

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 316**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/14	(2006.01)
C22C 38/18	(2006.01)	C22C 38/16	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)	C22C 38/20	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01)	C22C 38/24	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)	C22C 38/26	(2006.01)
C22C 38/04	(2006.01)	C22C 38/28	(2006.01)
C22C 38/06	(2006.01)	C22C 38/30	(2006.01)
C22C 38/08	(2006.01)	C22C 38/40	(2006.01)
C22C 38/10	(2006.01)	C22C 38/42	(2006.01)
C22C 38/12	(2006.01)	C21D 8/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2015 PCT/JP2015/003342**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.03.2016 WO16035235**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2015 E 15837552 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 3181714**

54 Título: **Material para láminas de acero inoxidable laminadas en frío**

30 Prioridad:

05.09.2014 JP 2014181022

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

08.02.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TA, AYAKO;
MATSUBARA, YUKIHIRO;
KIMURA, YUKIO;
YOSHINO, MASATAKA;
NAKAZONO, KEISUKE;
KAIHO, SUMIO;
MURATA, SAIICHI y
KITAGAWA, NOBUKAZU**

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 699 316 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

Material para láminas de acero inoxidable laminadas en frío

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío, siendo el material adecuado para la fabricación de una lámina de acero inoxidable ferrítico laminada en frío que es excelente en lo que se refiere a la calidad del aspecto de superficie y que tiene conformabilidad suficiente.

10

Técnica anterior

El acero inoxidable ferrítico (lámina de acero), que es económico y excelente en lo que se refiere a la resistencia a la corrosión, se usa en diversas aplicaciones tales como materiales de construcción, instrumentos de transporte, electrodomésticos, equipos de cocina y piezas de automóviles, y el rango de su aplicación se ha expandido en los últimos años. De estas aplicaciones, en las aplicaciones en que el aspecto de superficie es importante, tal como en materiales de construcción de interior, cuerpos y puertas de electrodomésticos, equipos de cocina y molduras para automóviles, se hace hincapié particularmente en un buen aspecto de superficie.

15

20

Un buen aspecto de superficie requiere alto lustre de superficie y la ausencia de surcos. El brillo de superficie varía dependiendo del tono de color de una superficie y del grado de reflexión de la luz, que varía dependiendo de las finas irregularidades de la superficie; cuanto más lisa es la superficie de la lámina, mayor es el brillo. Con el fin de aumentar el brillo, es necesario reducir las finas irregularidades de la superficie de una lámina de acero tipificadas mediante defectos inducidos en la laminación (picaduras por aceite y marcas de arañazo generadas por la transferencia de las marcas de pulido de los rodillos) en un procedimiento de laminación en frío. Los surcos son un defecto único para el acero inoxidable ferrítico y se generan como irregularidades que se extienden en la dirección de laminación.

25

30

Además, cuando se realiza un procedimiento de conformado tal como prensado antes de su uso, también es necesaria la no generación de nervios y rugosidad de superficie. Los nervios son un defecto único para el acero inoxidable ferrítico y se generan como irregularidades que se extienden en la dirección de laminación. La rugosidad de superficie está producida por la ondulación de granos cristalinos gruesos. Es necesario eliminar los nervios o la rugosidad de superficie generados en un procedimiento de trabajo de conformación mediante pulido, lo que da como resultado un aumento considerable en la carga de fabricación y los costes de fabricación.

35

40

Con el fin de satisfacer tales necesidades, por lo que se refiere a una técnica de obtención de una lámina de acero inoxidable laminada en frío excelente en cuando a la calidad de superficie antes y después del procedimiento de conformación, el documento de patente 1 da a conocer una lámina de acero inoxidable ferrítico que tiene una anisotropía menos plana, que es excelente en lo que se refiere a la resistencia a la aparición de nervios y la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie, y que está caracterizada por someter acero que contiene, en % en masa, C: del 0,005 % al 0,100 %, Si: del 0,01 % al 2,00 %, Mn: del 0,01 % al 2,00 %, P: menos del 0,040 %, S: el 0,03 % o menos, Cr: del 10 % al 22 %, Al: del 0,0005 % al 0,2000 % y N: del 0,005 % al 0,080 %, como procedimiento de tratamiento térmico tras un procedimiento de laminación en caliente, a recocido preliminar y posteriormente a recocido principal, o a tratamiento de homogeneización de temperaturas y además a un tratamiento térmico de transformación parcial a una temperatura elevada de 900 °C a 1100 °C o más, o a laminación en frío antes del tratamiento térmico. El documento de patente 1 no hace referencia al brillo de superficie; sin embargo, puesto que la recristalización de la fase de ferrita avanza mediante un tiempo de homogeneización de temperaturas suficiente, se produce reblandecimiento y la superficie de la lámina de acero tiende a deformarse. Por tanto, se generan los defectos inducidos por la laminación descritos anteriormente, lo que da como resultado un deterioro en el brillo de superficie. Además, en el documento de patente 1, puesto que la recristalización avanza suficientemente, no puede evitarse la generación de irregularidades de superficie en un procedimiento de laminación en frío con tensión suficiente, lo que da como resultado la generación de surcos.

50

55

El documento de patente 2 da a conocer una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en lo que se refiere a la resistencia a la aparición de nervios, trabajabilidad y brillo de superficie y que se obtiene controlando que la longitud en la dirección de grosor de la lámina de colonias sea del 30 % o menos del grosor de la lámina. Sin embargo, el método de control de colonias de ferrita en el documento de patente 2 no reduce la aparición de surcos y todavía se produce el fenómeno de distorsión de una imagen reflejada sobre la superficie observada visualmente.

60

65

El documento de patente 3 da a conocer una técnica en que se mejora el brillo disminuyendo la cantidad de aceite extendido con el fin de reducir la aparición de picaduras por aceite y minimizando la transferencia de patrones cóncavo-convexos sobre las superficies de los rodillos como resultado de usar rodillos de trabajo duros de baja rugosidad de superficie en un procedimiento de laminación en frío. Sin embargo, aunque la técnica del documento de patente 3 puede eliminar defectos de superficie inducidos por la laminación, no puede resolver el problema de defectos de superficie debidos al material de partida tales como surcos, nervios y rugosidad de superficie.

Lista de documentos citados**Bibliografía de patentes**

5 PTL 1: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 2006-328524

PTL 2: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 10-330887

10 PTL 3: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 2000-102802

PTL4: El documento W02014/103772 A1 describe un acero inoxidable ferrítico que tiene excelente actividad antibacteriana y su método de producción. Los campos de aplicación son vajillas de metal, electrodomésticos, equipos de cocina, etc.

15 Sumario de Invención**Problema técnico**

20 Un objeto de la presente invención es, resolviendo los problemas descritos anteriormente, proporcionar un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío, siendo el material adecuado para fabricar una lámina de acero inoxidable laminada en frío que es excelente en lo que se refiere a la calidad del aspecto de superficie antes y después de un procedimiento de conformación y que tiene conformabilidad suficiente.

25 En este caso, en la presente invención, la expresión “excelente en lo que se refiere a la calidad del aspecto de superficie antes de un procedimiento de conformación” se refiere a un caso en que es excelente en lo que se refiere al brillo de superficie y a la resistencia a la aparición de surcos. La expresión “excelente en lo que se refiere al brillo de superficie” se refiere a un caso en que, cuando se determina el brillo de una probeta para ensayos tomada de la parte central en la dirección de anchura de una lámina de acero en dos puntos cada uno en direcciones formando ángulos de 0° y 90° con respecto a la dirección de laminación usando la energía reflejada (Gs 20°) de una luz que tiene un ángulo de incidencia de 20° según la propuesta en la norma JIS Z 8741, el valor promedio de los valores determinados es de 950 o más. La expresión “excelente en lo que se refiere a la resistencia a la aparición de surcos” se refiere a un caso en que, cuando se determina la rugosidad de superficie en una dirección formando un ángulo de 90° con respecto a la dirección de laminación según la norma JIS B 0601-2001, Rz es de 0,2 µm o menos.

35 Además, la expresión “excelente en lo que se refiere a la calidad del aspecto de superficie después de un procedimiento de conformación” se refiere a un caso en que es excelente en lo que se refiere a la resistencia a la aparición de nervios y la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie. La expresión “excelente en lo que se refiere a la resistencia a la aparición de nervios” se refiere a un caso en que, después de tomar una probeta para ensayos de tracción n.º 5 según la norma JIS, de la parte central en la dirección de anchura de una lámina de acero, en una dirección formando un ángulo de 0° con respecto a la dirección de laminación, después pulir un lado de la probeta para ensayos con papel de lija n.º 600, y luego dar una deformación previa del 20 % a la probeta para ensayos realizando un ensayo de tracción uniaxial según la norma JIS Z 2241, cuando se determina la altura de ondulación en la superficie pulida en el medio de la parte paralela de la probeta para ensayos según la norma JIS B 0601-2001, la altura de ondulación máxima (altura de los nervios) es de 2,5 µm o menos. La expresión “excelente en lo que se refiere a la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie” se refiere a un caso en que, cuando se determina la rugosidad de superficie en la superficie pulida en el medio de la parte paralela de la probeta para ensayos usada para determinar la resistencia a la aparición de nervios según la norma JIS B 0601-2001, Ra es menor de 0,2 µm.

50 Además, la expresión “conformabilidad suficiente” se refiere a un caso en que, en un ensayo de tracción según la norma JIS Z 2241, una probeta para ensayos n.º 13B según la norma JIS tomada en una dirección perpendicular a la dirección de laminación muestra un alargamiento tras la fractura (EI) del 25 % o más.

Solución al problema

55 A partir de los resultados de investigaciones realizadas para resolver los problemas, se encontró lo siguiente: una lámina de acero inoxidable que se fabrica para que tenga una composición apropiada y para que tenga una estructura metalográfica que incluye una fase de martensita que tiene una razón de área del 5 % al 50 % y siendo el resto una fase de ferrita, y se controla adicionalmente de manera que una fase de ferrita en partes que se extienden desde las capas de superficie de las superficies frontal y trasera de la lámina de acero hasta, en la dirección de grosor de la lámina, posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina), tiene un diámetro de grano promedio de 20 µm o más y 50 µm o menos, y una fase de ferrita en una parte central en la dirección de grosor de la lámina, siendo la parte central una parte de la lámina distinta de las partes que se extienden desde, en la dirección de grosor de la lámina, las capas de superficie hasta las posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina), incluye una fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0. Como resultado, es posible obtener, después de un procedimiento de

laminación en frío y un procedimiento de recocido de la lámina laminada en frío, una lámina de acero inoxidable ferrítico que es excelente en lo que se refiere al brillo de superficie, la resistencia a la aparición de surcos, la resistencia a la aparición de nervios y la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie y que es excelente en lo que se refiere a conformabilidad.

5 La presente invención se ha completado basándose en los hallazgos descritos anteriormente y el contenido de la presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

10 En este caso, en la presente descripción, % usado cuando se describe la composición química del acero siempre hará referencia a % en masa.

Efectos ventajosos de la invención

15 Según la presente invención, es posible obtener un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío, siendo el material adecuado para fabricar una lámina de acero inoxidable laminada en frío que es excelente en lo que se refiere a la calidad del aspecto de superficie antes y después de un procedimiento de conformación y que tiene conformabilidad suficiente. En otras palabras, una lámina de acero inoxidable ferrítico laminada en frío fabricada a partir de un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío según la presente invención es excelente en lo que se refiere a la calidad del aspecto de superficie.

20 Descripción de realizaciones

La presente invención se describirá en detalle a continuación en el presente documento.

25 Un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío según la presente invención tiene una composición química que contiene C: del 0,005 % al 0,05 %, Si: del 0,02 % al 0,75 %, Mn: del 0,1 % al 1,0 %, P: el 0,04 % o menos, S: el 0,01 % o menos, Cr: del 16,0 % al 18,0 %, Al: del 0,001 % al 0,10 %, N: del 0,005 % al 0,06 %, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables, y una estructura metalográfica que incluye una fase de martensita que
30 que se extienden desde las capas de superficie de las superficies frontal y trasera de una lámina de acero hasta, en una dirección de grosor de la lámina, posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina), tiene un diámetro de grano promedio de 20 μm o más y 50 μm o menos, y una fase de ferrita en una parte central en la dirección de grosor de la lámina, siendo la parte central una parte de la lámina distinta de las partes que se extienden desde, en la dirección de grosor de la lámina, las capas de superficie hasta las posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina), incluye una fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0. Estos son requisitos importantes en la presente invención. En particular, especificar la cantidad de fase de martensita y especificar las condiciones de la fase de ferrita (diámetro de grano y la presencia o ausencia de granos no recristalizados) son requisitos importantes. Cuando se emplea un material de este tipo y se somete a procedimientos convencionales que incluyen decapado (descascarillado), laminación en frío, recocido de la lámina laminada en frío, y decapado adicional y/o laminación de acabado según
40 sea necesario, es posible obtener una lámina de acero inoxidable laminada en frío que tiene conformabilidad suficiente, que es excelente en lo que se refiere al brillo de superficie, y que tiene resistencia a la aparición de surcos, resistencia a la aparición de nervios y resistencia a la aparición de rugosidad de superficie, en otras palabras, que es excelente en lo que se refiere a la calidad del aspecto de superficie antes y después de un procedimiento de conformación.

45 La cantidad de fase de martensita y las condiciones de la fase de ferrita pueden controlarse controlando de manera apropiada la temperatura de bobinado en un procedimiento de laminación en caliente, y realizando además, antes de un procedimiento de laminación en frío, recocido de la lámina laminada en caliente durante un tiempo corto en un intervalo de temperatura de fase dual en que se forman una fase de ferrita y una fase de austenita. Por ejemplo,
50 cuando la lámina de acero se bobina en un procedimiento de laminación en caliente, la temperatura de bobinado se ajusta a de 550 °C a 850 °C. Además, tras el procedimiento de laminación en caliente, se realiza recocido de la lámina laminada en caliente para mantener la lámina de acero a una temperatura de 890 °C a 950 °C durante de 15 segundos a 2 minutos.

55 Cuando se forma una fase de martensita mediante recocido de la lámina laminada en caliente, se destruyen eficazmente las colonias de ferrita (agregados de granos de ferrita que tienen orientaciones cristalinas similares). Por tanto, se restringe la aparición de nervios y surcos, que se producen mediante un aumento en la capacidad de deformación en una orientación específica debido a la formación de las colonias. La fase de martensita no sólo logra la destrucción de colonias de ferrita antes del procedimiento de laminación en frío y en el procedimiento de laminación en frío; también en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en frío, los límites de listones,
60 límites de bloque y límites de grano previos de austenita, y similares dentro de la fase de martensita sirven como sitios de recristalización de una fase de ferrita, que proporciona el efecto de destruir adicionalmente las colonias.

Además, antes del procedimiento de laminación en frío, se controla la fase de ferrita en partes que se extienden desde las capas de superficie de las superficies frontal y trasera de la lámina de acero hasta posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina) para que tengan un diámetro de grano promedio de 20 μm o más y 50 μm o menos, de modo

que las partes de capa de superficie tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en frío tienen una estructura metalográfica que es una estructura monofásica de ferrita que tiene diámetros de grano pequeños. Esto proporciona un efecto de inhibición, en un procedimiento de conformación, de la aparición de rugosidad de superficie producida por la ondulación de granos cristalinos gruesos.

De las fases de ferrita, la parte central en la dirección de grosor de la lámina de acero, siendo la parte central una parte de la lámina distinta de las partes que se extienden desde las capas de superficie de las superficies frontal y trasera de la lámina de acero hasta las posiciones en $t/3$, incluye una fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0. Una fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0 de este tipo no se recrystaliza. Cuando el material que va a laminarse en frío incluye la fase de ferrita que no se recrystaliza, tiene una estructura metalográfica relativamente dura, por tanto se convierte en un material duro. Como resultado, se inhibe la deformación de superficie microscópica en el procedimiento de laminación en frío, de modo que se restringe la reducción de brillo de superficie producida por defectos inducidos por la laminación tales como picaduras por aceite y marcas de arañazo generadas por la transferencia de las marcas de pulido de rodillos y la aparición de surcos producidos por las irregularidades de superficie durante la aplicación de tensión.

La fase de martensita tiene una razón de área del 5 % al 50 %.

En la presente invención, el efecto de destruir colonias de ferrita se obtiene formando una fase de martensita mediante recocido de la lámina laminada en caliente. Además, la presencia de la fase de martensita tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente proporciona el efecto de destruir adicionalmente colonias de ferrita en el procedimiento de laminación en frío y tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en frío, lo que contribuye a la inhibición de la aparición de nervios y surcos. Estos efectos se obtienen cuando la fase de martensita tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente tiene una razón de área del 5 % o más. Sin embargo, cuando la fase de martensita tiene una razón de área de más del 50 %, la lámina de acero recocida y laminada en caliente se endurece. Esto da como resultado, por ejemplo, un aumento en el número de pasadas, grietas de bordes, y defectos en la forma en el procedimiento de laminación en frío, que no se prefieren desde el punto de vista de la fabricación. Por este motivo, se controla la fase de martensita tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente para que tenga una razón de área del 5 % al 50 %, preferiblemente del 10 % al 40 %.

En la composición del acero según la presente invención, casi toda la fase de austenita formada a la temperatura de recocido de la lámina laminada en caliente se transforma en una fase de martensita. Por este motivo, la razón de área de la fase de austenita formada a la temperatura de recocido de la lámina laminada en caliente es casi igual a la razón de área de la fase de martensita tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente. Esta razón de área de la fase de austenita depende de la composición del acero y de la temperatura de recocido de la lámina laminada en caliente. El C, N, Mn, Ni y Cu producen un aumento en la razón de área de la fase de martensita, mientras que el Si y Cr producen una disminución. Un aumento en la temperatura de recocido produce un aumento en la razón de área de la fase de martensita, mientras que una disminución en la temperatura de recocido produce una disminución. Una razón de área deseada de la fase de martensita puede obtenerse controlando la composición y la temperatura de recocido de la lámina laminada en caliente. En este caso, el resto es una fase de ferrita. El resto puede contener precipitados e inclusiones. Ejemplos de los precipitados y las inclusiones son carbonitruro de Cr, carbonitruro de V, carbonitruro de Ti, carbonitruro de Nb y alúmina. La razón de área (% en área) total de los precipitados y las inclusiones es menor del 5 %.

La fase de ferrita en partes que se extienden desde las capas de superficie de la lámina de acero de las superficies frontal y trasera de la lámina de acero hasta, en dirección de grosor de la lámina, posiciones en $t/3$, tiene un diámetro de grano promedio de 20 μm o más y 50 μm o menos

El control de los diámetros de grano de ferrita de las partes de capa de superficie es un requisito importante para obtener una calidad deseada del aspecto de superficie. El control de los diámetros de grano antes del procedimiento de laminación en frío proporciona una estructura metalográfica compuesta por granos de ferrita finos tras el procedimiento de laminación en frío y el procedimiento de recocido de la lámina laminada en frío, lo que potencia el efecto de destruir colonias de ferrita y también contribuye a la inhibición de la rugosidad de superficie.

Tales efectos se obtienen cuando el material que va a laminarse en frío se controla de manera que la fase de ferrita tenga un diámetro de grano promedio de 50 μm o menos. Cuando el diámetro de grano promedio es de más de 50 μm , en la lámina de producto final que se ha sometido a recocido de la lámina laminada en frío, los granos de ferrita que se recrystalizan comenzando a partir de sitios de granos de ferrita gruesos que existían antes del procedimiento de laminación en frío se convierten en granos gruesos. Por otra parte, los granos de ferrita que se recrystalizan comenzando a partir de la fase de martensita se convierten en granos finos. Como resultado, el producto final tiene una microestructura de granos mixtos de granos de ferrita que tienen diferentes diámetros de grano, de modo que se produce rugosidad de superficie en el procedimiento de trabajo de conformación. Cuando el diámetro de grano promedio es menor de 20 μm , la lámina de acero se endurece excesivamente. Como resultado, se produce un aumento en la carga de fabricación, tal como un aumento en el número de pasadas en el procedimiento de laminación en frío. Además, la recrystalización no se produce suficientemente por el recocido de la

lámina laminada en frío, dando como resultado un deterioro en el alargamiento. Por estos motivos, se controlan los diámetros de grano de una fase de ferrita en partes que se extienden desde las capas de superficie de la lámina de acero hasta posiciones en $t/3$ en la dirección de grosor de la lámina de manera que el diámetro de grano promedio sea de $20\ \mu\text{m}$ o más y $50\ \mu\text{m}$ o menos. En este caso, las partes que se extienden desde las capas de superficie hasta posiciones en $t/3$ en la dirección de grosor de la lámina donde se controlan los diámetros de grano de la fase de ferrita, son una parte que se extiende desde la capa de superficie de la superficie frontal de la lámina de acero hasta la posición en $t/3$ en la dirección de grosor de la lámina y una parte que se extiende desde la capa de superficie de la superficie trasera de la lámina de acero hasta la posición en $t/3$ en la dirección de grosor de la lámina.

La fase de ferrita restante, que está en una parte central en la dirección de grosor de la lámina de acero, siendo la parte central una parte de la lámina distinta de las partes que se extienden desde las capas de superficie de la lámina de acero de las superficies frontal y trasera de la lámina de acero hasta las posiciones en $t/3$, incluye una fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0.

Cuando el acero se proporciona mediante colada continua, en la estructura de desbaste plano, las partes de capa de superficie están compuestas por granos equiaxiales, mientras que la parte central del desbaste plano está compuesta por granos considerablemente alargados debido a la baja velocidad de enfriamiento. Cuando un desbaste plano de este tipo se lamina en caliente, la fase de ferrita en las partes de capa de superficie está compuesta por granos equiaxiales más finos, porque la fase de ferrita presente en las partes de capa de superficie de la lámina de acero en el procedimiento de laminación en caliente es originalmente granos equiaxiales, y se repiten la acumulación de deformación producida por el laminado y la relajación de la deformación debido a la recristalización durante el procedimiento de laminación en caliente. Sin embargo, en la parte central en la dirección de grosor de la lámina permanecen granos alargados generados por la colada, porque la cantidad de deformación introducida por la laminación es pequeña en la parte central en la dirección de grosor de la lámina, de modo que es menos probable que se produzca recristalización, que está producida por la acumulación de una gran cantidad de deformación. Además, aunque se produce recuperación en el procedimiento de laminación en caliente, puesto que no se produce recristalización, la deformación por trabajo introducida por la laminación no se elimina completamente. Por tanto, la densidad de dislocaciones es relativamente alta, en comparación con los granos de ferrita generados mediante recristalización. En particular, una fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de 3,0 o más (fase de ferrita que no se recristaliza) es más dura que los granos de ferrita equiaxiales en las partes de capa de superficie.

En la presente invención es importante evitar el reblandecimiento excesivo del material que va a laminarse en frío dejando que tal fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0 permanezca en la parte central en la dirección de grosor de la lámina.

En este caso, la razón de aspecto en la presente invención se determina mediante la siguiente fórmula (1).

$$r_{\alpha} \text{ (razón de aspecto)} = d_r \text{ (diámetro de grano cristalino en la dirección de laminación)} / d_t \text{ (diámetro de grano cristalino en la dirección de grosor de la lámina)} \quad (1)$$

La dureza necesaria y suficiente para disminuir la capacidad de deformación de superficie sin afectar al número de pasadas de laminación en frío se obtiene incluyendo la fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0.

Además, puesto que la parte central en la dirección de grosor de la lámina es más dura que las capas de superficie, se inhibe la deformación que se produce en la dirección de grosor de la lámina y en la dirección de anchura de la lámina con la aplicación de tensión de laminación. De manera convencional, toda la parte en la dirección de grosor de la lámina se recristaliza y tiene una alta capacidad de deformación. Por tanto, cuando se aplica tensión de laminación, la deformación en la dirección de grosor de la lámina y en la dirección de anchura de la lámina varían en la dirección de anchura de la lámina, lo que da como resultado la aparición de irregularidades y desigualdad de la superficie. Sin embargo, en la presente invención, puesto que se inhibe la deformación de la parte central en la dirección de grosor de la lámina, aunque se produzca deformación en las partes recristalizadas de las capas de superficie, se limita por la parte central. Como resultado, aunque la deformación varía en la dirección de anchura de la lámina, es menos probable que se formen irregularidades a través de todo el grosor de la lámina, lo que también proporciona el efecto de reducir la aparición de surcos. Cuando se hace que la recristalización avance suficientemente hacia la parte central en la dirección de grosor de la lámina, se produce reblandecimiento. Por tanto, las superficies tienen una capacidad de deformación aumentada, que es probable que dé como resultado la aparición de grandes defectos de superficie inducidos por la laminación tales como picaduras por aceite particularmente en la fase inicial de la laminación. En este caso, las picaduras por aceite son defectos por abolladura finos que se producen por el lubricante usado en un procedimiento de laminación, se estiran en la mordedura del cilindro y se encierran en las superficies de la lámina de acero.

La razón de la fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0 para la fase de ferrita es, en una razón de área, del 10 % o más. La fase de ferrita restante de la parte central en la dirección de grosor de la lámina,

ES 2 699 316 T3

siendo la parte central una parte de la lámina distinta de las partes que se extienden desde las capas de superficie de la lámina hasta las posiciones en $t/3$, puede ser en su totalidad una fase de ferrita que no se recristaliza. Más preferiblemente, la razón es, en una razón de área, del 20 % o más.

5 A continuación en el presente documento se describirá la composición química de un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío según la presente invención. A continuación en el presente documento, % se refiere a % en masa, a menos que se indique otra cosa.

C: del 0,005 % al 0,05 %

10 El C proporciona el efecto de promover la formación de una fase de austenita y expandir el intervalo de temperatura de fase dual en que se forman una fase de ferrita y una fase de austenita en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente. Además, el C proporciona el efecto de inhibir el aumento en el diámetro de grano. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que el contenido en C sea del 0,005 % o más. Además, en el caso en que el contenido en C sea menor del 0,005 %, la cantidad de martensita formada está por debajo del intervalo según
15 la presente invención, de modo que no pueden lograrse el brillo especificado, la resistencia a la aparición de surcos, la resistencia a la aparición de nervios y la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie. Sin embargo, en el caso en que el contenido en C sea mayor del 0,05 %, hay un deterioro en la ductilidad debido a un aumento en la dureza de la lámina de acero. Además, la cantidad de martensita formada está más allá del intervalo según la
20 presente invención, de modo que no puede lograrse la conformabilidad especificada. Además, se forma una cantidad excesiva de martensita en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente, de modo que hay un deterioro la capacidad de fabricación debido a un aumento en la carga de laminación en el procedimiento de laminación en frío. Por tanto, el contenido en C se ajusta para que sea del 0,005 % al 0,05 %, preferiblemente del 0,01 % al 0,03 %, o más preferiblemente del 0,01 % al 0,02 %. La expresión "contenido en C" se refiere a la cantidad
25 de C contenido, y lo mismo se aplica para otros elementos químicos constituyentes.

Si: del 0,02 % al 0,75 %

30 El Si es un elemento químico que funciona como agente desoxidante en el procedimiento de preparación del acero fundido. Con el fin de obtener tal efecto, es necesario que el contenido en Si sea del 0,02 % o más. Sin embargo, en el caso en que el contenido en Si sea mayor del 0,75 %, puesto que hay un aumento en la dureza de la lámina de acero, hay un aumento en la carga de laminación en el procedimiento de laminación en caliente y un deterioro en la ductilidad tras el procedimiento de recocido de acabado.

35 Por tanto, el contenido en Si se ajusta para que sea del 0,02 % al 0,75 %, preferiblemente del 0,10 % al 0,50 %, o más preferiblemente del 0,15 % al 0,35 %.

Mn: del 0,55 % al 0,90 %

40 El Mn proporciona, como el C, el efecto de promover la formación de una fase de austenita y expandir el intervalo de temperatura de fase dual en que se forman una fase de ferrita y una fase de austenita en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente.

45 Con el fin de obtener este efecto, es necesario que el contenido en Mn sea del 0,1 % o más. Sin embargo, en el caso en que el contenido en Mn sea mayor del 1,0 %, hay un deterioro en la resistencia a la corrosión debido a un aumento en la cantidad de MnS formado. Por tanto, el contenido en Mn se ajusta para que sea del 0,55 % al 0,90 %, o más preferiblemente del 0,65 % al 0,85 %.

P: el 0,04 % o menos

50 Puesto que el P es un elemento químico que promueve la fractura intergranular debido a la segregación intergranular, es deseable que el contenido en P sea bajo y el límite superior del contenido en P se ajusta para que sea del 0,04 %, o preferiblemente del 0,03 % o menos.

55 S: el 0,01 % o menos

60 El S es un elemento químico que deteriora, por ejemplo, la ductilidad y la resistencia a la corrosión como resultado de existir en forma de inclusiones basadas en sulfuro tales como MnS, y tales efectos perjudiciales negativos se vuelven marcados, en particular, en el caso en que el contenido en S sea mayor del 0,01 %. Por tanto, es deseable que el contenido en S sea lo más bajo posible, y el límite superior del contenido en S se ajusta para que sea del 0,01 %, preferiblemente del 0,007 % o menos, o más preferiblemente del 0,005 % o menos, en la presente invención.

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

65 El Cr es un elemento químico que proporciona el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión formando una

película de pasivación sobre la superficie de una lámina de acero. Este efecto se obtiene cuando el contenido en Cr es del 16,0 % o más; y cuanto mayor es el contenido en Cr, mayor es la resistencia a la corrosión. Además, el Cr proporciona el efecto de inhibir la formación de una fase de austenita en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente. En el caso en que el contenido en Cr sea menor del 16,0 %, se forma una cantidad excesivamente grande de fase de austenita en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente, de modo que la razón de área de la fase de martensita no puede llegar a ser del 50 % o menos, que se especifica en la presente invención. Por tanto, la cantidad de martensita formada está más allá del intervalo según la presente invención, de modo que no puede lograrse la conformabilidad especificada. Por este motivo, el contenido en Cr se ajusta para que sea del 16,0 % o más. Por otra parte, en el caso en que el contenido en Cr sea mayor del 18,0 %, la formación de una fase de austenita en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente es insuficiente, de modo que la razón de área de la fase de martensita no puede llegar a ser del 5 % o más, que se especifica. Por tanto, la cantidad de martensita formada está por debajo del intervalo según la presente invención, de modo que no puede lograrse la resistencia a la aparición de nervios especificada. Por tanto, el contenido en Cr se ajusta para que sea del 18,0 % o menos, preferiblemente del 16,0 % al 17,5 %, o más preferiblemente del 16,5 % al 17,0 %.

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

El Al es, al igual que el Si, un elemento químico que funciona como agente desoxidante. Con el fin de obtener tal efecto, es necesario que el contenido en Al sea del 0,001 % o más. Sin embargo, en el caso en que el contenido en Al sea mayor del 0,10 %, puesto que hay un aumento en la cantidad de inclusiones basadas en Al tales como Al_2O_3 , hay una tendencia a que se deteriore la calidad de la superficie. Por tanto, el contenido en Al se ajusta para que sea del 0,001 % al 0,10 %, preferiblemente del 0,001 % al 0,07 %, o más preferiblemente del 0,001 % al 0,01 %.

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

El N proporciona, al igual que el C y el Mn, el efecto de promover la formación de una fase de austenita y expandir el intervalo de temperatura de fase dual en que se forman una fase de ferrita y una fase de austenita en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente. Con el fin de obtener este efecto, es necesario que el contenido en N sea del 0,005 % o más. Sin embargo, en el caso en que el contenido en N sea mayor del 0,06 %, hay un deterioro significativo en la ductilidad, y hay un deterioro en la resistencia a la corrosión como resultado de promover la precipitación de nitruros de Cr. Por tanto, el contenido en N se ajusta para que sea del 0,005 % al 0,06 %, preferiblemente del 0,01 % al 0,03 %, o más preferiblemente del 0,01 % al 0,02 %.

El resto es Fe e impurezas inevitables.

Con la composición química descrita anteriormente, se mejoran los efectos de la presente invención. Además, pueden contenerse los siguientes elementos químicos con el fin de mejorar la capacidad de fabricación o las propiedades del material

Uno, dos o más seleccionados de entre Cu: del 0,1 % al 1,0 %, Ni: del 0,1 % al 1,0 %, Mo: del 0,1 % al 0,5 % y Co: del 0,01 % al 0,3 %

El Cu y el Ni son ambos elementos químicos que mejoran la resistencia a la corrosión. Contener Cu y/o Ni es eficaz, en particular, en el caso en que se requiera alta resistencia a la corrosión. Además, el Cu y el Ni proporcionan el efecto de promover la formación de una fase de austenita y expandir el intervalo de temperatura de fase dual en que se forman una fase de ferrita y una fase de austenita en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente. Tales efectos se vuelven marcados en el caso en que el contenido de cada uno de estos elementos químicos sea del 0,1 % o más. Sin embargo, no es preferible que el contenido en Cu sea mayor del 1,0 %, porque puede haber un deterioro en la trabajabilidad en caliente. Por tanto, en el caso en que esté contenido Cu, el contenido en Cu se ajusta para que sea del 0,1 % al 1,0 %, preferiblemente del 0,2 % al 0,8 %, o más preferiblemente del 0,3 % al 0,5 %. No es preferible que el contenido en Ni sea mayor del 1,0 %, porque puede haber un deterioro en la trabajabilidad. Por tanto, en el caso en que esté contenido Ni, el contenido en Ni se ajusta para que sea del 0,1 % al 1,0 %, preferiblemente del 0,1 % al 0,6 %, o más preferiblemente del 0,1 % al 0,3 %.

El Mo es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión. Contener Mo es eficaz, en particular, en el caso en que se requiera alta resistencia a la corrosión. Tal efecto se vuelve marcado en el caso en que el contenido en Mo sea del 0,1 % o más. Sin embargo, no es preferible que el contenido en Mo sea mayor del 0,5 %, porque, puesto que hay una cantidad insuficiente de fase de austenita formada en el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente, hay un caso en que no es posible lograr la calidad del aspecto de superficie especificada. Por tanto, en el caso en que esté contenido Mo, el contenido en Mo se ajusta para que sea del 0,1 % al 0,5 %, preferiblemente del 0,2 % al 0,4 %.

El Co es un elemento químico que mejora la tenacidad. Tal efecto se obtiene en el caso en que el contenido en Co sea del 0,01 % o más. Por otra parte, en el caso en que el contenido en Co sea mayor del 0,3 %, puede haber un deterioro en la capacidad de fabricación. Por tanto, en el caso en que se añada Co, el contenido en Co se ajusta

para que sea del 0,01 % al 0,3 %.

Uno, dos o más seleccionados de entre V: del 0,01 % al 0,25 %, Ti: del 0,001 % al 0,015 %, Nb: del 0,001 % al 0,030 %, Mg: del 0,0002 % al 0,0050 %, B: del 0,0002 % al 0,0050 % y REM: del 0,01 % al 0,10 %

5

V: del 0,01 % al 0,25 %, Ti: del 0,001 % al 0,015 % y Nb: del 0,001 % al 0,030 %

El V, el Ti y el Nb, que son elementos químicos que tienen alta afinidad por el C y el N, proporcionan los efectos de mejorar la trabajabilidad tras un procedimiento de recocido de acabado disminuyendo las cantidades de C como soluto sólido y N como soluto sólido en la fase principal como resultado de precipitarse en forma de carburos y nitruros en un procedimiento de laminación en caliente. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que el contenido en V sea del 0,01 % o más, o que el contenido en Ti sea del 0,001 % o más, o que el contenido en Nb sea del 0,001 % o más. Sin embargo, en el caso en que el contenido en V sea mayor del 0,25 %, puede haber un deterioro en la trabajabilidad. En el caso en que el contenido en Ti sea mayor del 0,015 % o si el contenido en Nb es mayor del 0,030 %, hay un caso en que no es posible lograr buena calidad de superficie debido a una cantidad excesiva de TiN o NbC precipitados. Por tanto, en el caso en que esté contenido V, el contenido en V se ajusta para que sea del 0,01 % al 0,25 %; en el caso en que esté contenido Ti, el contenido en Ti se ajusta para que sea del 0,001 % al 0,015 %; y en el caso en que esté contenido Nb, el contenido en Nb se ajusta para que sea del 0,001 % al 0,030 %. El contenido en V es preferiblemente del 0,02 % al 0,20 %, más preferiblemente del 0,03 % al 10 %. El contenido en Ti es preferiblemente del 0,003 % al 0,010 %. El contenido en Nb es preferiblemente del 0,002 % al 0,020 %, más preferiblemente del 0,003 % al 0,015 %.

10

15

20

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

25

El Mg es un elemento químico que tiene el efecto de mejorar la trabajabilidad en caliente. Con el fin de obtener este efecto, es necesario que el contenido en Mg sea del 0,0002 % o más. Sin embargo, en el caso en que el contenido en Mg sea mayor del 0,0050 %, puede haber un deterioro en la calidad de superficie. Por tanto, en el caso en que esté contenido Mg, el contenido en Mg se ajusta para que sea del 0,0002 % al 0,0050 %, preferiblemente del 0,0005 % al 0,0030 %, o más preferiblemente del 0,0005 % al 0,0010 %.

30

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

El B es un elemento químico que es eficaz para impedir la fragilidad por trabajo en frío secundario. Con el fin de obtener tal efecto, es necesario que el contenido en B sea del 0,0002 % o más. Sin embargo, en el caso en que el contenido en B sea mayor del 0,0050 %, puede haber un deterioro en la trabajabilidad en caliente. Por tanto, en el caso en que esté contenido B, el contenido en B se ajusta para que sea del 0,0002 % al 0,0050 %, preferiblemente del 0,0005 % al 0,0030 %, más preferiblemente del 0,0005 % al 0,0010 %.

35

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

40

El REM es un elemento químico que mejora la resistencia a la oxidación y que proporciona, en particular, el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión de una zona soldada inhibiendo la formación de una película de óxido en la zona soldada. Con el fin de obtener este efecto, es necesario que el contenido en REM sea del 0,01 % o más. Sin embargo, en el caso en que el contenido en REM sea mayor del 0,10 %, puede haber un deterioro en la capacidad de fabricación, por ejemplo, un deterioro en el rendimiento del decapado en un procedimiento de recocido de la lámina laminada en frío. Además, puesto que el REM es un elemento químico caro, no es preferible que el contenido en REM sea excesivamente alto, porque hay un aumento en los costes de fabricación. Por tanto, en el caso en que esté contenido REM, el contenido en REM se ajusta para que sea del 0,01 % al 0,10 %.

45

50

A continuación en el presente documento se describirá un ejemplo de un método para fabricar un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío según la presente invención.

Mediante la preparación de acero fundido que tiene la composición química descrita anteriormente usando un método conocido tal como uno que usa un convertidor, un horno eléctrico o un horno de fusión a vacío, y usando luego un método de colada continua o un método de colada en lingotes-producción de desbaste plano, se obtiene un material de acero (desbaste plano). Realizando laminación en caliente en el desbaste plano tras haber calentado el desbaste plano hasta una temperatura de 1100 °C a 1250 °C, o realizando laminación en caliente en el desbaste plano como colada sin calentamiento, se obtiene una lámina de acero laminada en caliente. En el procedimiento de laminación en caliente, la laminación de acabado se completa en el intervalo de 900 °C a 1100 °C; posteriormente, cuando la lámina de acero se bobina, la temperatura de bobinado se ajusta a de 550 °C a 850 °C. Más preferiblemente, la temperatura de bobinado es de 600 °C a 700 °C. En el caso en que la temperatura de bobinado sea menor de 550 °C, la fase de austenita presente en el procedimiento de laminación en caliente, sustancialmente sin descomponerse en una fase de ferrita y carbonitruro, se enfría y se transforma en martensita. Por tanto, la razón de la fase de martensita está más allá del intervalo según la presente invención, y el diámetro de grano promedio de la fase de ferrita de las partes de capa de superficie está por debajo del intervalo según la presente invención. Por tanto, no pueden lograrse la conformabilidad especificada y la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie.

60

65

En el caso en que la temperatura de bobinado sea mayor de 850 °C, independientemente de la cantidad de deformación, se produce recristalización y la cantidad de fase de ferrita que no se recristaliza en la parte central disminuye considerablemente, de modo que no puede lograrse el lustre especificado. Por tanto, la temperatura de bobinado se ajusta para que sea de 550 °C a 850 °C. Con esto, es posible facilitar el control del diámetro de grano y la recristalización de una fase de ferrita en un procedimiento continuo de recocido de la lámina laminada en caliente que se completa en un tiempo corto.

Posteriormente, la lámina de acero laminada en caliente se somete a recocido de la lámina laminada en caliente en que la lámina de acero se mantiene a una temperatura de 890 °C a 1050 °C, es decir, en un intervalo de temperatura de fase dual en que se forman una fase de ferrita y una fase de austenita, durante de 10 segundos a 2 minutos. Aquí, en el caso en que la temperatura de recocido de la lámina laminada en caliente es menor de 890 °C, el recocido se realiza en el intervalo monofásico de ferrita, dando como resultado que la cantidad de martensita formada está por debajo del intervalo según la presente invención. Por tanto, no puede proporcionarse el efecto de inhibir la aparición de nervios y surcos, el efecto que se proporciona por la formación de una fase de martensita. Además, puesto que la recristalización avanza hacia la parte central en la dirección de grosor de la lámina, el tamaño de grano aumenta excesivamente. Esto da como resultado un material blando en que, por ejemplo, es probable que se produzcan defectos inducidos por la laminación en un procedimiento de laminación en frío y hay un deterioro en el brillo. Por tanto, no se proporcionan los efectos de la presente invención.

Por otra parte, en el caso en que la temperatura de recocido sea mayor de 1050 °C, la concentración de C en la fase de austenita se promueve haciendo avanzar la disolución de carburos en sólido, de modo que se forma una gran cantidad de fase de martensita excesivamente dura, dando como resultado un deterioro en el alargamiento tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en frío. Además, la cantidad de martensita formada va más allá del intervalo según la presente invención, de modo que no puede lograrse la conformabilidad especificada. Además, se promueve un aumento en el tamaño de granos de ferrita y esta es la causa del aumento del grado de rugosidad de superficie, que no se prefiere. En el caso en que el tiempo de recocido sea menor de 10 segundos, el recocido a la temperatura especificada afecta a las superficies más superiores y no avanza suficientemente la recristalización de la fase de ferrita en la dirección de grosor de la lámina. Esto da como resultado un material duro que va a laminarse en frío, lo que aumenta la carga de laminación en frío. Además, el diámetro de grano promedio de la fase de ferrita de las partes de capa de superficie está por debajo del intervalo según la presente invención, de modo que no puede lograrse la conformabilidad especificada. Por otra parte, en el caso en que el tiempo de recocido sea mayor de 2 minutos, avanza excesivamente la transformación para dar una fase de austenita, de modo que la cantidad de martensita tras el enfriamiento es mayor de la cantidad deseada. Además, las partes de capa de superficie en la dirección de grosor de la lámina están compuestas por granos de ferrita excesivamente gruesos. Por tanto, el diámetro de grano promedio de la fase de ferrita de las partes de capa de superficie está más allá del intervalo según la presente invención, de modo que no pueden lograrse el brillo especificado y la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie. En algunos casos, la recristalización avanza hacia el centro en la dirección de grosor de la lámina para producir reblandecimiento. Por tanto, la variación en la dureza entre la región de fase de ferrita y la región de fase de martensita produce fluctuaciones en el grosor de la lámina y fluctuaciones en la carga en el procedimiento de laminación en frío, lo que produce un deterioro en la capacidad de fabricación. Tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en frío, se forma una microestructura de grano mixto o una estructura monofásica de ferrita gruesa, dando como resultado un deterioro en la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie. Tras el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente, se realiza decapado según sea necesario.

Como resultado, se fabrica un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío según la presente invención.

En el presente documento, en el caso en que una lámina de acero inoxidable ferrítico laminada en frío se fabrica a partir de un material descrito anteriormente para una lámina de acero inoxidable laminada en frío, puede fabricarse mediante el siguiente método, por ejemplo.

El material para una lámina de acero laminada en frío se somete a laminación en frío y recocido de la lámina laminada en frío (recocido de acabado).

La laminación en frío puede realizarse con uno cualquiera de un tren de laminación continua en tándem y un tren de laminación con múltiples cilindros de apoyo. La laminación en frío se realiza de manera deseable a una reducción de laminación del 50 % o más desde el punto de vista de la conformabilidad y la corrección de forma; sin embargo, esto no es una limitación.

El recocido de la lámina laminada en frío debe realizarse en un intervalo de temperatura en que se forma una monofase de ferrita. Con el fin de lograr alto alargamiento, el intervalo de temperatura de recocido se ajusta a de 800 °C a 890 °C, más preferiblemente de 850 °C a 890 °C. En el caso en que el intervalo de temperatura es menor de 800 °C, puede permanecer una fase de martensita y puede producirse un deterioro en el alargamiento. En el caso en que la temperatura sea superior a 890 °C, se forma de nuevo una fase de austenita y se forma una fase de martensita en un procedimiento de enfriamiento, dando como resultado un deterioro significativo en la

conformabilidad. Además, desde el punto de vista de la capacidad de fabricación y de evitar un crecimiento de grano excesivo de granos de ferrita recristalizados, el recocido de la lámina laminada en frío se realiza de manera deseable mediante un procedimiento de recocido continuo, preferiblemente un procedimiento de recocido continuo manteniendo la lámina laminada en frío en un intervalo de temperatura de 800 °C a 890 °C durante de 5 a 120 segundos. Además, con el fin de lograr conformabilidad suficiente y de impedir la aparición de rugosidad de superficie tras el trabajo, el procedimiento de recocido continuo se realiza más preferiblemente manteniendo la lámina laminada en frío durante de 10 a 60 segundos.

No existe ninguna limitación particular en cuanto al acabado de superficie y el acabado de superficie apropiado puede seleccionarse de entre, por ejemplo, n.º 2B, BA, pulido y acabado mate. Con el fin de proporcionar rugosidad de superficie deseada y con el fin de impedir marcas de estirado, debe realizarse laminación de acabado con una razón de alargamiento del 0,3 % al 1,0 %.

Ejemplo 1

A continuación en el presente documento se describirá la presente invención en más detalle basándose en ejemplos.

Los aceros inoxidables que tienen las composiciones químicas facilitadas en la tabla 1 se transformaron en desbastes planos que tenían un grosor de 200 mm usando un método de colada continua. Tras haber calentado estos desbastes planos hasta una temperatura de 1180 °C, los desbastes planos se sometieron laminación en caliente en que se bobinaron láminas laminadas en caliente a las temperaturas facilitadas en la tabla 2, para proporcionar de ese modo láminas laminadas en caliente que tenían un grosor de 4 mm.

Posteriormente, tras haber realizado recocido de la lámina laminada en caliente en las láminas laminadas en caliente descritas anteriormente en las condiciones facilitadas en la tabla 2, se realizó un tratamiento de granallada sobre las superficies de las láminas recocidas, y se realizó descascarillado realizando decapado con dos tipos de disoluciones, es decir, ácido sulfúrico y un ácido mixto compuesto por ácido nítrico y ácido fluorhídrico. Por tanto, se fabricaron láminas de acero laminadas en caliente y recocidas (materiales para láminas de acero inoxidable laminadas en frío).

Las láminas de acero recocidas y laminadas en caliente (materiales para láminas de acero inoxidable laminadas en frío) se sometieron a mediciones en lo que se refiere a la razón de área de la estructura metalográfica, el diámetro de grano de ferrita y la razón de una fase de ferrita no recristalizada usando los siguientes métodos.

Estructuras metalográficas de láminas de acero laminadas en caliente y recocidas (materiales para láminas de acero inoxidable laminadas en frío)

En cada una de las láminas de acero laminadas en caliente y recocidas obtenidas, tras haber tomado una probeta para ensayos para la observación de microestructura de la parte central en la dirección de anchura de la lámina de acero, habiendo realizado pulido espejo en la sección transversal en la dirección de laminación y habiendo sometido a ataque químico la sección transversal con agua regia, se tomaron fotografías en 9 campos de visión desde una superficie hacia el centro en la dirección de grosor de la lámina de acero usando un microscopio óptico a una ampliación de 400 veces. Las posiciones en las que se tomaron las fotografías fueron desde una de las capas de superficie en la dirección de grosor de la lámina, a 1t/18, 3t/18, 5t/18, 7t/18, 9t/18, 11t/18, 13t/18, 15t/18 y 17t/18 (t: grosor de la lámina). En las fotografías de microestructura tomadas, desde el punto de vista de las propiedades metalográficas, en particular, una fase sometida a ataque químico que aparecía negra se identificó como una fase de martensita, y la otra fase se identificó por separado como una fase de ferrita. Cada campo de visión se sometió a análisis de imagen para medir la razón de área de la fase de martensita. Y el valor promedio de las razones de área en los 9 campos de visión se determinó como la razón de área de la fase de martensita.

En cuanto a las imágenes fotografiadas a 1t/18, 3t/18, 5t/18, 13t/18, 15t/18 y 17t/18 (t: grosor de la lámina) desde una capa de superficie de la lámina de acero en la dirección de grosor de la lámina, que se fotografiaron en tales posiciones correspondientes a partes que se extienden desde las capas de superficie hasta posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina) en la dirección de grosor de la lámina, se midió el diámetro de grano de ferrita según la norma JIS G 0551. El valor promedio de los diámetros en los 6 campos de visión se determinó como el diámetro de grano promedio de las partes que se extienden desde las capas de superficie hasta las posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina) en la dirección de grosor de la lámina. En cuanto a las imágenes en 7t/18, 9t/18 y 11t/18 (t: grosor de la lámina) desde una capa de superficie en la dirección de grosor de la lámina, que corresponde a la parte central en la dirección de grosor de la lámina, siendo la parte central una parte de la lámina distinta de las partes que se extienden desde las capas de superficie de la lámina hasta las posiciones en t/3, se midieron los granos de ferrita en lo que se refiere a la razón de aspecto representada por la fórmula (1). Se determinaron las razones de área de los granos que satisfacen una razón de aspecto de más de 3,0. El promedio de las razones de área en los 3 campos de visión se determinó como la razón de la fase de ferrita no recristalizada en la parte central en la dirección de grosor de la lámina, siendo la parte central una parte de la lámina distinta de las partes que se extienden desde las capas de superficie de la lámina hasta las posiciones en t/3.

Además, las láminas de acero inoxidable laminadas en frío se fabricaron a partir de materiales para láminas de acero inoxidable laminadas en frío usando el siguiente método, y se evaluaron las propiedades de las láminas de acero inoxidable laminadas en frío.

5 Las láminas de acero recocidas y laminadas en caliente obtenidas anteriormente se laminaron en frío hasta un grosor de 0,8 mm, y se sometieron a recocido de la lámina laminada en frío en las condiciones facilitadas en la tabla 2. Después de esto, se realizó un tratamiento de descascarillado mediante decapado electrolítico. Finalmente, se realizó laminación de acabado con una razón de alargamiento del 0,3 % al 1,0 %.

10 Evaluaciones de las propiedades de las láminas de acero inoxidable laminadas en frío

(1) Conformabilidad

15 Se tomó una probeta para ensayos de tracción n.º 13B según la norma JIS, de la parte central en la dirección de anchura de una lámina de acero, en una dirección formando un ángulo de 90° con respecto a la dirección de laminación. Se realizó un ensayo de tracción según la norma JISZ 2241. Un caso en que el alargamiento tras la fractura (EI) fue del 25 % o más se consideró satisfactorio (O) y un caso en que el alargamiento tras la fractura (EI) fue menor del 25 % se consideró insatisfactorio (×). Además, un caso en que el alargamiento tras la fractura (EI) fue del 30 % o más se consideró más que satisfactorio (⊙).

(2) Calidad del aspecto de superficie

(2-1) Brillo de superficie

25 Se tomó una probeta para ensayos de la parte central en la dirección de anchura de la lámina de acero, y entonces se determinó el brillo en dos puntos cada uno en direcciones formando ángulos de 0° y 90° con respecto a la dirección de laminación usando la energía reflejada (Gs 20°) de una luz que tiene un ángulo de incidencia de 20° según la propuesta en la norma JIS Z 8741. Entonces, basándose en el valor promedio de los valores determinados, un caso en que el brillo fue de 950 o más se consideró un caso de brillo excelente (O) y un caso en que el brillo fue inferior a 950 se consideró insatisfactorio (×). Además, un caso en que el brillo fue mayor de 1000 se consideró más que excelente (⊙).

(2-2) Resistencia a la aparición de surcos

35 Se tomó una probeta para ensayos de la parte central en la dirección de anchura de la lámina de acero, y entonces se determinó la rugosidad de superficie en una dirección formando un ángulo de 90° con respecto a la dirección de laminación según la norma JIS B 0601-2001. Un caso en que Rz fue de 0,2 μm o menos se consideró satisfactorio (O) y un caso en que Rz fue mayor de 0,2 μm se consideró insatisfactorio (×).

(2-3) Resistencia a la aparición de nervios

45 Se tomó una probeta para ensayos n.º 5 según la norma JIS, de la parte central en la dirección de anchura de la lámina de acero, en una dirección formando un ángulo de 0° con respecto a la dirección de laminación; luego se pulió un lado de la probeta para ensayos hasta un acabado n.º 600, y se dio una deformación previa del 20 % a la probeta para ensayos aplicando un esfuerzo de tracción uniaxial según la norma JIS Z 2241. Entonces se determinó la altura de ondulación en la superficie pulida en el medio de la parte paralela de la probeta para ensayos según la norma JIS B 0601-2001. Un caso en que la altura de ondulación fue de 2,5 μm o menos se consideró satisfactorio (O) y un caso en que la altura de ondulación no fue de 2,5 μm o menos se consideró insatisfactorio (×). Además, un caso en que la altura de ondulación fue menor de 2,0 μm se consideró más que excelente (⊙).

(2-4) Resistencia a la aparición de rugosidad de superficie

55 Se usó la probeta para ensayos que se ha usado para determinar la resistencia a la aparición de nervios. Se determinó la rugosidad de superficie en la superficie pulida en el medio de la parte paralela de la probeta para ensayos según la norma JIS B 0601-2001. Un caso en que Ra fue menor de 0,2 μm se consideró satisfactorio (O) y un caso en que Ra fue no menor de 0,2 μm se consideró insatisfactorio (×).

60 Los resultados de las evaluaciones descritas anteriormente se facilitan junto con las condiciones de fabricación en la tabla 2.

[Tabla 1]

Código de acero	% en masa											Nota
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	N	Ni	Otros		
A	0,02	0,17	0,44	0,02	0,005	16,7	0,028	0,04	-	-		Ejemplo
B	0,03	0,23	0,51	0,02	0,002	16,3	0,002	0,03	0,2	-		Ejemplo
C	0,03	0,27	0,60	0,04	0,006	16,3	0,004	0,05	0,1	V:0,04		Ejemplo
D	0,03	0,21	0,57	0,03	0,002	16,7	0,003	0,04	0,1	-		Ejemplo
E	0,03	0,19	0,57	0,02	0,003	16,4	0,011	0,06	0,2	Cu:0,2, Mo:0,2		Ejemplo
F	0,04	0,23	0,72	0,02	0,004	17,6	0,078	0,03	0,1	Ti:0,014, Nb:0,021		Ejemplo
G	0,04	0,26	0,77	0,04	0,005	16,0	0,015	0,02	-	Co:0,13, B:0,0018		Ejemplo
H	0,04	0,15	0,74	0,02	0,003	16,1	0,004	0,02	0,5	Mg:0,0013, REM:0,04		Ejemplo
I	0,04	0,22	0,82	0,03	0,003	15,8	0,045	0,03	-	-		Ejemplo comparativo
J	0,03	0,26	0,71	0,03	0,003	18,3	0,033	0,04	0,2	-		Ejemplo comparativo
K	0,07	0,36	0,69	0,03	0,006	16,6	0,048	0,05	-	-		Ejemplo comparativo
L	0,004	0,27	0,85	0,04	0,005	16,2	0,021	0,06	0,3	-		Ejemplo comparativo
M	0,005	0,17	0,81	0,03	0,002	16,4	0,004	0,017	0,1	-		Ejemplo
N	0,016	0,20	0,77	0,04	0,004	16,6	0,003	0,012	0,3	Ti:0,009, Nb:0,014		Ejemplo
O	0,011	0,13	0,84	0,04	0,003	16,5	0,004	0,006	0,2	-		Ejemplo

[Tabla 2]

N.º	Código de acero	Temperatura de bobinado de laminación en caliente (°C)	Recocido de la lámina laminada en caliente		Razón de área de fase de martensita (%)	Diámetro de grano promedio de ferrita en partes la capa de superficie (µm)	Razón de fase de ferrita no recristalizada en la parte central (%)	Recocido de la lámina laminada en frío		Conformabilidad Alargamiento tras la fractura	Brillo	Resistencia a la aparición de surcos	Resistencia a la aparición de nervios	Resistencia a la rugosidad de superficie	Nota
			Temperatura (°C)	Tiempo (s)				Temperatura (°C)	Tiempo (s)						
1	A	689	910	15	31	48	60	889	23	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
2	B	635	926	21	36	45	72	871	25	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
3	B	581	945	36	48	39	85	889	18	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
4	B	716	891	79	18	48	36	860	26	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
5	B	820	946	42	12	50	28	840	29	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
6	B	554	915	19	42	21	89	838	32	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
7	C	662	920	23	28	36	78	869	29	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
8	C	580	942	11	41	28	100	856	42	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
9	C	845	895	82	15	49	11	842	28	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
10	D	645	931	19	43	43	68	853	25	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
11	E	680	919	34	38	41	57	881	31	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
12	F	623	925	26	32	29	89	879	34	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
13	G	650	932	14	27	33	75	880	28	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
14	H	662	917	15	26	42	79	879	21	O	⊙	O	⊙	O	Ejemplo
15	I	654	910	16	55	37	81	883	17	x	O	O	O	O	Ejemplo comparativo
16	J	653	925	15	3	49	78	881	23	O	O	O	x	O	Ejemplo comparativo
17	K	680	923	27	57	22	87	867	31	x	O	O	O	O	Ejemplo comparativo
18	L	620	936	31	7	48	35	890	26	O	x	x	x	x	Ejemplo comparativo
19	A	525	916	17	55	18	97	888	25	x	O	O	O	x	Ejemplo comparativo
20	B	870	918	17	32	47	0	861	17	O	x	O	O	O	Ejemplo comparativo
21	B	502	928	31	58	15	100	853	12	x	O	O	O	x	Ejemplo comparativo
22	B	620	986	21	53	48	85	888	15	x	O	O	O	O	Ejemplo comparativo
23	B	620	941	231	28	57	21	846	31	O	x	O	O	x	Ejemplo comparativo
24	C	580	928	1	14	16	100	860	30	x	O	O	O	O	Ejemplo comparativo
25	C	680	840	24	0	48	24	860	30	O	x	x	x	O	Ejemplo comparativo
26	M	666	988	51	11	34	87	841	31	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	Ejemplo
27	N	691	1001	53	16	28	76	843	31	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	Ejemplo
28	O	643	993	51	13	37	83	841	30	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	Ejemplo

A partir de las tablas, se aclara que, en los ejemplos según la presente invención, es posible lograr conformabilidad suficiente (alargamiento tras la fractura) y calidad del aspecto de superficie excelente.

5 En el caso del n.º 15 en que el contenido en Cr estaba por debajo del intervalo según la presente invención y en el caso del n.º 17 en que el contenido en C estaba más allá del intervalo según la presente invención, la cantidad de martensita formada estaba más allá el intervalo según la presente invención y no fue posible lograr la conformabilidad especificada.

10 En el caso del n.º 16 en el que el contenido en Cr estaba más allá del intervalo según la presente invención, la cantidad de martensita formada estaba por debajo del intervalo según la presente invención, y no fue posible lograr la resistencia especificada a la aparición de nervios. En el caso del n.º 18 en que el contenido en C estaba por debajo del intervalo según la presente invención, la cantidad de martensita formada estaba por debajo de intervalo según la presente invención y no fue posible lograr el brillo especificado, la resistencia a la aparición de surcos, la resistencia a la aparición de nervios y la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie.

15 En los casos de los n.ºs 19 y 21 en que las temperaturas de bobinado eran excesivamente bajas, la razón de fase de martensita estaba más allá del intervalo según la presente invención y el diámetro de grano promedio de la fase de ferrita de las partes de capa de superficie estaba por debajo del intervalo según la presente invención, y no fue posible lograr la conformabilidad especificada y la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie. En el caso del n.º 20 en que la temperatura de bobinado era excesivamente alta, no estuvo presente fase de ferrita no recristalizada en la parte central, y no fue posible lograr el brillo especificado. En el caso del n.º 22 en que la temperatura de recocido de la lámina laminada en caliente era excesivamente alta, la cantidad de martensita formada estaba más allá del intervalo según la presente invención y no fue posible lograr la conformabilidad especificada. En el caso del n.º 23 en que el tiempo de recocido de la lámina laminada en caliente fue excesivamente largo, el diámetro de grano promedio de la fase de ferrita de las partes de capa de superficie estuvo más allá del intervalo según la presente invención, y no fue posible lograr el brillo especificado ni la resistencia a la aparición de rugosidad de superficie. En el caso del n.º 24 en que el tiempo de recocido de la lámina laminada en caliente fue excesivamente corto, el diámetro de grano promedio de la fase de ferrita de las partes de capa de superficie estuvo por debajo del intervalo según la presente invención, y no fue posible lograr la conformabilidad especificada. En el caso del n.º 25 en que la temperatura de recocido de la lámina laminada en caliente fue excesivamente baja, la cantidad de martensita formada estuvo por debajo del intervalo según la presente invención, y no fue posible lograr el brillo especificado, el resistencia a la aparición de surcos y la resistencia a la aparición de nervios.

35 En resumen, se aclara que, mediante el uso de un material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío según la presente invención en que se controlan de manera apropiada la cantidad de martensita y el diámetro de grano promedio y el grado de recristalización de una fase de ferrita, es posible obtener una lámina de acero inoxidable ferrítico laminada en frío que tiene la conformabilidad especificada y calidad del aspecto de superficie excelente.

40 **Aplicabilidad industrial**

45 El material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío obtenida mediante la presente invención se usa de manera adecuada como material para una lámina de acero inoxidable ferrítico laminada en frío que se usa para productos fabricados realizando conformación mediante prensado que implica principalmente estirado y en aplicaciones en que se requiere alta calidad del aspecto de superficie tal como equipos de cocina y utensilios para comer.

REIVINDICACIONES

1. Material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío, teniendo el material una composición química que contiene, en % en masa, C: del 0,005 % al 0,05 %, Si: del 0,02 % al 0,75 %, Mn: del 0,55 % al 0,90 %, P: el 0,04 % o menos, S: el 0,01 % o menos, Cr: del 16,0 % al 18,0 %, Al: del 0,001 % al 0,10 %, N: del 0,005 % al 0,06 %, opcionalmente uno, dos o más seleccionados de entre Cu: del 0,1 % al 1,0 %, Ni: del 0,1 % al 1,0 %, Mo: del 0,1 % al 0,5 %, y Co: del 0,01 % al 0,3 %, opcionalmente uno, dos o más seleccionados de entre V: del 0,01 % al 0,25 %, Ti: del 0,001 % al 0,015 %, Nb: del 0,001 % al 0,030 %, Mg: del 0,0002 % al 0,0050 %, B: del 0,0002 % al 0,0050 %, y REM: del 0,01 % al 0,10 %, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables, y
- una estructura metalográfica que incluye una fase de martensita que tiene una razón de área del 5 % al 50 % y siendo el resto una fase de ferrita,
- en el que la razón de área total de precipitados e inclusiones contenidos en el resto de la estructura metalográfica es menor del 5 %,
- una fase de ferrita en partes que se extienden desde las capas de superficie de las superficies frontal y trasera de una lámina de acero hasta, en una dirección de grosor de la lámina, posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina), tiene un diámetro de grano promedio de 20 μm o más y de 50 μm o menos, y
- una fase de ferrita en una parte central en la dirección de grosor de la lámina, siendo la parte central una parte de la lámina distinta de las partes que se extienden desde, en la dirección de grosor de la lámina, las capas de superficie hasta las posiciones en t/3 (t: grosor de la lámina), incluye una fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0,
- en el que la razón de área de la fase de ferrita que satisface una razón de aspecto de más de 3,0 para la fase de ferrita en la parte central en la dirección de grosor de la lámina es del 10 % o más, y
- en el que la razón de aspecto se define mediante la siguiente fórmula (1):
- $$r_{\alpha} \text{ (razón de aspecto)} = d_r \text{ (diámetro de grano cristalino en la dirección de laminación)} / d_t \text{ (diámetro de grano cristalino en la dirección de grosor de la lámina)} \text{ (1).}$$
2. Material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío según la reivindicación 1, conteniendo la composición química, en % en masa, uno, dos o más seleccionados de entre Cu: del 0,1 % al 1,0 %, Ni: del 0,1 % al 1,0 %, Mo: del 0,1 % al 0,5 % y Co: del 0,01 % al 0,3 %.
3. Material para una lámina de acero inoxidable laminada en frío según la reivindicación 1 o 2, conteniendo la composición química, en % en masa, uno, dos o más seleccionados de entre V: del 0,01 % al 0,25 %, Ti: del 0,001 % al 0,015 %, Nb: del 0,001 % al 0,030 %, Mg: del 0,0002 % al 0,0050 %, B: del 0,0002 % al 0,0050 %, y REM: del 0,01 % al 0,10 %.