	1,3*	40
	A1	930	60*	60	80	0,9*	C*	1,5	40
	A2	900	80*	60	88	1,1*	B*	1,5	31
	A3	900	10	500*	90	0,8*	C*	1,7	8
	A3	900	14	60	55*	0,2*	D*	1.1*	12
	A1	950	10	60	58*	0,3*	D*	1,0*	40
	B11	900	15	50	80	0,2*	D*	0,9*	56
	B11	850	20	50	88	0,5*	C*	1,0*	60
	B12	950	20	60	88	0,5*	C*	0,5*	31
	B12	950	50	60	88	0,5*	C*	0,6*	32

\*Valor fuera de la provisión de la presente invención o valor que no satisface el objetivo de la presente invención

5 Además, los aceros que se muestran en la Tabla 2 se evaluaron en cuanto a la resistencia a la corrosión mediante un ensayo de ciclo húmedo/seco. La disolución de ensayo se hizo con iones de ácido nítrico NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 100 ppm, iones de ácido sulfúrico SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 10 ppm, iones cloruro Cl<sup>-</sup>: 10 ppm, pH=2,5. Se llenó un tubo de ensayo de 15 mm de diámetro exterior, 100 mm de altura, 0,8 mm de espesor con la disolución de ensayo hasta 10 ml. En esto, se sumergió una muestra de 1 t x 15 x 100 mm (superficie entera húmeda pulida mediante papel emery #600). Este tubo de ensayo se puso en un baño caliente a 80°C. Después de un lapso de 24 horas, la muestra completamente seca se lavó ligeramente con agua destilada, después se llenó de nuevo un tubo de ensayo recién lavado con la disolución de ensayo, y se sumergió de nuevo la muestra en él y se mantuvo ahí a 80°C durante 24 horas. Esto se repitió para un total de 14 ciclos.

10 Todos los aceros de la presente invención tuvieron buenas profundidades de corrosión máximas de 50 µm o menos. Nótese que en el caso de aceros que contienen Ni o Cu, las profundidades de corrosión máximas fueron 15 µm o menos, esto es, se mostraron resultados extremadamente buenos en resistencia a la corrosión. Además, el Acero N° B8, con un contenido de Sn fuera del intervalo de componentes de la presente invención, tuvo una profundidad de corrosión de 50 µm, esto es, fue inferior en resistencia a la corrosión en comparación con los ejemplos de la invención.

15 Nótese que, el espesor de la plancha, el espesor de la lámina laminada en caliente, etc. pueden diseñarse adecuadamente. Además, en la laminación en frío, la tasa de reducción, rugosidad del rodillo, diámetro del rodillo, aceite de laminación, número de pases de laminación, velocidad de laminación, temperatura de laminación, etc. pueden seleccionarse adecuadamente. El recocido, si fuera necesario, puede ser un recocido brillante que comprende un recocido en gas hidrógeno o gas nitrógeno u otra atmósfera no oxidante, o puede ser un recocido en la atmósfera. Además, el alargamiento de la laminación por templado final puede ajustarse adecuadamente u omitirse esa laminación. Además, puede utilizarse un nivelador de tensión etc. para corregir la forma.

**Aplicabilidad industrial**

25 Según la presente invención, se hace posible producir una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en moldeabilidad, tal como estirabilidad profunda y resistencia a la formación de crestas, a un coste bajo sin añadir instalaciones especiales. Como resultado, es posible suministrar esto como materiales de lámina de acero inoxidable para electrodomésticos o equipos de transporte o para uso en la construcción. La significación industrial es grande.

**REIVINDICACIONES**

1. Una lámina de acero inoxidable ferrítico excelente en maleabilidad, que consiste en, en % en masa, Cr: 10 a 30%, Sn: 0,005 a 1%, C: 0,001 a 0,1%, N: 0,001 a 0,1%, Si: 0,01 a 3,0%, Mn: 0,01 a 3,0%, P: 0,005 a 0,1%, S: 0,0001 a 0,01%, y que comprende opcionalmente además, en % en masa, uno o más de Ti: 0,005 a 0,5%, Nb: 0,005 a 0,5%, Zr: 0,005 a 0,5%, V: 0,01 a 0,5%, Ni: 0,01 a 1%, Mo: 0,1 a 3,0%, W: 0,1 a 3,0%, Cu: 0,1 a 3,0%, B: 0,0003 a 0,0100%, Al: 0,01 a 1,0%, Ca: 0,0001 a 0,003%, Mg: 0,0001 a 0,005%, Co: 0,001 a 0,5%, Sb: 0,005 a 0,3%, REM: 0,001 a 0,2%, y Ga: 0,0002 a 0,3% y un resto de Fe e impurezas inevitables, en donde una fuerza de difracción de rayos X en la orientación {100}<012> desde una capa superficial de la lámina de acero hasta t/4 es 2 o más, en donde "t" representa el espesor de la lámina.
- 5
2. La lámina de acero inoxidable ferrítico excelente en maleabilidad según la reivindicación 1, que comprende, en % en masa, uno o más de Ti: 0,005 a 0,5%, Nb: 0,005 a 0,5%, Zr: 0,005 a 0,5%, V: 0,01 a 0,5%, Ni: 0,01 a 1%, Mo: 0,1 a 3,0%, W: 0,1 a 3,0%, Cu: 0,1 a 3,0%, B: 0,0003 a 0,0100%, Al: 0,01 a 1,0%, Ca: 0,0001 a 0,003%, Mg: 0,0001 a 0,005%, Co: 0,001 a 0,5%, Sb: 0,005 a 0,3%, REM: 0,001 a 0,2%, y Ga: 0,0002 a 0,3%.
- 10
3. Un método para producir la lámina de acero inoxidable ferrítico excelente en maleabilidad según la reivindicación 1 o 2, comprendiendo el método las etapas de: calentar una lámina de acero laminada en caliente hasta 850°C o más y 1.100°C o menos en una etapa de recocido de la lámina laminada en caliente; enfriar la lámina de acero hasta 500°C mediante una velocidad de enfriamiento de 50°C/s o menos; y laminar en frío la lámina de acero utilizando rodillos de un diámetro de 150 mm o menos mediante una tasa de reducción de 60% o más y aplicar un tratamiento de calor para recristalización.
- 15

FIG. 1

