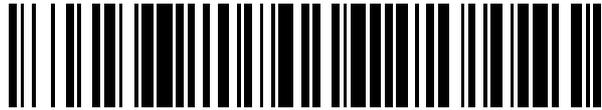


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 315**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00 (2006.01)
B21B 3/02 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/28 (2006.01)
C22C 38/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2011 E 11762738 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2554701**

54 Título: **Lámina de acero inoxidable ferrítico excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión, y método para producir la misma**

30 Prioridad:

26.10.2010 JP 2010239851
29.03.2010 JP 2010076099

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.09.2016

73 Titular/es:

NIPPON STEEL & SUMIKIN STAINLESS STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Otemachi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-0004, JP

72 Inventor/es:

HATANO, MASAHARU;
YAMAGISHI, AKIHITO;
TAKAHATA, SHIGENORI y
ISHIMARU, EIICHIRO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 581 315 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 excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión, y método para producir la misma

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a una lámina de acero inoxidable ferrítico de tipo ahorrador en aleación que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión, y a un método para producir la misma.

Antecedentes de la técnica

- 10 Se usa extensamente una lámina de acero inoxidable ferrítico en aparatos eléctricos caseros, equipos de cocina, y otros campos en los se exige resistencia a la corrosión y calidad superficial en un entorno de interiores. Como ejemplos de tal lámina de acero inoxidable ferrítico, se pueden mencionar SUS430LX y SUS4J1L en el estándar JIS. Además, el documento NPLT 1 describe ejemplos representativos SUS430LX y SUS430J1L que son excelentes en resistencia a la corrosión. Tal acero inoxidable ferrítico reduce el C y N, contiene Cr: 16 a 20%, Nb: 0,3 a 0,6%, y Ti y cantidades traza de Cu y Mo añadidas de manera compositiva para impedir el deterioro de las propiedades superficiales debido a picaduras u oxidación.

- 15 En el pasado, la lámina de acero inoxidable ferrítico mencionada anteriormente a la que se ha añadido Nb, Ti, etc., ha tenido el defecto de ser inferior en brillo superficial en comparación con otra lámina de acero inoxidable ferrítico (SUS430) en los productos N° 3D acabado o N° 2B acabado prescritos en JIS G 4305 y G 4307. El documento PLT 1 describe el método de producción de banda de acero laminado en frío que es excelente en brillo superficial mediante el control de la cantidad de formación de escamas de óxido en el recocido de un acero inoxidable ferrítico al que se añaden Ti, Nb, etc. Además, el documento PLT 2 describe el método de desescamar banda de acero laminado en frío y el método de producción de banda de acero laminado en frío inoxidable que es excelente en brillo y resistencia a la corrosión que prescribe la etapa de electrólisis de sal neutra-electrólisis de nitrato. Mientras que el documento PLT 3 describe el método de producción de banda de acero inoxidable de alto brillo que controla la rugosidad del rodillo de trabajo y las condiciones de lubricación en la laminación en frío.

- 25 La lámina de acero inoxidable ferrítico mencionada anteriormente es excelente económicamente para una lámina de acero inoxidable austenítico que contiene una gran cantidad de Ni - que ha subido de precio notablemente en los últimos años. Sin embargo, debido a las fluctuaciones de precio en el elemento Cr componente del acero inoxidable y el precio creciente del elemento raro Nb, es difícil decir que SUS430LX y SUS430J1L serán también económicamente suficientes en el futuro.

- 30 Como solución al problema anterior, se puede considerar el método para mejorar la resistencia a la corrosión utilizando elementos traza. Los documentos PLT 4 y PLT 5 describen un acero inoxidable ferrítico que añade proactivamente P para mejorar la resistencia a la intemperie, la resistencia a la corrosión y la resistencia a la corrosión en rendijas. El documento PLT 4 es un acero inoxidable ferrítico con alto contenido en Cr y P que contiene Cr: más de 20% a 40%, y P: más de 0,06% a 0,2%. El documento PLT 5 es un acero inoxidable ferrítico de P que contiene Cr: 11% a menos que 20%, y P: más de 0,04% a 0,2%. Sin embargo, P llega a ser un factor que inhibe la facilidad de fabricación, facilidad de trabajo y facilidad de soldadura.

- 40 Los inventores han descrito un acero inoxidable ferrítico que es mejorado en resistencia a la corrosión utilizando elementos traza - sin depender de aleaciones de Cr o Mo desde el punto de vista de la economía. El documento PLT 6 es un acero inoxidable ferrítico que contiene Cr: 13 a 22%, y Sn: 0,001 a 1%, reduce el C, N, Si, Mn y P, y añade Ti: 0,08 a 0,35% como elemento estabilizante. Sin embargo, estas bibliografías no estudian los efectos sobre el brillo superficial en absoluto, como se explicó anteriormente.

Lista de citaciones

Bibliografía de patentes

- PLT 1: Publicación de patente japonesa no examinada N° 61-288021 A1
- 45 PLT 2: Publicación de patente japonesa no examinada N° 4-232297 A1
- PLT 3: Publicación de patente japonesa no examinada N° 8-243603 A1
- PLT 4: Publicación de patente japonesa no examinada N° 6-172935 A1
- PLT 5: Publicación de patente japonesa no examinada N° 7-34205 A1
- PLT 6: Publicación de patente japonesa no examinada N° 2009-174036 A1

50

Bibliografía no de patentes

NPLT 1: Stainless Steel Handbook, 3ª Edición, P532

Compendio de invención

Problema técnico

5 Como se explicó anteriormente, SUS430LX y SUS430J1L, que contienen 16% o más de Cr y tienen Nb u otros elementos estabilizantes añadidos a ellos, tienen problemas económicos en el futuro. Por otra parte, el acero inoxidable ferrítico que utiliza elementos traza para mejorar la resistencia a la corrosión, tiene problemas desde el punto de vista de la facilidad de fabricación y brillo superficial. En los últimos años, en la lámina de acero inoxidable que se usa para aparatos eléctricos caseros, equipos de cocina, etc., ha aumentado la demanda de la mejora en
10 brillo superficial.

Por lo tanto, la presente invención tiene como tema obtener una resistencia a la corrosión que no sea diferente de SUS430LX o SUS430J1L mediante una cantidad de Cr menor que 16% y mejorar sorprendentemente el brillo superficial en una lámina de acero inoxidable ferrítico de tipo ahorrador en aleación, y tiene como objeto la provisión de lámina de acero inoxidable ferrítico de tipo ahorrador en aleación y un método para producir la misma que realice
15 esto.

Solución al problema

Los inventores emprendieron estudios en profundidad para resolver el problema anterior. Como resultado, los inventores obtuvieron los siguientes nuevos hallazgos que son el efecto de la mejora de la resistencia a la corrosión debido a la adición de Sn y, además, la relación entre la adición de los elementos estabilizantes Nb y Ti y el brillo superficial en acero inoxidable ferrítico con una cantidad de Cr menor que 16%, y de este modo completaron la presente invención.
20

(a) Para realizar el efecto de mejora de la resistencia a la corrosión debido a la adición de una cantidad traza de Sn, se requiere una cantidad de Cr de 12% o más. Además, para mantener la solidez de la película de pasivación comprendida de Cr y una cantidad traza de Sn, es eficaz reducir el C, N, Si, Mn, P y S y añadir Nb y Ti, que son elementos estabilizantes.
25

(b) Nb es un elemento estabilizante que es eficaz para que aparezca una acción de mejora de la resistencia a la corrosión y el brillo superficial. En el acero al que se añade una cantidad traza de Sn, esa acción aparece desde 0,05%. Sin embargo, si se añade 0,3% de Nb o más, la subida en la temperatura de calentamiento de la laminación en caliente y la temperatura de recocido del material de acero conduce a una disminución en el brillo superficial debido a la escama de óxido.
30

(c) Ti tiene una acción como elemento estabilizante que inmoviliza C y N y, además, forma carbosulfuros basados en Ti (por ejemplo, $Ti_4C_2S_2$), en el momento de calentar para laminar en caliente, y suprime la formación de MnS o CaS, que forman puntos de inicio para el óxido. En el acero al que se añade una cantidad traza de Sn, esa acción aparece desde 0,03%. Sin embargo, si se añade 0,15% de Ti o más, las costras debidas a inclusiones y a la concentración de Ti en la película de óxido causan una disminución en el brillo superficial.
35

(d) Se descubrió que los efectos de la adición de Nb y Ti en el acero anterior al que se añade una cantidad traza de Sn aparecen notablemente en la adición compositiva en el intervalo de $1 \leq Nb/Ti \leq 3,5$. Esto es, para mejorar la resistencia a la corrosión y el brillo superficial del acero al que se añade una cantidad traza de Sn, se encontró que es eficaz añadir principalmente Nb, que tiene una gran acción en mejorar el brillo superficial, y añadir de manera compositiva una cantidad traza de Ti para suprimir la formación de puntos de inicio de óxido y mantener la solidez de la película de pasivación.
40

(e) La acción de mejora del brillo superficial debido a la adición de Nb no está todavía clara en muchos puntos, pero la causa de la disminución en el brillo superficial, esto es, la oxidación interna y la oxidación en los bordes de los granos en el calentamiento para laminación en caliente y recocido, son suprimidos más debido a la presencia de Sn soluto y Nb soluto. Por lo tanto, se cree que el efecto de mejora del brillo debido a la adición de Nb se obtiene debido a la superposición con Sn soluto.
45

(f) La temperatura de extracción después del calentamiento para laminación en caliente, desde el punto de vista de la mejora del brillo, es una temperatura para asegurar la cantidad de formación de escamas para retirar inclusiones en la capa superficial del bloque colado que inducen costras y para formar sulfuros de carbono basados en Ti (por ejemplo, $Ti_4C_2S_2$) para suprimir la formación de MnS o CaS que forman óxido. En un acero con una cantidad de Cr menor que 16% y al que se añade una cantidad traza de Sn, ajustar la temperatura de 1.080 a 1.190°C es eficaz.
50

(g) Enrollar después de laminar en caliente, desde el punto de vista de la mejora del brillo superficial, suprime defectos superficiales en el momento de enrollar y suprime los óxidos internos y la oxidación en los bordes de los granos que disminuyen el brillo. En un acero con una cantidad de Cr menor que 16% y al que se añade una cantidad

traza de Sn, ajustar la temperatura a 500 a 700°C es eficaz. Además, es eficaz ajustar la temperatura de recocido a 980°C o menos desde el punto de vista de asegurar el brillo.

La esencia de la presente invención, obtenida en base a los hallazgos anteriores (a) a (g), es como sigue:

5 (1) Una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión que comprende: en % en masa,

C: 0,001 a 0,03%

Si: 0,01 a 1,0%,

Mn: 0,01 a 1,5%,

P: 0,005 a 0,05%,

10 S: 0,0001 a 0,01%,

Cr: 12 a 16%,

N: 0,001 a 0,03%,

Nb: 0,05 a 0,3%,

Ti: 0,03 a 0,15%,

15 Al: 0,05 a 0,5%, y

Sn: 0,01 a 1,0%; y

siendo el resto de la lámina de acero Fe e impurezas inevitables, y satisfaciendo la relación de $1 \leq \text{Nb/Ti} \leq 3,5$.

(2) La lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión expuesta en (1), en donde la lámina de acero inoxidable contiene además, en % en masa, un elemento o más de

20 Ni: 0,01 a 0,5%,

Cu: 0,01 a 0,5%,

Mo: 0,01 a 0,5%,

V: 0,01 a 0,5%,

Zr: 0,01 a 0,5%,

25 Co: 0,01 a 0,5%,

Mg: 0,0001 a 0,005%,

B: 0,0003 a 0,005%, y

Ca: 0,0003 a 0,005%.

30 (3) Un método de producción de una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión, que comprende: calentar un bloque de acero inoxidable que contiene los ingredientes de acero descritos en (1) o (2) anteriores, sacar el bloque del horno de calentamiento a una temperatura de extracción de 1.080 a 1.190°C, y laminar en caliente y enrollar la lámina de acero a una temperatura de 500 a 700°C.

35 (4) El método de producción de la lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión expuesta en (3), que comprende: enrollar la lámina de acero en laminación en caliente, laminar en frío y recocer para acabado la lámina de acero a 850 a 980°C.

(5) El método de producción de la lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión expuesta en (3), que comprende: enrollar la lámina de acero en laminación en caliente, laminar en frío dos veces o más, lo que incluye recocido de procesamiento, y recocer para acabado la lámina de acero a 850 a 980°C.

40 (6) El método de producción de la lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión expuesta en (4) o (5), que comprende: enrollar la lámina de acero en laminación en caliente, y recocer la lámina laminada en caliente a una temperatura de recocido en el intervalo de la temperatura de recristalización a 1.050°C antes de laminar en frío.

Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, el notable efecto es exhibido obteniendo una lámina de acero inoxidable ferrítico de tipo ahorrador en aleación que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión que no aumenta en coste de aleación o coste de fabricación y por lo tanto es excelente en economía. La lámina de acero tiene una resistencia a la corrosión no diferente de SUS430LX y SUS430J1L, y mejora notablemente el brillo superficial.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 muestra la relación entre la cantidad de Nb/Ti y el brillo superficial Ga45° (0°).

La FIG. 2 muestra la relación entre la cantidad de Nb/Ti y el brillo superficial Ga45° (90°).

Descripción de las realizaciones

Los requerimientos de la presente invención se explicarán en detalle. Nótese que el “%” de contenido de los elementos significa “% en masa”.

[1] Las razones de la limitación de los ingredientes se explicarán a continuación.

Debido a que el C degrada la resistencia a la corrosión, el límite superior de su contenido es 0,03%. Desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, cuanto menor es el contenido de C, mejores características se presentan. El límite superior es preferiblemente 0,02%, más preferiblemente 0,01%, aún más preferiblemente 0,005%. Además, una reducción excesiva conduce a un aumento en el coste de refinado, con lo que el límite inferior del contenido es 0,001%. Considerando la resistencia a la corrosión o el coste de fabricación, el límite inferior es preferiblemente 0,002%.

Se añade a veces Si como elemento desoxidante. Sin embargo, el Si es un elemento de refuerzo de la solución. Desde el punto de vista de la supresión de la disminución en la facilidad de trabajo, el límite superior es 1,0%. Desde el punto de vista de la facilidad de trabajo, cuanto menor es el contenido de Si, mejores características se presentan. El límite superior es preferiblemente 0,6%, más preferiblemente 0,3%, aún más preferiblemente 0,2%. Además, como una reducción excesiva conduce a un aumento en el coste de refinado, el límite inferior del contenido de Si es 0,01%. Si se considera la facilidad de trabajo y el coste de fabricación, el límite inferior es preferiblemente 0,05%.

Dado que Mn es un elemento que forma MnS, el punto de inicio de la oxidación, inhibe la resistencia a la corrosión, con lo que el contenido debe ser tan pequeño como sea posible. Desde el punto de vista de la supresión de la disminución en la resistencia a la corrosión, el límite superior del contenido es 1,5%. Desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, cuanto menor es el contenido de Mn, mejores características se presentan. El límite superior es preferiblemente 1,0%, más preferiblemente 0,3%, aún más preferiblemente 0,2%. Además, una reducción excesiva conduce a un aumento en el coste de refinado, con lo que el límite inferior del contenido de Mn es 0,01%. Preferiblemente, considerando la resistencia a la corrosión y el coste de fabricación, el límite inferior debe ser 0,05%.

Debido a que el P es un elemento que inhibe la facilidad de fabricación y la facilidad de soldadura, cuanto menor es el contenido de P, mejores características se presentan. Desde el punto de vista de la supresión de la disminución en facilidad de fabricación y facilidad de soldadura, cuanto menor es el contenido de P, mejores características se presentan. El límite superior es preferiblemente 0,04%, más preferiblemente 0,03%. Además, una reducción excesiva conduce a un aumento en los costes de refinado, con lo que el límite inferior del contenido de P es 0,005%. Más preferiblemente, considerando el coste de fabricación, debe ser 0,01%.

El S es un elemento de impureza. Inhibe la resistencia a la corrosión y la facilidad de trabajo en caliente. Cuanto menor es el contenido de S, mejores características se presentan. Para asegurar la resistencia a la corrosión y la facilidad de trabajo en caliente, el límite superior del contenido de S es 0,01%. Desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión o la facilidad de trabajo en caliente, cuanto menor es el contenido de S, mejores características se presentan. El límite superior es preferiblemente 0,005%, más preferiblemente 0,003%, aún más preferiblemente 0,002%. Además, dado que una reducción excesiva conduce a un aumento en el coste de refinado, preferiblemente el límite inferior del contenido es 0,0001%. Más preferiblemente, considerando la resistencia a la corrosión y el coste de fabricación, el límite inferior debe ser 0,0002%.

El Cr es un elemento del acero inoxidable ferrítico. Es también un elemento esencial para asegurar la resistencia a la corrosión. Para asegurar la resistencia a la corrosión de la presente invención, el límite inferior es 12%. El límite superior es 16% desde el punto de vista de la economía, en comparación con SUS430LX. Considerando la resistencia a la corrosión y la cantidad de adición de Sn, es preferiblemente 13 a 15%.

El N, al igual que el C, degrada la resistencia a la corrosión, con lo que cuanto más pequeño es el contenido, mejor, por lo tanto el límite superior es 0,03%. Desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, cuanto menor es el contenido de N, mejores características se presentan. El límite superior es preferiblemente 0,02%, más preferiblemente 0,012%. Además, una reducción excesiva conduce a un aumento en el coste de refinado, con lo que

preferiblemente el límite inferior es 0,001%. Más preferiblemente, considerando la resistencia a la corrosión y el coste de fabricación, el contenido debe ser 0,005%.

5 El Nb es un elemento esencial para mejorar la resistencia a la corrosión y, además, mejorar el brillo superficial en el acero con trazas de Sn de la presente invención. El efecto anterior es expresado desde 0,05% o más. Sin embargo, una adición excesiva eleva la temperatura de recristalización del acero y causa, de manera inversa, una disminución en el brillo superficial. Por lo tanto, el límite superior es 0,3%. Preferiblemente, considerando la resistencia a la corrosión, el brillo superficial y la facilidad de fabricación, el contenido es 0,1 a 0,2%.

10 El Ti funciona como un elemento estabilizante que inmoviliza el C y al N y es también un elemento esencial para la mejora de la resistencia a la corrosión. El efecto anterior es expresado desde 0,03%. Sin embargo, una adición excesiva conduce a una disminución en el brillo superficial debido a costras causadas por inclusiones y la concentración de Ti en la película de óxido. Por lo tanto, el límite superior es 0,15%. Preferiblemente, considerando la resistencia a la corrosión, el brillo superficial y la facilidad de fabricación, el contenido es 0,05 a 0,1%.

15 Debido a que el Al es un elemento que es eficaz como elemento desoxidante, el límite inferior del contenido es 0,005%. Sin embargo, dado que una adición excesiva causa un deterioro de la facilidad de trabajo o la tenacidad y la facilidad de soldadura, el límite superior del contenido de Al es 0,5%. Desde el punto de vista de la facilidad de trabajo, tenacidad y facilidad de soldadura, cuanto menor es el contenido de Al, mejores características se presentan. El límite superior es preferiblemente 0,1%, más preferiblemente 0,05%, aún más preferiblemente 0,03%. Además, considerando el coste de refinado, el límite inferior del contenido es más preferiblemente 0,01%.

20 El Sn es un elemento esencial para asegurar la resistencia a la corrosión que es objetivo de la presente invención sin depender de la aleación de Cr y Mo ni la adición de los elementos raros Ni, Co, etc. Para obtener la resistencia a la corrosión que es el objetivo de la presente invención, el límite inferior del contenido de Sn es 0,01%. Para asegurar la mejor resistencia a la corrosión, el contenido es preferiblemente 0,05% o más, más preferiblemente 0,1% o más. Sin embargo, una adición excesiva conduce a una disminución en el brillo superficial o en la facilidad de fabricación. El efecto de mejora de la resistencia a la corrosión también se llega a saturar. Por esta razón, el límite superior es 1,0%. Considerando la resistencia a la corrosión y el brillo superficial, el límite superior del contenido es 0,5% o menos, más preferiblemente 0,3%, aún más preferiblemente 0,2%.

30 El Nb y el Ti se añaden en los intervalos anteriores. Las cantidades de adición deben satisfacer $1 \leq \text{Nb/Ti} \leq 3,5$ para obtener la resistencia a la corrosión y el brillo superficial que son los objetivos de la presente invención. Cuando $\text{Nb/Ti} < 1$, el brillo superficial debido a las inclusiones basadas en Ti u óxidos basados en Ti disminuye. Por el contrario, cuando $3,5 < \text{Nb/Ti}$, el brillo superficial debido a la oxidación interna o la oxidación de los bordes de los granos causada por la subida de la temperatura de calentamiento de la laminación en caliente y la temperatura de recocido disminuye. El intervalo más preferido es $1,5 \leq \text{Nb/Ti} \leq 3$ considerando la resistencia a la corrosión y el brillo superficial que son los objetivos de la presente invención.

35 El Ni, Cu, Mo, V, Zr y Co son elementos que mejoran la resistencia a la corrosión debido a un efecto sinérgico con el Sn, y se pueden añadir de acuerdo con la necesidad. Cuando se añaden, los contenidos son 0,01% o más, donde este efecto es exhibido, preferiblemente 0,02% o más. Más preferiblemente, los contenidos son 0,05%, donde el efecto es más notable. Sin embargo, si es por encima de 0,05%, se produce un aumento en el coste de material o una disminución en el brillo superficial, con lo que los límites superiores de los contenidos son 0,5%. Dado que estos elementos son raros, en caso de añadir estos elementos, los intervalos preferibles de Ni y Cu son 0,1 a 0,4%, mientras que el intervalo preferible de Mo es 0,1 a 0,3%. Los intervalos preferibles de V, Zr y Co son 0,02 a 0,3%.

45 El Mg forma óxidos de Mg en el acero fundido junto con el Al, y actúa como desoxidante y también actúa como núcleos para la precipitación de TiN. El TiN forma los núcleos para la solidificación de la fase de ferrita en el proceso de solidificación. Promoviendo la cristalización de TiN, es posible provocar la formación fina de la fase de ferrita en el momento de la solidificación. Refinando la estructura solidificada, es posible impedir defectos superficiales debidos a la formación de crestas o surcos u otras estructuras solidificadas bastas del producto. Además, provoca una mejora de la facilidad de trabajo. Por lo tanto, se puede añadir como se necesite. Cuando se añade, el contenido es 0,0001% o más para realizar estos efectos. Sin embargo, si es más de 0,005%, la facilidad de fabricación se deteriora, con lo que el límite superior es 0,005%. Preferiblemente, considerando la facilidad de fabricación, el contenido es 0,0003 a 0,002%.

50 El B es un elemento que mejora la facilidad de trabajo en caliente y la facilidad de trabajo secundaria. La adición a acero inoxidable ferrítico es eficaz, con lo que se puede añadir como se necesite. Cuando se añade, el contenido es 0,0003% o más para realizar estos efectos. Sin embargo, una adición excesiva conduce a una disminución en la elongación, con lo que el límite superior es 0,005%. Preferiblemente, considerando el coste de material y la facilidad de trabajo, el contenido es 0,0005 a 0,002%.

55 El Ca es un elemento que mejora la facilidad de trabajo en caliente y la limpieza del acero, y se puede añadir como se necesite. Cuando se añade, el contenido es 0,0003% o más para realizar estos efectos. Sin embargo, una adición excesiva conduce a una disminución en la facilidad de fabricación o una disminución en la resistencia a la corrosión debido al CaS y otras inclusiones solubles en agua, con lo que el límite superior es 0,005%. Preferiblemente,

considerando la facilidad de fabricación y la resistencia a la corrosión, el contenido es 0,0003 a 0,0015%.

[II] Las razones para la limitación del método de producción se explicarán a continuación.

Se mostrará un ejemplo del método de producción que se requiere para obtener láminas que tienen los ingredientes mostrados en la sección [I] anterior y que tienen las mismas resistencias a la corrosión que SUS430LX y SUS430J1L y brillo superficial superior a SUS430LX y SUS430J1L.

Un bloque de acero que tiene los ingredientes que se muestran en la sección [I] anterior se insertó en un horno de calentamiento de laminación en caliente y se calentó. La temperatura de extracción del bloque desde el horno de calentamiento de laminación en caliente fue 1.080°C o más para asegurar una cantidad de formación de escamas para retirar inclusiones en la capa superficial del bloque colado que conducirían a costras. La cantidad de formación de escamas debe ser, convertida en grosor de escamas, 0,2 mm o más. Además, el límite superior de la temperatura de extracción fue 1.190°C para suprimir la formación de MnS o CaS que forman puntos de inicio de óxido y estabilizar sulfuros de carbono basados en Ti (por ejemplo $Ti_4C_2S_2$). Si se considera asegurar la resistencia a la corrosión y el brillo superficial que son los objetivos de la presente invención, la temperatura de extracción es preferiblemente 1.140 a 1.180°C.

La temperatura de enrollado después la laminación en caliente es 500°C o más para suprimir defectos superficiales durante el enrollado. Si la temperatura de enrollado es menor que 500°C, el rociado de agua después de la laminación en caliente provoca defectos de forma en la banda de acero laminada en caliente e induce defectos superficiales en el momento de operaciones de desenrollado o desplazamiento. La temperatura de enrollado es 700°C o menos para suprimir el crecimiento de óxidos internos o la oxidación de los bordes de los granos que conduce a una disminución en brillo. Por encima de 700°C, se forman fácilmente precipitados que contienen Ti o P y son susceptibles de conducir a una disminución en la resistencia a la corrosión. Si se considera asegurar el brillo superficial y la resistencia a la corrosión que son los objetivos de la presente invención, la temperatura de enrollado es preferiblemente 550 a 650°C.

Después de enrollar en la laminación en caliente, la lámina se lamina en frío. En este momento, antes de la laminación en frío, la lámina laminada en caliente también puede ser recocida. Además, la laminación en frío se puede realizar una vez, o dos veces o más. Sin embargo, cuando se lamina en frío dos veces o más, se realiza un recocido de proceso entre las operaciones de laminación en frío. Cuando se recuece la lámina laminada en caliente, para suprimir el crecimiento de óxidos internos o la oxidación de los bordes de los granos que causa una disminución en brillo, la temperatura de recocido es preferiblemente 1.050°C o menos. Además, el límite inferior de la temperatura de recocido es preferiblemente la temperatura de recristalización del acero (alrededor de 850°C). Aquí, la "temperatura de recristalización" significa la temperatura donde se forman nuevos granos cristalinos libres de deformación a partir de la estructura trabajada laminada. En el caso de realizar un recocido de proceso entre las operaciones de laminación en frío, es preferible usar un intervalo de temperatura similar.

Las condiciones de la laminación en frío no están limitadas particularmente. El recocido de acabado después de la laminación en frío se realiza preferiblemente a 980°C o menos considerando el brillo superficial. Como se explicó anteriormente, cuanto más baja es la temperatura de recocido, más se suprime la oxidación interna y la oxidación en los bordes de los granos. Es ventajoso para la mejora del brillo superficial. Por lo tanto, el límite inferior es preferiblemente la temperatura de recristalización de 850°C. El método de encurtido no está limitado particularmente. No hay problema incluso si se realiza por un método que se usa habitualmente en la industria. Por ejemplo, hay inmersión en un baño de sal alcalina + encurtido electrolítico + inmersión en ácido nitrofluórico e inmersión en un baño de sal alcalina + encurtido electrolítico. El encurtido electrolítico se puede realizar por electrólisis de sal neutra, electrólisis de ácido nítrico, etc.

Ejemplos

Los ejemplos de la presente invención serán explicados como sigue.

Un acero inoxidable ferrítico que tiene los ingredientes de la Tabla 1 se fundió, se laminó en caliente mediante una temperatura de extracción de 1.150 a 1.220°C, y se enrolló mediante una temperatura de enrollado de 480 a 750°C para obtener una lámina de acero laminado en caliente de un grosor de 4,0 a 6,0 mm. La lámina de acero laminado en caliente se recoció, o no, y se laminó en frío una vez o dos veces interespaciadas por un recocido de proceso para producir una lámina de acero laminado en frío de 0,4 a 1,0 mm de grosor. La lámina de acero laminado en frío obtenida se trató por recocido de acabado a una temperatura de compleción de la recristalización de 870 a 1.020°C, y se trató mediante encurtido habitual para obtener el producto N° 2B en las especificaciones superficiales prescritas en JIS G 4307. Para el encurtido ordinario, por ejemplo, se puede usar inmersión en un baño de sal alcalina (430°C), después tratamiento por electrólisis de sal neutra (50°C, Na_2SO_4). Para los ingredientes del acero, se usaron tanto los intervalos prescritos por la presente invención como otros intervalos. Para las condiciones de fabricación, se usaron tanto las condiciones prescritas por la presente invención como otras condiciones. Para el acero comparativo, se usó SUS430LX (17% Cr-0,3% Ti).

El brillo superficial se evaluó midiendo el valor de Brillo a 45° (Gs45°) en la dirección de laminación de la lámina de acero (0°) y en la dirección perpendicular a la laminación (90°) prescritos en JIS Z 8741. La resistencia a la corrosión

ES 2 581 315 T3

5 fue evaluada preparando muestras de láminas de acero (grosor x 100 mm cuadrados) de superficies N° 2B y superficies pulidas #600, y ejecutando ensayos sumergiéndolas en una disolución acuosa de NaCl al 0,5%, a 80°C, durante 168 h y ensayos de rociado de sal basados en JIS Z 2371 (ensayo de 168 h de rociado continuo). El grado de oxidación fue evaluado en comparación con SUS430LX como "Muy bueno" en el caso de un buen nivel sin manchas ni oxidación en puntos, como "Bueno" en el caso de un nivel equivalente y sin diferencia, y como "Deficiente" en el caso de manchas de óxido u otro nivel inferior. La Tabla 2 muestra los resultados de ensayo.

Tabla 1

	C	Si	Mn	P	S	Cr	N	Nb	Ti	Al	Sn	Nb/Ti	Otros	Comentarios
A	0,003	0,11	0,09	0,021	0,001	12,2	0,012	0,21	0,09	0,028	0,31	2,3		Acero inv.
B	0,003	0,09	0,1	0,014	0,001	15,7	0,011	0,15	0,07	0,035	0,05	2,1		Acero inv.
C	0,009	0,07	0,08	0,02	0,001	13,8	0,008	0,14	0,04	0,04	0,18	3,5	Ca: 0,003, B: 0,003	Acero inv.
D	0,002	0,05	0,28	0,022	8E-04	14,6	0,009	0,15	0,07	0,02	0,12	2,1		Acero inv.
E	0,003	0,05	0,05	0,015	0,002	15,2	0,009	0,16	0,06	0,032	0,13	2,7		Acero inv.
F	0,003	0,11	0,12	0,022	0,002	14,8	0,017	0,12	0,07	0,022	0,15	1,7		Acero inv.
G	0,004	0,11	0,09	0,012	0,001	12,5	0,016	0,27	0,13	0,03	0,25	2,1		Acero inv.
H	0,004	0,09	0,11	0,021	9E-04	14,6	0,009	0,06	0,05	0,016	0,15	1,2	Ni: 0,1, Cu: 0,1	Acero inv.
I	0,005	0,11	0,08	0,015	8E-04	14,4	0,008	0,12	0,08	0,035	0,11	1,5	Mb: 0,2, Mg: 0,005	Acero inv.
J	0,018	0,05	0,28	0,022	8E-04	14,1	0,009	0,17	0,08	0,02	0,12	2,1	V: 0,2	Acero inv.
K	0,001	0,8	0,03	0,22	7E-04	14,8	0,006	0,16	0,09	0,02	0,13	1,8	Co: 0,05, Zr: 0,05	Acero inv.
L	0,002	0,01	0,8	0,022	5E-04	14,5	0,005	0,13	0,09	0,02	0,12	1,4	V: 0,02, Co: 0,015, Zr: 0,015	Acero inv.
M	0,002	0,12	0,15	0,022	0,001	14,4	0,011	0,12	0,08	0,085	0,11	1,5		Acero inv.
N	0,005	0,08	0,08	0,02	0,001	14,2	0,009	0,13	0,1	0,042	0,11	1,30	B: 7 ppm, Ca: 3 ppm	Acero inv.
O	0,034	0,09	0,12	0,022	0,002	13,2	0,012	0,14	0,06	0,04	0,09	2,3		Acero comp.
P	0,003	0,11	1,55	0,023	0,002	13,3	0,013	0,15	0,05	0,045	0,11	3,0		Acero comp.
Q	0,007	0,12	0,13	0,023	0,011	13,1	0,012	0,15	0,06	0,042	0,12	2,5		Acero comp.
R	0,005	0,11	0,11	0,021	0,001	11,7	0,013	0,14	0,07	0,045	0,11	2,0		Acero comp.
S	0,006	0,11	0,12	0,023	0,001	13,3	0,011	0,32	0,09	0,05	0,11	3,6		Acero comp.
T	0,004	0,11	0,11	0,021	9E-04	13,3	0,012	0,04	0,05	0,05	0,09	0,8		Acero comp.
U	0,004	0,11	0,09	0,023	0,002	13,2	0,011	0,12	0,17	0,05	0,11	0,7		Acero comp.
V	0,003	0,11	0,11	0,023	0,002	13,2	0,011	0,09	0,02	0,05	0,11	4,5		Acero comp.

Tabla 2

N°	Acero	Brillo Gs45°		Resistencia a la corrosión		Laminación en caliente (°C)		Recocido después de laminación en caliente	Veces de laminación en frío	Recocido final (°C)	Comentarios
		0°	90°	Inmersión en NaCl al 0,5%	Rociado de NaCl al 3,5%	Extracción	Bobinado				
1	A	680	620	Buena	Buena	1.140	580	Sí	1	870	Ej. Inv.
2	B	720	680	Muy buena	Muy buena	1.180	600	Sí	1	950	Ej. Inv.
3	C	800	750	Buena	Buena	1.160	590	Sí	1	940	Ej. Inv.
4	D	780	730	Muy buena	Muy buena	1.180	610	Sí	1	930	Ej. Inv.
5	E	820	780	Muy buena	Muy buena	1.180	680	Sí	1	945	Ej. Inv.
6	F	790	730	Muy buena	Buena	1.180	550	Sí	1	950	Ej. Inv.
7		850	800	Muy buena	Muy buena	1.160	600	No	2	950	Ej. Inv.
8	G	630	550	Buena	Buena	1.050	480	No	1	950	Ej. Inv.
9		630	550	Buena	Buena	1.180	620	Sí	1	1.020	Ej. Inv.
10	H	690	630	Buena	Buena	1.150	600	Sí	1	880	Ej. Inv.
11		720	670	Buena	Muy buena	1.160	600	Sí	1	930	Ej. Inv.
12	I	800	750	Muy buena	Muy buena	1.180	680	Sí	1	940	Ej. Inv.
13		850	820	Muy buena	Muy buena	1.160	550	Sí	2	930	Ej. Inv.
14	J	840	810	Muy buena	Muy buena	1.160	650	No	2	940	Ej. Inv.
15		640	550	Buena	Buena	1.220	750	Sí	1	960	Ej. Inv.
16	K	680	600	Buena	Buena	1.160	650	Sí	1	990	Ej. Inv.
17		720	650	Buena	Buena	1.180	650	Sí	1	940	Ej. Inv.
18	L	680	630	Buena	Buena	1.180	550	Sí	1	950	Ej. Inv.
19		650	620	Buena	Buena	1.180	650	Sí	1	950	Ej. Inv.
20	M	640	620	Buena	Buena	1.180	550	Sí	1	960	Ej. Inv.
21		790	760	Buena	Buena	1.150	580	Sí	1	910	Ej. Inv.
22	N	750	700	Deficiente	Buena	1.180	600	Sí	1	930	Ej. comp.
23		700	650	Deficiente	Deficiente	1.180	600	Sí	1	930	Ej. comp.
24	O	680	650	Deficiente	Deficiente	1.180	620	Sí	1	930	Ej. comp.
25		700	650	Deficiente	Deficiente	1.160	600	Sí	1	890	Ej. comp.
26	P	580	550	Buena	Buena	1.180	620	Sí	1	1.000	Ej. comp.
27		590	500	Buena	Buena	1.180	630	Sí	1	870	Ej. comp.
28	Q	600	510	Buena	Buena	1.180	600	Sí	1	940	Ej. comp.
29		610	520	Deficiente	Deficiente	1.180	600	Sí	1	870	Ej. comp.
SUS430LX		610	520	Referencia (manchas)	Referencia (oxidación en puntos)	1.200	650	Sí	1	920	Ej. Conv.

(Nota 1) Evaluación de la resistencia a la corrosión/Comparada con SUS430LX, Muy buena: Excelente (sin manchas ni oxidación en puntos) Buena: Sin diferencia (igual), Deficiente: Inferior (manchas de óxido)

En la Tabla 2, el Ensayo N° 1 a 21 son acero inoxidable ferrítico que satisface todos los ingredientes que están limitados en la presente invención. Se encontró que estas láminas de acero tienen un brillo superficial más alto en comparación con SUS430LX (brillo de SUS430LX a Ga45° (0°) = 610 o más, y brillo a Ga45° (90°) = 520 o más) y tienen una resistencia a la corrosión que es más alta que o de la misma calidad que SUS430LX.

5 El Ensayo N° 8, 9, 15 y 16 tienen los ingredientes que se prescriben en la presente invención, pero se desvían del método de producción según la presente invención (temperatura de extracción y temperatura de enrollado). Estas láminas de acero satisfacen la resistencia a la corrosión o el brillo que son los objetivos de la presente invención, pero el brillo es inferior a otros ejemplos de la presente invención.

10 El Ensayo N° 22 a 29 son el método de producción que se prescribe en la presente invención, pero usando ingredientes que se desvían de los de la presente invención. Estas láminas de acero no pueden dar tanto el brillo superficial como la resistencia a la corrosión que son los objetivos en la presente invención.

15 La FIG. 1 y la FIG. 2 muestran la relación entre las cantidades de Nb/Ti y el brillo superficial en los ejemplos. Para obtener el brillo superficial que es el objetivo de la presente invención, esto es, Gs45° (0°) de 610 o más y Gs45° (90°) de 520 o más, correspondientes a SUS430LX, es importante obtener los intervalos de ingredientes según la presente invención, que son $1 \leq \text{Nb/Ti} \leq 3,5$.

Aplicabilidad industrial

20 Según la presente invención, es posible obtener un acero inoxidable ferrítico de tipo ahorrador en aleación excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión, que es económicamente excelente sin subir en coste de aleación o coste de fabricación, tiene una resistencia a la corrosión de SUS430LX o SUS430J1L, y está sorprendentemente mejorado en brillo superficial.

REIVINDICACIONES

1. Una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión, que comprende: en % en masa:
- C: 0,001 a 0,03%
- 5 Si: 0,01 a 1,0%,
- Mn: 0,01 a 1,5%,
- P: 0,005 a 0,05%,
- S: 0,0001 a 0,01%,
- Cr: 12 a 16%,
- 10 N: 0,001 a 0,03%,
- Nb: 0,05 a 0,3%,
- Ti: 0,03 a 0,15%,
- Al: 0,05 a 0,5%,
- Sn: 0,01 a 1,0%; y
- 15 opcionalmente, que contiene además un elemento o más de
- Ni: 0,01 a 0,5%,
- Cu: 0,01 a 0,5%,
- Mo: 0,01 a 0,5%,
- V: 0,01 a 0,5%,
- 20 Zr: 0,01 a 0,5%,
- Co: 0,01 a 0,5%,
- Mg: 0,0001 a 0,005%,
- B: 0,0003 a 0,005%, y
- Ca: 0,0003 a 0,005%; y
- 25 siendo el resto de la lámina de acero Fe e impurezas inevitables, y satisfaciendo la relación de $1 \leq \text{Nb/Ti} \leq 3,5$.
2. Un método de producción de una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión, que comprende: calentar un bloque de acero inoxidable que contiene los ingredientes de acero descritos en la reivindicación 1, sacar el bloque del horno de calentamiento a una temperatura de extracción de 1.080 a 1.190°C, y laminar en caliente y enrollar la lámina de acero a una temperatura de 500 a 700°C.
- 30 3. El método de producción de la lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión expuesto en la reivindicación 2, que comprende: enrollar la lámina de acero en laminación en caliente, laminar en frío y recocer para acabado la lámina de acero a 850 a 980°C.
4. El método de producción de la lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión expuesto en la reivindicación 2, que comprende: enrollar la lámina de acero en laminación
- 35 en caliente, laminar en frío dos veces o más, lo que incluye recocido de procesamiento, y recocer para acabado la lámina de acero a 850 a 980°C.
5. El método de producción de la lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en brillo superficial y resistencia a la corrosión expuesto en las reivindicaciones 3 o 4, que comprende: enrollar la lámina de acero en laminación en caliente, y recocer la lámina laminada en caliente a una temperatura de recocido en el intervalo de la
- 40 temperatura de recristalización a 1.050°C antes de laminar en frío.

Fig.1

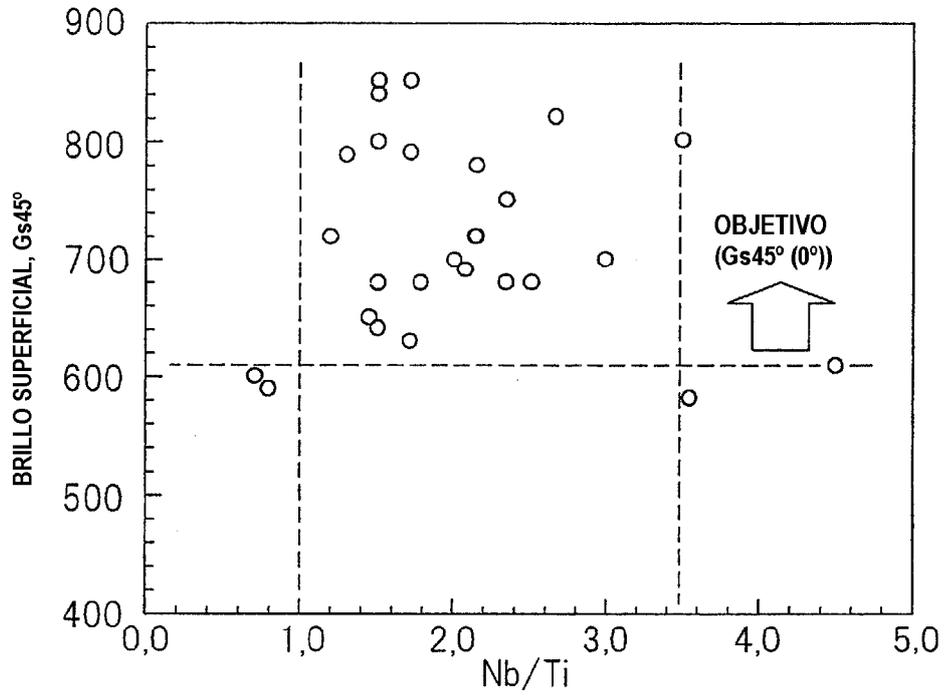


Fig.2

