

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: **2 750 684**

51) Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/46	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01)	C22C 38/48	(2006.01)
C22C 38/40	(2006.01)	C22C 38/50	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)	C22C 38/52	(2006.01)
C21D 8/02	(2006.01)	C21D 6/00	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)		
C22C 38/04	(2006.01)		
C22C 38/06	(2006.01)		
C22C 38/42	(2006.01)		
C22C 38/44	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2015 PCT/JP2015/003340**
- 87) Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2017 WO17002148**
- 96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2015 E 15897075 (6)**
- 97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3318649**

54) Título: **Material para chapas de acero inoxidable laminadas en frío y método de fabricación para el mismo**

45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2020

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

72) Inventor/es:
**MIZUTANI, AKITO;
YOSHINO, MASATAKA;
FUJISAWA, MITSUYUKI y
KAMI, CHIKARA**

74) Agente/Representante:
MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 750 684 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 chapas de acero inoxidable laminadas en frío y método de fabricación para el mismo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un material para chapas de acero inoxidable laminadas en frío que tiene suficiente resistencia a la corrosión, excelente calidad de superficie, excelente formabilidad y excelente resistencia al estriado; y a un método para fabricarlo.

10

Técnica anterior

Los aceros inoxidables ferríticos (chapas de acero) son excelentes en cuanto a rentabilidad y resistencia a la corrosión y, por tanto, se usan en diversas aplicaciones tales como materiales de construcción, electrodomésticos y utensilios de cocina. En los últimos años, la variedad de aplicaciones de los mismos se ha expandido más. Con el fin de satisfacer estas aplicaciones, se requiere que los aceros inoxidables ferríticos no sólo tengan resistencia a la corrosión sino también excelente calidad de superficie, suficiente formabilidad (elevado alargamiento) para formarse dando una forma predeterminada y una excelente resistencia al estriado.

15

Entre los aceros inoxidables ferríticos, SUS430, que contienen del 16% al 18% en masa de Cr, tienen un equilibrio excelente entre las características mencionadas anteriormente y el precio y, por tanto, se usan en una amplia variedad como aceros de uso general.

20

En el procedimiento de fabricación de SUS430, se recuece generalmente una chapa laminada en caliente mediante recocido discontinuo (recocido en caja). El recocido discontinuo es un procedimiento para recocer una bobina laminada en caliente en un horno de caja y requiere de varios días a aproximadamente una semana incluyendo la duración desde el calentamiento hasta el enfriamiento. Por tanto, el recocido discontinuo tiene una productividad significativamente menor en comparación con el recocido continuo, que se usa ampliamente en un procedimiento para recocer una chapa de acero en la actualidad. Además, en el recocido discontinuo, aunque tiene lugar la recuperación de una estructura metalográfica, la recrystalización no se produce suficientemente; por tanto, existe el problema de que una colonia (colonia de ferrita) de fases de ferrita, que se supone que es una causa de estriado, probablemente tenga la misma orientación y la resistencia al estriado sea mala.

25

30

El motivo por el que no se usa recocido continuo para recocer una chapa laminada en caliente de SUS430 es que en el recocido continuo, es probable que un efecto de recocido sea insuficiente. Habitualmente, la chapa laminada en caliente de SUS430 se recuece a aproximadamente 800°C, que está en un intervalo de temperatura en fase única de ferrita. En el recocido discontinuo, se mantiene una temperatura de recocido durante varias horas o más y, por tanto, tiene lugar la recrystalización o el crecimiento de grano suficientemente; por tanto, puede obtenerse un efecto de recocido deseado. Sin embargo, en el recocido de manera continua, el tiempo de mantenimiento a una temperatura de recocido es corto, de unos pocos segundos a unos pocos minutos, y por tanto la destrucción de una microestructura laminada en caliente mediante recrystalización o crecimiento de grano no tiene lugar suficientemente durante el recocido a aproximadamente 800°C, que es el mismo que el recocido discontinuo. En este caso, una colonia (una colonia de ferrita) de fases de ferrita, que se supone que es una causa de estriado, probablemente tenga la misma orientación y la resistencia al estriado disminuya significativamente.

35

40

45

Con el fin de lidiar con el problema anterior, el documento de patente 1 divulga un método para fabricar una chapa de acero inoxidable ferrítico con excelente resistencia al estriado de tal manera que una chapa laminada en caliente de acero que contiene C: el 0,15% o menos y Cr: del 13% al 25% basado en masa se recuece durante 10 minutos o menos en un intervalo de temperatura de 930°C a 990°C, en el que están presentes una fase de austenita y una fase de ferrita y se enfría a una velocidad mayor que o igual a la del enfriamiento con aire para tener una microestructura de fase de ferrita que contiene una fase de martensita y la chapa laminada en caliente que tiene la microestructura se lamina en frío a una reducción de laminación del 30% o más y luego se recuece.

50

El método divulgado en el documento de patente 1 es superior en productividad al recocido discontinuo, ya que la chapa laminada en caliente se recuece en una línea de recocido continuo, y tiene la ventaja de que la resistencia al estriado puede aumentarse de tal manera que una colonia de ferrita se destruye de manera eficiente realizando laminación en frío en un estado tal que está contenida una fase de martensita dura. Sin embargo, en el método divulgado en el documento de patente 1, existe el problema de que el brillo de superficie de una chapa de acero laminada en frío obtenida de una chapa obtenida decapando la chapa laminada en caliente recocida se deteriora significativamente. Además, existe el problema de que una chapa de acero laminada en frío fabricada mediante el método divulgado en el documento de patente 1 presenta mala formabilidad.

55

60

Es decir, no se ha obtenido una chapa de acero inoxidable SUS430 laminada en frío (material de chapa de acero inoxidable laminada en frío) que tenga suficiente resistencia a la corrosión, excelente calidad de superficie, excelente formabilidad y excelente resistencia al estriado.

65

5 El documento de patente 2 (PTL 2) describe un método de producción de una chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene un alargamiento del 28% o más, un valor r de 1,20 o más y una altura de estriado de 15 μm o menos. En el método, un planchón de un acero que tiene una composición química que consiste en del 0,02 al 0,05% C, el 1,0% o menos de Si, el 1,5% o menos de Mn, del 0,02 a 0,05% de N, del 15 al 18% de Cr, del 0,10 al 0,30% de Al, y el resto Fe con impurezas inevitables se somete a laminación en caliente a una temperatura de calentamiento de 1100 a 1250°C y una temperatura de acabado de laminación de 950°C o más; enfriamiento hasta una temperatura de bobinado de 500 a 650°C a una velocidad de enfriamiento de 20 a 80°C/s para obtener una chapa de acero laminada en caliente que se compone de una estructura de fase dual de ferrita/martensita que tiene del 10 al 20% en volumen de martensita; recocido a de 850 a 980°C durante de 180 a 300 s; enfriamiento rápido a una velocidad de 15°C/s o más; laminación en frío; y recocido de acabado.

15 El documento de patente 3 (PTL 3) describe un método de producción de una chapa de acero inoxidable ferrítico que presenta excelente ductilidad, trabajabilidad y resistencia al estriado. En el método, un material en bruto de acero que contiene, en % en masa, del 0,02 al 0,12% de C, del 0,02 al 0,12% de N, del 16 al 18% de Cr, del 0,01 al 0,15% de V y el 0,03% o menos de Al se calienta y se somete a laminación en caliente en la que la temperatura de acabado de laminación se controla al intervalo de 1050 a 750°C, en el plazo de 2 segundos después de la laminación en caliente se inicia el enfriamiento, el material en bruto se enfría hasta 550°C o menos a una velocidad de enfriamiento de 10 a 150°C/s y se bobina después de eso para formar una estructura que se compone de ferrita y martensita, o se somete además a una fase de laminación preliminar en la que el mismo se somete a laminación en frío o en caliente a una razón de reducción del 2 al 15% y se somete la chapa laminada en caliente a recocido. En lugar de un enfriamiento rápido después de la laminación en caliente, también puede realizarse enfriamiento rápido después de bobinar para formar una estructura que se compone de ferrita y martensita.

25 **Lista de referencias**

Bibliografía de patentes

PTL 1: publicación de solicitud de patente japonesa examinada n.º 47-1878

30 PTL 2: JP H09 111354 A

PTL 3: JP 2001 098328 A

35 **Sumario de la invención**

Problema técnico

40 La presente invención resuelve los problemas anteriores y pretende proporcionar un material para chapas de acero inoxidable SUS430 laminadas en frío que tenga suficiente resistencia a la corrosión, excelente calidad de superficie, excelente formabilidad y excelente resistencia al estriado; y un método para fabricarlo.

45 En la presente invención, el término “suficiente resistencia a la corrosión” significa que en el caso en el que una chapa de acero de la cual se acaba por pulido una superficie con papel de esmeril n.º 600 y de la cual se sella luego una parte de superficie de extremo se somete a una prueba cíclica de pulverización de sal (una prueba en la que se realizan (pulverización de sal (35°C, 5% en masa de NaCl, pulverización durante 2 h), secado (60°C, una humedad relativa del 40%, 4 h) y luego humectación (50°C, una humedad relativa del 95% o más, 2 h) en un ciclo) especificada en la norma JIS H 8502 para ocho ciclos, la fracción de área de corrosión (= área de corrosión / área total de la chapa de acero x 100 [%]) de la superficie de chapa de acero es del 25% o menos.

50 El término “excelente calidad de superficie” significa que la rugosidad promedio aritmética Ra medida perpendicularmente a una dirección de laminación según la norma JIS B 0601-2001 es de 0,03 μm o menos.

55 El término “excelente formabilidad” significa que una muestra JIS 13B tomada en una dirección perpendicular a una dirección de laminación tiene un alargamiento después de la fractura (EI) del 28% o más tal como se mide mediante una prueba de tracción según la norma JIS Z 2241.

60 Además, el término “buena resistencia al estriado” significa que en el caso en el que una única superficie de una muestra de tracción JIS n.º 5 tomada según la norma JIS Z 2201 se pula con papel de esmeril n.º 600, se aplica a la misma una tracción previa del 20% mediante estiramiento uniaxial, y se mide el centro de una parte paralela de la muestra de tracción para determinar la ondulación según la norma JIS B 0601-2001, la ondulación grande (altura de estriado) es de 2,5 μm o menos.

Solución al problema

65 Como resultado de realizar investigaciones para resolver los problemas, los inventores han logrado los hallazgos a continuación. En primer lugar, los inventores han investigado factores que provocan la reducción en brillo de la

superficie de una chapa de acero obtenida decapando y luego laminando en frío una chapa laminada en caliente recocida que contiene una fase de martensita. Como resultado, los inventores han encontrado que la disolución selectiva de límites de grano se produce sobre superficies de la chapa de acero durante el decapado y esto reduce el brillo de superficie de una chapa de acero laminada en frío.

La figura 1 es una ilustración que muestra una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) de una superficie de una chapa de acero fabricada en las condiciones a continuación. Un acero que contiene C: 0,015%, Si: 0,15%, Mn: 0,80%, P: 0,030%, S: 0,004%, Cr: 16,2%, Ni: 0,11%, Al: 0,003% y N: 0,014% basado en masa, siendo el resto Fe e impurezas inevitables, se laminó en caliente y una chapa laminada en caliente se recoció manteniéndola a 900°C durante 1 minuto (60 segundos) y luego se enfrió a una velocidad de 30°C/s, mediante lo cual se obtuvo una chapa laminada en caliente recocida (n.º 27 en la tabla 2 para los ejemplos a continuación). La chapa laminada en caliente recocida obtenida se limpió con chorro de granalla y se descascarilló de tal manera que la chapa laminada en caliente recocida se sumergió en una disolución del 20% en masa de ácido sulfúrico a una temperatura de 80°C durante 60 segundos y luego se sumergió en una disolución de mezcla de ácidos que se compone del 15% en masa de ácido nítrico y el 3% en masa de ácido fluorhídrico a una temperatura de 55°C durante 30 segundos, mediante lo cual se obtuvo una chapa de acero decapada. La chapa de acero decapada obtenida se observó en superficie usando una imagen electrónica electrodispersada a un voltaje de aceleración de 15 kV usando un SEM.

En la figura 1, (a) muestra un límite de grano en el que se produjo disolución selectiva y (b) muestra un límite de grano en el que no se produjo disolución selectiva. En referencia a la figura 1, entre límites de grano de cristal presentes en esta figura, los límites de grano que tienen contraste negro y grueso se disuelven selectivamente. La disolución selectiva disuelve con una anchura de 0,1 μm o más y permanece en una parte de la superficie de una chapa de acero laminada en frío en forma de defectos. Además, la disolución selectiva provoca la exfoliación de la parte de la superficie durante o después de la laminación. Los defectos y la exfoliación de la superficie reducen el brillo de la chapa de acero laminada en frío.

Los inventores han investigado métodos para evitar el fenómeno anterior basándose en los resultados anteriores. Como resultado, los inventores han encontrado que la disolución selectiva de límites de grano en la fase de ferrita después del decapado puede evitarse, de tal manera que diversos componentes (particularmente C y N) se controlan de manera apropiada y las condiciones de fabricación se controlan de manera apropiada de modo que la fracción de volumen de una fase de martensita en una chapa laminada en caliente recocida es del 5% o más.

Posteriormente, los inventores han investigado métodos para aumentar la ductilidad. Como resultado, los inventores han encontrado que la ductilidad se aumenta de tal manera que diversos componentes (particularmente C y N) se controlan apropiadamente y la fracción de volumen de una fase de martensita presente en una chapa laminada en caliente después del recocido se ajusta hasta el 20% o menos.

La presente invención se ha realizado basándose en los hallazgos anteriores y es tal como se resume a continuación.

[1] Un material para chapas de acero inoxidable laminadas en frío contiene C: del 0,005% al 0,025%, Si: del 0,02% al 0,50%, Mn: del 0,55% al 1,0%, P: el 0,040% o menos, S: el 0,01% o menos, Cr: del 15,5% al 18,0%, Ni: del 0,01% al 1,0%, Al: del 0,001% al 0,07% y N: del 0,005% al 0,025%, opcionalmente uno o más seleccionados de Cu: del 0,1% al 1,0%, Mo: del 0,1% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5%, opcionalmente uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,10%, Ti: del 0,001% al 0,05%, Nb: del 0,001% al 0,05%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10%, basado en masa, siendo el resto Fe e impurezas inevitables, y tiene una estructura metalográfica que comprende del 5% al 20% de una fase de martensita en cuanto a fracción de volumen, siendo el resto una fase de ferrita. Además, en el material, la proporción de límites de grano en la fase de ferrita selectivamente disueltos entre límites de grano en la fase de ferrita expuestos sobre una superficie de la chapa de acero es del 20% o menos de la longitud total de límites de grano, siendo el límite de grano en la fase de ferrita selectivamente disuelto un límite de grano en la fase de ferrita, disuelto por decapado, que tiene un límite de grano en la fase de ferrita disuelto con una anchura de 0,1 μm o más.

[2] El material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío especificado en el punto [1] contiene uno o más seleccionados de Cu: del 0,1% al 1,0%, Mo: del 0,1% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5% basado en masa.

[3] El material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío especificado en el punto [1] ó [2] contiene uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,10%, Ti: del 0,001% al 0,05%, Nb: del 0,001% al 0,05%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10% basado en masa.

[4] Un método para fabricar el material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío especificado en uno cualquiera de los puntos [1] a [3] incluye laminar en caliente un planchón de acero, recocer una chapa laminada en caliente de tal manera que la chapa laminada en caliente se mantiene en un intervalo de temperatura desde 920°C hasta 1.100°C durante de 5 segundos a 15 minutos, enfriar la chapa laminada en caliente en un intervalo de temperatura desde 1.100°C hasta 500°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/s o más y decapar la chapa laminada en caliente. Por otra parte, en la presente memoria descriptiva, la unidad “%” que expresa cada

componente de acero se refiere a porcentaje en masa. En la presente invención, el término "límite de grano en la fase de ferrita disuelto selectivamente" se refiere a un límite de grano en la fase de ferrita, disuelto por decapado, que tiene un límite de grano en la fase de ferrita disuelto con una anchura de 0,1 μm o más.

5 Efectos ventajosos de la invención

Usar un material para chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la presente invención permite que se obtenga una chapa de acero inoxidable ferrítico laminada en frío que tiene suficiente resistencia a la corrosión, excelente textura de superficie, excelente formabilidad y excelente resistencia al estriado, y es particularmente ventajoso a nivel industrial.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una ilustración que muestra una imagen de microscopio electrónico de barrido de una superficie de una chapa de acero.

Descripción de las realizaciones

La presente invención se describe a continuación en detalle.

Un material para chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la presente invención contiene C: del 0,005% al 0,025%, Si: del 0,02% al 0,50%, Mn: del 0,50% al 1,0%, P: el 0,040% o menos, S: el 0,01% o menos, Cr: del 15,5% al 18,0%, Ni: del 0,01% al 0,50%, Al: del 0,001% al 0,10% y N: del 0,005% al 0,025% basado en masa, siendo el resto Fe e impurezas inevitables, y tiene una estructura metalográfica que contiene del 5% al 20% de una fase de martensita en cuanto a fracción de volumen, siendo el resto una fase de ferrita. La proporción de límites de grano en la fase de ferrita selectivamente disueltos entre límites de grano en la fase de ferrita expuestos sobre una superficie de una chapa de acero es del 20% o menos de la longitud total de límites de grano en el material.

El material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la presente invención puede fabricarse de tal manera que se realiza la laminación en caliente, y una chapa laminada en caliente se recuece manteniendo la chapa laminada en caliente en un intervalo de temperatura desde 920°C hasta 1.100°C durante de 5 segundos a 15 minutos, se enfría en un intervalo de temperatura desde 1.100°C hasta 500°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/s o más, y luego se decapa.

Una chapa de acero inoxidable laminada en frío que tiene suficiente resistencia a la corrosión, excelente textura de superficie, excelente formabilidad y excelente resistencia al estriado puede obtenerse de tal manera que el material usado para la laminación en frío de acero inoxidable según la presente invención se lamina preferiblemente en frío a una reducción de laminación del 50% o más y se recuece una chapa laminada en frío manteniendo la chapa laminada en frío en un intervalo de temperatura desde 800°C hasta 950°C durante de 5 segundos a 15 minutos.

En primer lugar, se describe el contenido técnico de la presente invención en detalle.

Los inventores han investigado el motivo por el que la disolución selectiva de límites de grano en la fase de ferrita se produce cuando se decapa una chapa laminada en caliente recocida que contiene una fase de martensita. Como resultado, los inventores han encontrado que la reducción local de la concentración de Cr (el empobrecimiento local de Cr) que se produce en los límites de grano en la fase de ferrita después del recocido de una chapa laminada en caliente es una causa de disolución selectiva. Con el fin de formar la fase de martensita después del recocido de la chapa laminada en caliente, la chapa laminada en caliente ha de recocerse a una alta temperatura de aproximadamente 880°C o más, que se corresponde con un intervalo de temperatura de dos fases de una fase de ferrita y una fase de austenita. En este intervalo de temperatura, casi todo el C y N forman disoluciones sólidas en el acero. C y N, una vez formadas las disoluciones sólidas, precipitan principalmente en los límites de grano en la fase de ferrita en forma de carbonitruros de Cr durante el enfriamiento después del recocido; por tanto, la concentración de Cr cercana a los límites de grano disminuye en algunos casos. El empobrecimiento de Cr ha sido una causa de la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita que se produce durante el decapado. Puesto que la disolución selectiva alcanza una profundidad de 5 μm o más desde una capa superficial de una chapa de acero, la disolución selectiva no sólo permanece en una parte de la superficie en forma de defectos incluso si se realiza laminación en frío, sino que también provoca la exfoliación de la parte de la superficie durante o después de la laminación. La luz incidente sobre una superficie de la chapa de acero se refleja de manera difusa por los defectos y la exfoliación de superficie, mediante lo cual se reduce el brillo de una chapa de acero laminada en frío.

Como resultado de las investigaciones, los inventores han encontrado que, en el caso en el que entre los límites de grano de cristal (límites de grano en la fase de ferrita) expuestos sobre una superficie de una chapa de acero, más del 20% de la longitud total de los límites de grano se disuelve selectivamente, se deteriora la calidad de superficie de una chapa de acero laminada en frío. Sin embargo, cuando los límites de grano disueltos selectivamente son el 20% o menos de la longitud total, la distancia entre defectos es relativamente grande. Por tanto, la exfoliación de una parte de la superficie es poco probable que se produzca durante o después de la laminación y se reduce la

reflexión difusa por los defectos; por tanto, no se produce ninguna disminución significativa en el brillo. Por tanto, con el fin de lograr una buena calidad de superficie, la longitud de los límites de grano disueltos selectivamente ha de ser del 20% o menos de la longitud total de los límites de grano. Con el fin de obtener una chapa de acero laminada en frío con más excelente calidad de superficie, la longitud de los límites de grano disueltos selectivamente es preferiblemente del 10% o menos y más preferiblemente del 5% o menos.

A partir de lo anterior, para la disolución selectiva de límites de grano sobre una superficie de una chapa de acero, en el material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la presente invención, la proporción de límites de grano en la fase de ferrita selectivamente disueltos entre límites de grano en la fase de ferrita expuestos sobre la superficie de chapa de acero se establece al 20% o menos de la longitud total de los límites de grano. Por otra parte, la proporción de los límites de grano en la fase de ferrita selectivamente disueltos puede medirse y determinarse mediante un método descrito en un ejemplo a continuación.

A continuación, los inventores han investigado métodos para suprimir la disolución selectiva de límites de grano en la fase de ferrita. Con el fin de suprimir la disminución en la concentración de Cr en los límites de grano en la fase de ferrita, necesita reducirse la precipitación de carbonitruros de Cr en los límites de grano en la fase de ferrita después del recocido de una chapa laminada en caliente. Para esto, la reducción en la concentración de C y la concentración de N de la fase de ferrita es eficaz. Sin embargo, incluso si el contenido de cada uno de C y N en el acero simplemente se reduce, la precipitación de los carbonitruros de Cr en los límites de grano en la fase de ferrita no se ha reducido cuando el contenido de C y el contenido de N son los límites inferiores con refinado industrialmente disponible. Además, el siguiente método se conoce como un método para suprimir la precipitación de los carbonitruros de Cr: un método para fijar C y N en el acero como precipitados añadiendo un elemento estabilizador tal como Ti o Nb. Sin embargo, elementos tales como Ti y Nb suprimen la generación de una fase de austenita durante el recocido de una chapa laminada en caliente. Por tanto, el efecto de mejorar la resistencia al estriado produciendo la fase de martensita que es una de las características de la presente invención no se obtiene y se producen aumentos en los costes de fabricación debido al uso de un material costoso.

Por tanto, los inventores han diseñado el uso de la fase de austenita, que tiene mayores límites de solubilidad sólida de C y N que la fase de ferrita, como técnica nueva para evitar la disolución selectiva. En el recocido de una chapa laminada en caliente, se produce la fase de austenita y se forman C y N en el acero dando disoluciones sólidas en la fase de austenita en grandes cantidades. Aunque la fase de austenita, que se produce en el recocido de la chapa laminada en caliente, se transforma en la fase de martensita mediante enfriamiento, C y N permanecen fijados en la fase de martensita. Como resultado, se reduce la concentración de cada uno de C y N en la fase de ferrita. Como resultado de las investigaciones, los inventores han encontrado que controlar los componentes de acero y la fracción de la fase de martensita en la chapa laminada en caliente recocida en un equilibrio apropiado reduce las cantidades de C y N en la fase de ferrita durante el recocido de la chapa laminada en caliente, suprime la precipitación de los carbonitruros de Cr en los límites de grano en la fase de ferrita que se produce durante el enfriamiento después del recocido de la chapa laminada en caliente, y reduce la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita durante el decapado.

Con el fin de evitar la precipitación de los carbonitruros de Cr en los límites de grano mediante el método anterior, el equilibrio entre el contenido de C, el contenido de N y la cantidad de martensita (la cantidad de austenita a alta temperatura) es importante. En primer lugar, se describen el contenido de C preferible y el contenido de N preferible. Cuando uno o ambos del contenido de C y el contenido de N son más del 0,025%, grandes cantidades de C y N permanecen en la fase de ferrita incluso si C y N se forman dando disoluciones sólidas en la fase de austenita en grandes cantidades mediante un método según la presente invención; por tanto, la precipitación de los carbonitruros de Cr no puede suprimirse. Por otro lado, C y N tienen el efecto de promover la generación de la fase de austenita. Por tanto, si uno o ambos del contenido de C y el contenido de N se reducen a menos del 0,005%, entonces la fase de martensita apenas se genera y la concentración de cada uno de C y N en la fase de ferrita se aumenta; por tanto, la precipitación de los carbonitruros de Cr no puede suprimirse. Por tanto, el contenido de C y el contenido de N necesitan oscilar desde el 0,005% hasta el 0,025% respectivamente.

A continuación, se describe la cantidad preferible de martensita. Como resultado de realizar diversas investigaciones, los inventores han encontrado que en el caso en el que el contenido de C y el contenido de N se controlen dentro del intervalo del 0,005% al 0,025%, el contenido de martensita que es necesario para suprimir la precipitación de los carbonitruros de Cr es del 5% o más. Cuando el contenido de martensita es de menos del 5%, las cantidades de C y N que forman disoluciones sólidas en la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en caliente son insuficientes. Por tanto, grandes cantidades de C y N permanecen en la fase de ferrita y no puede evitarse la precipitación de los carbonitruros de Cr durante el enfriamiento después del recocido de la chapa laminada en caliente. Por otro lado, ha resultado evidente que la producción excesiva de la fase de martensita deteriora la formabilidad de una chapa laminada en frío. Cuando el contenido de martensita es de más del 20%, precipitan grandes cantidades de carbonitruros en una parte de la fase de ferrita producida por la descomposición de la fase de martensita para inhibir el crecimiento de grano incluso si se realizan laminación en frío y recocido en un intervalo de temperatura de única fase de ferrita; por tanto, no puede obtenerse un excelente alargamiento. Además, la chapa laminada en caliente recocida se endurece para aumentar la carga de laminación, reduciendo de ese modo la eficiencia de fabricación. Por tanto, la fracción de volumen de la fase de martensita se establece a del 5% al 20%

y preferiblemente oscila desde el 5% hasta el 15%. La fracción de volumen de la fase de martensita depende de los componentes (particularmente, C, N, Si, Mn, Cr, Ni y Cu) y de la temperatura de recocido de la chapa laminada en caliente. Por tanto, con el fin de obtener la fase de martensita con una fracción de volumen deseada, los componentes y la temperatura de recocido de la chapa laminada en caliente se controlan tal como se describe a continuación. Por otro lado, la fracción de volumen de la fase de martensita puede medirse mediante un método descrito en un ejemplo a continuación.

Tal como se describió anteriormente, controlando los componentes de acero (particularmente, C y N) y la fracción de volumen de la fase de martensita en un equilibrio apropiado permite que una chapa de acero SUS430 que tiene excelente calidad de superficie, formabilidad y resistencia al estriado se fabrique mediante un procedimiento de recocido continuo con excelente productividad.

A continuación, se describe la composición del material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la presente invención. A continuación en el presente documento, la unidad “%” se refiere a porcentaje en masa a menos que se especifique lo contrario.

C: del 0,005% al 0,025%

El C tiene el efecto de promover la generación de la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en caliente para suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita durante el decapado. Por tanto, el contenido de C se establece al 0,005% o más. Sin embargo, cuando el contenido de C es más del 0,025%, precipitan carburos de Cr y la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita no puede evitarse incluso mediante un método según la presente invención. Por tanto, el contenido de C oscila desde el 0,005% hasta el 0,025%. El límite inferior del mismo es preferiblemente del 0,008% y más preferiblemente del 0,010%. El límite superior del mismo es preferiblemente del 0,020% y más preferiblemente del 0,015%.

Si: del 0,02% al 0,50%

El Si es un elemento que actúa como agente desoxidante durante la producción de acero. Con el fin de obtener este efecto, el contenido de Si necesita ser del 0,02% o más. Sin embargo, el Si suprime la generación de la fase de austenita. Por tanto, cuando el contenido del mismo es de más del 0,50%, la generación de la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en caliente es insuficiente y no se obtiene el efecto de suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita mediante la presente invención. Por tanto, el contenido de Si oscila desde el 0,02% hasta el 0,50%. El contenido de Si preferiblemente oscila desde el 0,10% hasta el 0,35% y más preferiblemente del 0,10% al 0,30%.

Mn: del 0,55% al 1,0%

El Mn tiene el efecto de promover la generación de la fase de austenita para suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita durante el decapado. Con el fin de obtener este efecto, el contenido de Mn necesita ser del 0,55% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Mn es de más del 1,0%, la fase de austenita se produce excesivamente durante el recocido de la chapa laminada en caliente y se endurece una chapa laminada en frío recocida para reducir la formabilidad. Además, la producción de MnS aumenta para reducir la resistencia a la corrosión. Por tanto, el contenido de Mn oscila desde el 0,55% hasta el 1,0%. El contenido de Mn oscila desde el 0,60% hasta el 0,90% y más preferiblemente del 0,75% al 0,85%.

P: el 0,040% o menos

El P es un elemento que promueve la fractura intergranular mediante segregación intergranular y, por tanto, es preferiblemente bajo. El límite superior se establece al 0,040%. El límite superior es preferiblemente del 0,030% o menos.

S: el 0,01% o menos

El S es un elemento que está presente en forma de inclusiones de sulfuro tales como MnS y que reduce la ductilidad, la resistencia a la corrosión, y similares. En particular, cuando el contenido del mismo es de más del 0,01%, tales influencias negativas se producen significativamente. Por tanto, el contenido de S es preferiblemente tan bajo como sea posible. En la presente invención, el límite superior del contenido de S se establece al 0,01%. El límite superior es preferiblemente del 0,007% o menos y más preferiblemente del 0,005% o menos.

Cr: del 15,5% al 18,0%

El Cr es un elemento que tiene el efecto de aumentar la resistencia a la corrosión formando una película de pasivado sobre una superficie de una chapa de acero. Con el fin de obtener este efecto, el contenido de Cr necesita ser del 15,5% o más. Sin embargo, el Cr suprime la generación de la fase de austenita. Por tanto, cuando el contenido del mismo es de más del 18,0%, la generación de la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en

ES 2 750 684 T3

caliente es insuficiente y no se obtiene el efecto de suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita mediante la presente invención. Por tanto, el contenido de Cr oscila desde el 15,5% hasta el 18,0%. El contenido de Cr preferiblemente oscila desde el 16,0% hasta el 18,0% y más preferiblemente del 16,0% al 17,0%.

5 Ni: del 0,01% al 1,0%,

El Ni es un elemento que aumenta la resistencia a la corrosión y tiene el efecto de promover la generación de la fase de austenita y el efecto de expandir un intervalo de temperatura de dos fases en el que aparecen la fase de ferrita y la fase de austenita. Estos efectos se vuelven marcados cuando el contenido de Ni es del 0,01% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Ni es de más del 1,0%, la trabajabilidad se deteriora, lo que no es preferible. Por tanto, cuando está contenido Ni, el contenido del mismo se establece a del 0,01% al 1,0%. El contenido del mismo preferiblemente oscila desde el 0,05% hasta el 0,60% y más preferiblemente del 0,10% al 0,30%.

15 Al: del 0,001% al 0,07%

El Al, así como el Si, es un elemento que actúa como agente desoxidante. Con el fin de obtener este efecto, el contenido de Al necesita ser del 0,001% o más. Sin embargo, el Al suprime la generación de la fase de austenita. Por tanto, cuando el contenido del mismo es de más del 0,10%, la generación de la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en caliente es insuficiente y no se obtiene el efecto de suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita mediante la presente invención. Además, las inclusiones de Al tales como Al_2O_3 aumentan y la calidad de superficie es probable que se deteriore. Por tanto, el contenido de Al oscila desde el 0,001% hasta el 0,07%, preferiblemente del 0,001% al 0,05%, y más preferiblemente del 0,001% al 0,03%.

25 N: del 0,005% al 0,025%

El N tiene el efecto de promover la generación de la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en caliente y el efecto de suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita durante el decapado. Por tanto, el contenido del mismo se establece al 0,005% o más. Sin embargo, cuando el contenido de N es de más del 0,025%, los nitruros de Cr precipitan y no puede evitarse la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita mediante un método según la presente invención. Por tanto, el contenido de N se establece al 0,025% o menos. Por tanto, el contenido de N oscila desde el 0,005% hasta el 0,025%. El límite inferior es preferiblemente del 0,008% y más preferiblemente del 0,010%. El límite superior es preferiblemente del 0,020% y más preferiblemente del 0,015%.

35 Los restos son Fe y las impurezas inevitables.

Aunque los efectos de la presente invención se obtienen mediante los componentes anteriores, los elementos a continuación pueden estar contenidos adicionalmente con el fin de mejorar la productividad o las propiedades del material.

40 Uno o más seleccionados de Cu: del 0,1% al 1,0%, Mo: del 0,1% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5%

Cu: del 0,1% al 1,0%

45 El Cu es un elemento que aumenta la resistencia a la corrosión. En particular, en el caso en el que se requiera alta resistencia a la corrosión, es eficaz que contenga Cu. El Cu tiene el efecto de promover la generación de la fase de austenita y el efecto de expandir un intervalo de temperatura de dos fases en el que la fase de ferrita y la fase de austenita aparecen durante el recocido de la chapa laminada en caliente. Estos efectos se vuelven marcados cuando el contenido de Cu es del 0,1% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Cu es de más del 1,0%, la trabajabilidad se deteriora, lo que no es preferible. Por tanto, cuando está contenido Cu, el contenido del mismo se establece a del 0,1% al 1,0%. El contenido del mismo preferiblemente oscila desde el 0,2% hasta el 0,8% y más preferiblemente del 0,3% al 0,5%.

55 Mo: del 0,1% al 0,5%

El Mo es un elemento que aumenta la resistencia a la corrosión. En particular, en el caso en el que se requiera alta resistencia a la corrosión, es eficaz que contenga Mo. Este efecto se vuelve marcado cuando el contenido de Mo es del 0,1% o más. Sin embargo, el Mo suprime la generación de la fase de austenita. Por tanto, cuando el contenido del mismo es de más del 0,5%, la generación de la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en caliente es insuficiente y no se obtiene el efecto de suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita mediante la presente invención. Por tanto, cuando está contenido Mo, el contenido del mismo se establece a del 0,1% al 0,5%. El contenido del mismo preferiblemente oscila desde el 0,1% hasta el 0,3%.

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

El Co es un elemento que aumenta la tenacidad. Este efecto se obtiene cuando el contenido de Co es del 0,01% o

ES 2 750 684 T3

más. Sin embargo, un contenido de Co de más del 0,5% deteriora la productividad. Por tanto, cuando está contenido Co, el contenido del mismo oscila desde el 0,01% hasta el 0,5%.

Uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,10%, Ti: del 0,001% al 0,05%, Nb: del 0,001% al 0,05%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10%

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

El V reduce las cantidades de C y N solutos combinándose con C y N en el acero. Esto potencia la trabajabilidad. Además, el V controla el comportamiento del precipitado de carbonitruros en la chapa laminada en caliente para suprimir la aparición de defectos superficiales debida a la laminación en caliente o el recocido, mejorando de ese modo la calidad de superficie. Con el fin de obtener estos efectos, el contenido de V necesita ser del 0,01% o más. Sin embargo, el V suprime la generación de la fase de austenita. Por tanto, cuando el contenido del mismo es de más del 0,10%, la generación de la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en caliente es insuficiente y no se obtiene el efecto de suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita mediante la presente invención. Por tanto, cuando está contenido V, el contenido del mismo oscila desde el 0,01% hasta el 0,10%. El contenido del mismo preferiblemente oscila desde el 0,02% hasta el 0,08%.

Ti: del 0,001% al 0,05%, Nb: del 0,001% al 0,05%

El Ti y el Nb, así como el V, son elementos que tienen alta afinidad con C y N; precipitan durante la laminación en caliente en forma de carburos o nitruros; reducen las cantidades de C y N solutos en una matriz; y mejoran la trabajabilidad. Con el fin de obtener estos efectos, ha de estar contenido el 0,001% o más de Ti o el 0,001% o más de Nb. Sin embargo, el Ti y el Nb suprimen la generación de la fase de austenita. Por tanto, cuando el contenido de cada uno de Ti y Nb es de más del 0,05%, la generación de la fase de austenita durante el recocido de la chapa laminada en caliente es insuficiente y no se obtiene el efecto de suprimir la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita mediante la presente invención. Además, no puede obtenerse buena calidad de superficie debido a la precipitación excesiva de TiN o NbC. Por tanto, cuando está contenido Ti, el contenido del mismo oscila desde el 0,001% hasta el 0,05%. Cuando está contenido Nb, el contenido del mismo oscila desde el 0,001% hasta el 0,05%. El contenido de Ti preferiblemente oscila desde el 0,003% hasta el 0,03% y más preferiblemente del 0,005% al 0,015%. El contenido de Nb preferiblemente oscila desde el 0,003% hasta el 0,03% y más preferiblemente del 0,005% al 0,015%.

Ca: del 0,0002% al 0,0020%

El Ca es un componente eficaz en la prevención del taponamiento de una boquilla debido a la precipitación de inclusiones de Ti, siendo probable que el taponamiento se produzca durante colada continua. Con el fin de obtener este efecto, el contenido de Ca necesita ser del 0,0002% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Ca es de más del 0,0020%, se produce CaS para reducir la resistencia a la corrosión. Por tanto, cuando está contenido Ca, el contenido del mismo oscila desde el 0,0002% hasta el 0,0020%. El contenido del mismo preferiblemente oscila desde el 0,0005% hasta el 0,0015% y más preferiblemente del 0,0005% al 0,0010%.

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

El Mg es un elemento que tiene el efecto de mejorar la trabajabilidad en caliente. Con el fin de obtener este efecto, el contenido de Mg necesita ser del 0,0002% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Mg es de más del 0,0050%, la calidad de superficie se deteriora. Por tanto, cuando está contenido Mg, el contenido del mismo oscila desde el 0,0002% hasta el 0,0050%. El contenido del mismo preferiblemente oscila desde el 0,0005% hasta el 0,0035% y más preferiblemente del 0,0005% al 0,0020%.

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

El B es un elemento eficaz en la prevención de la fragilidad de trabajo secundaria a baja temperatura. Con el fin de obtener este efecto, el contenido de B necesita ser del 0,0002% o más. Sin embargo, cuando el contenido de B es de más del 0,0050%, la trabajabilidad en caliente se deteriora. Por tanto, cuando está contenido B, el contenido del mismo oscila desde el 0,0002% hasta el 0,0050%. El contenido del mismo preferiblemente oscila desde el 0,0005% hasta el 0,0035% y más preferiblemente del 0,0005% al 0,0020%.

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

Los REM (metales de tierras raras) son elementos que mejoran la resistencia a la oxidación y particularmente tienen el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión de la soldadura suprimiendo la formación de una capa de óxido sobre una soldadura. Con el fin de obtener este efecto, el contenido de REM necesita ser del 0,01% o más. Sin embargo, el contener más del 0,10% de REM deteriora la productividad, tal como la capacidad de decapado, durante la laminación en frío y el recocido. Puesto que los REM son unos elementos costosos, el contener los REM en exceso provoca aumentos en los costes de fabricación y, por tanto, no es preferible. Por tanto, cuando están

contenidos los REM, el contenido de los mismos oscila desde el 0,01% hasta el 0,10%.

A continuación, se describe un método para fabricar el material usado para laminación en frío de acero inoxidable según la presente invención.

5 El material usado para laminación en frío de acero inoxidable según la presente invención se obtiene de tal manera que se lamina en caliente un planchón de acero que tiene la composición anterior y se recuece una chapa laminada en caliente en el intervalo de temperatura desde 920°C hasta 1.100°C durante de 5 segundos a 15 minutos, se enfría en el intervalo de temperatura desde 1.100°C hasta 500°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/s o más, y luego se decapa.

15 Se produce acero fundido que tiene la composición anterior mediante un procedimiento conocido tal como un convertidor, un horno eléctrico o un horno de fusión a vacío, y se forma dando un material de acero (planchón) mediante un procedimiento de colada continua o un procedimiento de desbaste-colada de lingotes. El planchón se calienta a de 1.100°C a 1.250°C durante de 1 hora a 24 horas y luego se lamina en caliente dando la chapa laminada en caliente. Alternativamente, el planchón en bruto de colada se lamina en caliente directamente dando la chapa laminada en caliente sin calentamiento.

20 A continuación, la chapa laminada en caliente se recuece a de 920°C a 1.100°C, lo que se corresponde con un intervalo de temperatura de dos fases de la fase de ferrita y la fase de austenita, durante de 5 segundos a 15 minutos.

Recocido de la chapa laminada en caliente a de 920°C a 1.100°C durante de 5 segundos a 15 minutos

25 El recocido de la chapa laminada en caliente es una etapa importante para obtener una estructura metalográfica de la presente invención. Cuando la temperatura de recocido de la chapa laminada en caliente es menor de 920°C, no se produce suficiente recristalización y la estructura metalográfica está en un intervalo de fase única de ferrita de modo que no se obtiene un efecto de la presente invención que se induce por recocido de intervalo de dos fases. Sin embargo, cuando la temperatura de recocido del mismo es mayor de 1.100°C, la generación de la fase de austenita disminuye y, por tanto, no se obtiene un efecto de la presente invención. Cuando el tiempo de recocido es de menos de 5 segundos, no se obtiene formabilidad predeterminada debido a la producción de la fase de austenita y la recristalización de la fase de ferrita no se produce suficientemente incluso si se realiza el recocido a una temperatura predeterminada. Sin embargo, un tiempo de recocido de más de 15 minutos provoca el deterioro de la productividad y no es preferible. Por tanto, la chapa laminada en caliente se recuece a de 920°C a 1.100°C dentro del intervalo de 35 5 segundos a 15 minutos. El intervalo de temperatura es preferiblemente de 940°C a 1.100°C y más preferiblemente de 960°C a 1.100°C.

A continuación, se realiza el enfriamiento en el intervalo de temperatura desde 1.100°C hasta 500°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/s o más.

40 Enfriamiento en intervalo de temperatura desde 1.100°C hasta 500°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/s o más

45 Con el fin de evitar la disolución selectiva de los límites de grano en la fase de ferrita, necesita suprimirse la precipitación de los carbonitruros de Cr en los límites de grano en la fase de ferrita durante el enfriamiento después del recocido de la chapa laminada en caliente. Por tanto, es preferible que se aumente la velocidad de enfriamiento en el intervalo de temperatura de precipitación de carbonitruros y se enfríe la chapa laminada en caliente hasta una temperatura menor que el intervalo de temperatura de precipitación antes de que se produzca suficientemente la precipitación de los carbonitruros de Cr. Con el fin de obtener este efecto, la chapa laminada en caliente se enfría en el intervalo de temperatura desde 1.100°C hasta 500°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/s o más. La velocidad de enfriamiento es preferiblemente de 15°C/s o más y más preferiblemente de 20°C/s o más. En la presente invención, el término "velocidad de enfriamiento" se refiere a la velocidad de enfriamiento promedio en el intervalo de temperatura desde 1.100°C hasta 500°C.

55 Después de eso, se realiza la limpieza con chorro de granalla según se requiere y luego se realiza el decapado con el fin de descascarillar. En el caso de realizar decapado, puede usarse el siguiente método: por ejemplo, un método en el que después de que se realiza la inmersión en una disolución del 10% al 30% en masa de ácido sulfúrico a una temperatura de 50°C a 100°C durante 15 segundos o más, se realiza la inmersión en una disolución de mezcla de ácidos que se compone del 10% al 30% en masa de ácido nítrico y del 1% al 10% en masa de ácido fluorhídrico a una temperatura de 30°C a 80°C durante 10 segundos o más. Por otro lado, el descascarillado puede realizarse mediante rectificado plano.

60 Tal como se describió anteriormente, se obtiene el material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la presente invención.

65 A continuación, se describen las condiciones preferibles para fabricar una chapa de acero inoxidable laminada en

frío usando el material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la presente invención.

- 5 Por ejemplo, el material, obtenido tal como se describió anteriormente, para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío se lamina en frío a una reducción de laminación del 50% o más y una chapa laminada en frío se recuece de tal manera que la chapa laminada en frío se mantiene en el intervalo de temperatura desde 800°C hasta 950°C durante de 5 segundos a 15 minutos, mediante lo cual se fabrica una chapa de acero inoxidable ferrítico laminada en frío. La chapa de acero inoxidable ferrítico laminada en frío se decapa o se pule la superficie según se requiera, mediante lo cual se obtiene un producto.
- 10 Desde los puntos de visión de formabilidad y corrección de forma mediante laminación en frío, se realiza preferiblemente laminación en frío a una reducción de laminación del 50% o más. En la presente invención, la laminación en frío y el recocido pueden repetirse dos o más veces y puede fabricarse una lámina de acero inoxidable con un grosor de 200 μm o menos mediante laminación en frío.
- 15 En el recocido de la chapa laminada en frío, la chapa laminada en frío se mantiene en el intervalo de temperatura de desde 800°C hasta 950°C durante de 5 segundos a 15 minutos. Con el fin de obtener buena formabilidad, la chapa laminada en frío se mantiene preferiblemente a de 800°C a 950°C. Con el fin de obtener un brillo mejor, puede realizarse recocido BA (recocido blanco).
- 20 Con el fin de mejorar adicionalmente la calidad de superficie después de la laminación en frío y trabajo, puede realizarse rectificado, pulido, o similar.

Ejemplo 1

- 25 La presente invención se describe a continuación en detalle con referencia a los ejemplos. Se produjeron aceros inoxidables que tenían cada uno una composición mostrada en la tabla 1 en un horno de fusión a vacío compacto de 50 kg. Después de que se calentaran lingotes de los aceros a 1.150°C durante 1 h, se laminaron en caliente los lingotes de acero dando chapas laminadas en caliente con un grosor de 4 mm. A continuación, después de que se recocieran las chapas laminadas en caliente y se enfriaran en las condiciones mostradas en la tabla 2, las superficies de las mismas se limpiaron con chorro de granalla y se decaparon, mediante lo cual se obtuvieron chapas laminadas en caliente recocidas (materiales para chapas de acero inoxidable laminadas en frío). Por otro lado, se realizó el decapado de tal manera que después de que las chapas laminadas en caliente se sumergieran en una disolución del 20% en masa de ácido sulfúrico a una temperatura de 80°C durante 60 segundos, las chapas laminadas en caliente se sumergieron en una disolución de mezcla de ácidos que se componía del 15% en masa de ácido nítrico y el 3% en masa de ácido fluorhídrico a una temperatura de 55°C durante 30 segundos.

Se tomaron muestras de las chapas laminadas en caliente recocidas (materiales para chapas de acero inoxidable laminadas en frío) obtenidas tal como se describió anteriormente y se evaluaron tal como se describe a continuación.

- 40 (1) Disolución selectiva de límites de grano en la fase de ferrita

- Se observó la superficie de una región de 200 μm x 200 μm con un SEM, mediante lo cual se evaluó el grado de disolución selectiva de límites de grano en la fase de ferrita. Un límite de grano en la fase de ferrita que tiene un límite de grano en la fase de ferrita disuelto con una anchura de 0,1 μm o más se definió como un límite de grano disuelto selectivamente y se diferenció de un grano de límite no disuelto selectivamente que tiene un límite de grano en la fase de ferrita disuelto con una anchura de menos de 0,1 μm . A continuación, la suma de las longitudes de todos los límites de grano presentes en la región y la suma de las longitudes de límites de grano disueltos selectivamente se midieron a partir de una fotografía de microestructura registrada. Se determinó la proporción de la longitud de los límites de grano disueltos selectivamente en la longitud de todos los límites de grano, menos del 10% era una característica particularmente excelente y se calificó como aceptable (⊙A), del 10% al 20% o menos se calificó como aceptable (⊖B), y más del 20% se calificó como inaceptable (×C).

(2) Observación de la microestructura

- 55 Se realizó la observación de la microestructura de sección transversal de tal manera que una sección transversal de cada muestra obtenida que era paralela a la dirección de laminación de la muestra se incrustó en resina, se pulió con acabado de espejo y se corroyó (grabó) con una disolución de ácido clorhídrico de ácido pícrico y se fotografió una parte central del grosor a su través en diez campos de visión a 400x de aumento. A partir de las fotografías de microestructura obtenidas, se diferenciaron una fase de martensita y una fase de ferrita y se separaron entre sí de características metalográficas. Se midió la fracción de área de la fase de martensita usando un analizador de imagen. Se definió el promedio de los diez campos de visión como la fracción de área de la fase de martensita en la chapa laminada en caliente recocida.

- 65 Además, las chapas laminadas en caliente recocidas obtenidas (materiales para chapas de acero inoxidable

laminadas en frío) se laminaron en frío dando chapas laminadas en frío con un grosor de 1,0 mm. A continuación, después de que se recocieran las chapas laminadas en frío en las condiciones mostradas en la tabla 2, las chapas laminadas en frío se descascarillaron mediante decapado electrolítico en una disolución acuosa al 18% en masa de Na_2SO_4 a una temperatura de agua de 80°C en condiciones de 25°C/dm² y decapado electrolítico en una disolución acuosa al 10% en masa de HNO_3 a una temperatura de agua de 50°C en condiciones de 30°C/dm², mediante lo cual se obtuvieron chapas laminadas en frío recocidas (chapas de acero inoxidable ferrítico laminadas en frío). Las chapas laminadas en frío recocidas obtenidas (chapas de acero inoxidable ferrítico laminadas en frío) se evaluaron tal como se describe a continuación.

10 (3) Evaluación de la formabilidad (ductilidad)

Se tomó una muestra de tracción JIS n.º 13B de cada una de las chapas laminadas en frío recocidas (chapas de acero inoxidable ferrítico laminadas en frío) en una dirección perpendicular a la dirección de laminación de las mismas y se midió para determinar el alargamiento después de la fractura mediante pruebas de tracción según la norma JIS Z 2241. Un alargamiento después de la fractura del 30% o más era una característica particularmente excelente y se calificó como aceptable (⊙A), un alargamiento después de la fractura del 28% a menos del 30% se calificó como aceptable (○B) y un alargamiento después de la fractura de menos del 28% se calificó como inaceptable (×C).

20 (4) Evaluación de la calidad de superficie

Se midió la rugosidad de superficie según la norma JIS B 0601. Una rugosidad promedio aritmética R_a de 0,02 μm o menos era una característica particularmente excelente y se calificó como aceptable (⊙A), una rugosidad promedio aritmética R_a de más de 0,02 μm a 0,03 μm se calificó como aceptable (○B) y una rugosidad promedio aritmética R_a de más de 0,03 se calificó como inaceptable (×C).

(5) Evaluación de la resistencia al estriado

Se tomó una muestra de tracción de JIS n.º 5 de cada una de las chapas laminadas en frío recocidas (chapas de acero inoxidable ferrítico laminadas en frío) en paralelo a la dirección de laminación de las mismas. Después de que se puliera una única superficie de la muestra con papel de esmeril n.º 600 y se aplicara una tinción previa del 20% a la misma mediante estiramiento uniaxial, se midió el centro de una parte paralela de la muestra de tracción para ondulación según la norma JIS B 0601-2001. Una ondulación máxima (altura de estriado) de 2,5 μm o menos se calificó como aceptable (○B) y una ondulación máxima (altura de estriado) de más de 2,5 μm se calificó como inaceptable (×C).

(6) Evaluación de la resistencia a la corrosión

Se tomó una muestra de 60 mm x 100 mm de cada una de las chapas laminadas en frío decapadas recocidas. Después de que se acabara por pulido una superficie de la muestra con papel de esmeril n.º 600, se selló una parte de la superficie del extremo de la muestra. Se sometió la muestra a una prueba cíclica de pulverización de sal especificada en la norma JIS H 8502. Se realizó la prueba de pulverización de sal cíclica durante ocho ciclos, donde se realizaron la pulverización de sal (5% en masa NaCl , 35°C, pulverización durante 2 h), el secado (60°C, 4 h, una humedad relativa del 40%) y luego la humectación (50°C, 2 h, una humedad relativa del 95% o más) en un ciclo. Se fotografió una superficie de la muestra que se sometió a la prueba cíclica de pulverización de sal durante ocho ciclos. Se midió el área de corrosión de la superficie de la muestra mediante análisis de imágenes. La fracción de área de corrosión ((área de corrosión de la muestra/área total de la muestra) x 100 [%]) se calculó a partir de la razón del área de corrosión con respecto al área total de la muestra. Una fracción de área de corrosión del 10% o menos era una característica particularmente excelente y se calificó como aceptable (⊙A), una fracción de área de corrosión de más del 10% al 25% se calificó como aceptable (○B), y una fracción de área de corrosión de más del 25% se calificó como inaceptable (×C).

Se muestran los resultados de evaluación en la tabla 2 junto con las condiciones de fabricación.

[Tabla 1]

Símbolo de acero	Composición (porcentaje en masa)													Observaciones
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	N	Otros				
AA	0,015	0,15	0,80	0,030	0,004	16,2	0,11	0,003	0,014	-				Acero adecuado
AB	0,010	0,15	0,80	0,020	0,005	16,2	0,12	0,003	0,010	-				Acero adecuado
AC.	0,007	0,16	0,79	0,034	0,004	16,4	0,12	0,003	0,006	-				Acero adecuado
AD	0,023	0,32	0,58	0,023	0,005	16,3	0,08	0,003	0,021	-				Acero adecuado
AE	0,018	0,15	0,56	0,032	0,003	16,2	0,11	0,005	0,014	V: 0,03				Acero adecuado
AF	0,014	0,16	0,80	0,033	0,005	16,2	0,10	0,002	0,015	Mo: 0,5				Acero adecuado
AG	0,010	0,14	0,60	0,026	0,006	16,5	0,12	0,005	0,024	Ti: 0,014, B: 0,0031				Acero adecuado
AH	0,019	0,15	0,61	0,028	0,006	16,3	0,21	0,006	0,021	V: 0,06, Ca: 0,0009				Acero adecuado
AI	0,015	0,15	0,80	0,020	0,003	16,2	0,12	0,005	0,015	Mg: 0,0023				Acero adecuado
AJ	0,014	0,15	0,88	0,020	0,004	16,3	0,12	0,005	0,022	REM: 0,02				Acero adecuado
AK	0,015	0,15	0,84	0,031	0,005	16,7	0,13	0,024	0,016	Cu: 0,3				Acero adecuado
AL	0,023	0,42	0,81	0,029	0,002	16,4	0,10	0,004	0,023	Nb: 0,015				Acero adecuado
AM	0,018	0,41	0,83	0,034	0,003	16,4	0,09	0,003	0,015	Co: 0,4				Acero adecuado
BA	0,003	0,03	0,51	0,020	0,004	16,2	0,15	0,004	0,011	-				Acero comparativo
BB	0,010	0,04	0,52	0,020	0,004	16,2	0,15	0,004	0,002	-				Acero comparativo
BC	0,028	0,31	0,79	0,031	0,006	16,1	0,12	0,003	0,022	-				Acero comparativo
BD	0,020	0,31	0,79	0,031	0,006	16,1	0,12	0,003	0,027	-				Acero comparativo
BE	0,022	1,13	0,81	0,028	0,004	16,2	0,10	0,003	0,021	-				Acero comparativo
BF	0,022	0,15	1,07	0,031	0,004	16,1	0,15	0,003	0,023	-				Acero comparativo
BG	0,022	0,31	0,58	0,032	0,003	15,3	0,10	0,003	0,019	-				Acero comparativo
BH	0,024	0,15	0,61	0,028	0,005	18,4	0,15	0,004	0,022	-				Acero comparativo
BI	0,022	0,31	0,19	0,031	0,005	16,1	0,12	0,004	0,035	-				Acero comparativo

Nota: Los valores subrayados están fuera del alcance de la presente invención.

[Tabla 2]

n.º	Símbolo de acero	Condiciones para recocer la chapa laminada en caliente		Velocidad de enfriamiento (°C/s)	Fracción de volumen de la fase de martensita (%)	Proporción de límites de grano disueltos selectivamente (%)	Condiciones para recocer la chapa laminada en frío		Alargamiento después de la fractura	Calidad de superficie	Resistencia al estriado	Resistencia a la corrosión	Observaciones
		Temperatura de mantenimiento (°C)	Tiempo de mantenimiento (segundos)				Temperatura de mantenimiento (°C)	Tiempo de mantenimiento (segundos)					
1		920	60	30	9	16	840	60	⊙A	⊙B	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
2	AA	980	60	30	11	4	840	60	⊙A	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
3		980	60	30	12	4	860	60	⊙A	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
4		1020	60	30	15	2	840	60	⊙B	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
5	AB	980	60	30	10	2	840	60	⊙A	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
6	AC	980	60	30	7	<1	840	60	⊙A	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
7	AD	980	60	30	8	11	840	60	⊙B	⊙B	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
8	AE	980	60	30	12	4	840	60	⊙A	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
9	AF	980	60	30	14	9	840	60	⊙A	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
10	AG	980	60	30	19	<1	840	60	⊙B	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
11	AH	980	60	30	20	<1	840	60	⊙B	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
12	AI	980	60	30	14	2	840	60	⊙A	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo
13	AJ	980	60	30	19	3	840	60	⊙B	⊙A	⊙B	⊙A	Ejemplo inventivo

14	AK	980	60	30	13	3	840	60	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	Ejemplo inventivo
15	AL	980	60	30	8	5	840	60	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	Ejemplo inventivo
16	AM	980	60	30	8	4	840	60	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	⊙A	Ejemplo inventivo
17	<u>BA</u>	980	60	30	<u>3</u>	<u>6Z</u>	840	60	⊙A	⊙A	xC	xC	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo
18	<u>BB</u>	980	60	30	<u>2</u>	<u>54</u>	840	60	⊙A	⊙A	xC	xC	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo
19	<u>BC</u>	980	60	30	<u>24</u>	<u>36</u>	840	60	xC	xC	⊙B	⊙B	⊙B	⊙B	Ejemplo comparativo
20	<u>BD</u>	980	60	30	<u>28</u>	<u>44</u>	840	60	xC	xC	⊙B	⊙B	⊙B	⊙B	Ejemplo comparativo
21	<u>BE</u>	980	60	30	<u>0</u>	<u>83</u>	840	60	⊙A	⊙A	xC	xC	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo
22	<u>BF</u>	980	60	30	<u>31</u>	<1	840	60	xC	⊙A	⊙A	⊙B	xC	xC	Ejemplo comparativo
23	<u>BG</u>	980	60	30	28	<1	840	60	⊙B	⊙A	⊙A	⊙B	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo
24	<u>BH</u>	980	60	30	3	<u>54</u>	840	60	⊙A	xC	xC	xC	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo
25	<u>BI</u>	980	60	30	19	<u>70</u>	840	60	⊙B	xC	⊙A	⊙B	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo
26	AA	800	<u>30000</u>	30	<u>0</u>	<1	840	60	⊙A	⊙A	xC	xC	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo
27		<u>900</u>	60	30	<u>0</u>	<u>76</u>	840	60	⊙A	xC	xC	xC	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo
28	AD	980	60	5	7	<u>3Z</u>	840	60	⊙B	xC	⊙A	⊙B	⊙A	⊙A	Ejemplo comparativo

Nota: Los valores subrayados están fuera del alcance de la presente invención.

Tal como resulta evidente a partir de la tabla 2, los ejemplos inventivos tienen un alargamiento después de la fractura, una calidad de superficie, una resistencia al estriado y una resistencia a la corrosión excelentes.

5 Sin embargo, los ejemplos comparativos (símbolos de acero BA a BH) tienen una composición fuera del alcance de la presente invención y son inferiores en uno o más de alargamiento después de la fractura, calidad de superficie, resistencia al estriado y resistencia a la corrosión con respecto a los ejemplos inventivos.

10 En particular, en los aceros comparativos BA y BB, es evidente que la fracción de volumen de una fase de martensita es pequeña, la proporción de límites de grano disueltos selectivamente es grande y la calidad de superficie y la resistencia al estriado son malas tal como se muestra en los n.ºs 17 y 18 en la tabla 2 ya que el C y el N, respectivamente, están por debajo del límite inferior del alcance de la presente invención.

15 En los aceros comparativos BC y BD, es evidente que la fracción de volumen de una fase de martensita es grande, la proporción de límites de grano disueltos selectivamente es grande y el alargamiento después de la fractura y la calidad de superficie son malas tal como se muestra en los n.ºs 19 y 20 en la tabla 2 ya que el C y el N, respectivamente, están por encima del límite superior del alcance de la presente invención.

20 En el acero comparativo BE, es evidente que la fracción de volumen de una fase de martensita es pequeña, la proporción de límites de grano disueltos selectivamente es grande y la calidad de superficie y la resistencia al estriado son malas tal como se muestra en el n.º 21 en la tabla 2 ya que el Si está por encima del límite superior del alcance de la presente invención.

25 En el acero comparativo BF, es evidente que la fracción de volumen de una fase de martensita es grande y el alargamiento después de la fractura y la resistencia a la corrosión son malos tal como se muestra en el n.º 22 en la tabla 2 ya que el Mn está por encima del límite superior del alcance de la presente invención.

30 En el acero comparativo BG, es evidente que la fracción de volumen de una fase de martensita es grande y la resistencia a la corrosión es mala tal como se muestra en el n.º 23 en la tabla 2 ya que el Cr está por debajo del límite inferior del alcance de la presente invención.

35 En el acero comparativo BH, es evidente que la fracción de volumen de una fase de martensita es pequeña, la proporción de límites de grano disueltos selectivamente es grande y la calidad de superficie y la resistencia al estriado son malas tal como se muestra en el n.º 24 en la tabla 2 ya que el Cr está por encima del límite superior del alcance de la presente invención.

40 En el acero comparativo BI, es evidente que la proporción de límites de grano disueltos selectivamente es grande y la calidad de superficie es mala tal como se muestra en el n.º 25 en la tabla 2 ya que el Mn está por debajo del límite inferior de la presente invención y el N está por encima del límite superior de la presente invención.

45 Es evidente que los ejemplos comparativos (n.ºs 26 a 28) en los que los componentes satisfacen el alcance de la presente invención y las condiciones para recocer cada chapa laminada en caliente o condiciones de enfriamiento están fuera del alcance de la presente invención son inferiores en uno o más de calidad de superficie y resistencia al estriado con respecto a los ejemplos inventivos.

50 En particular, en el n.º 26 en la tabla 2, es evidente que la fracción de volumen de una fase de martensita es pequeña y la resistencia al estriado es mala ya que la temperatura de mantenimiento y el tiempo de mantenimiento de la chapa laminada en caliente durante el recocido están fuera del alcance de la presente invención.

55 En el n.º 27 en la tabla 2, es evidente que la fracción de volumen de una fase de martensita es pequeña, la proporción de límites de grano disueltos selectivamente es grande y la calidad de superficie y la resistencia al estriado son malas ya que la temperatura de mantenimiento de la chapa laminada en caliente durante el recocido está fuera del alcance de la presente invención.

60 En el n.º 28 en la tabla 2, es evidente que la proporción de límites de grano disueltos selectivamente es grande y la calidad de superficie es mala ya que la velocidad de enfriamiento después del recocido de la chapa laminada en caliente está fuera del alcance de la presente invención.

65 A partir de lo anterior, se ha confirmado que se obtiene fácilmente una chapa de acero inoxidable ferrítico laminada en frío que tiene suficiente resistencia a la corrosión, excelente calidad de superficie, excelente formabilidad y excelente resistencia al estriado usando un material usado para laminación en frío de acero inoxidable según la presente invención.

Aplicabilidad industrial

65 Un material para chapas de acero inoxidable laminadas en frío obtenidas según la presente invención es adecuado como molduras de prensado, aplicaciones que requieren alta belleza de superficie, y aceros inoxidables SUS430

ES 2 750 684 T3

(chapas de acero inoxidable ferrítico laminadas en frío) usados, por ejemplo, para utensilios de cocina o vajillas.

REIVINDICACIONES

1. Material para chapas de acero inoxidable laminadas en frío, que comprende C: del 0,005% al 0,025%, Si: del 0,02% al 0,50%, Mn: del 0,55% al 1,0%, P: el 0,040% o menos, S: el 0,01% o menos, Cr: del 15,5% al 18,0%, Ni: del 0,01% al 1,0%, Al: del 0,001% al 0,07% y N: del 0,005% al 0,025%, opcionalmente uno o más seleccionados de Cu: del 0,1% al 1,0%, Mo: del 0,1% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5%, opcionalmente uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,10%, Ti: del 0,001% al 0,05%, Nb: del 0,001% al 0,05%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10%, basado en masa, siendo el resto Fe e impurezas inevitables,
- siendo el material una chapa de acero laminada en caliente recocida y teniendo una estructura metalográfica que contiene del 5% al 20% de una fase de martensita en cuanto a fracción de volumen, siendo el resto una fase de ferrita,
- en el que la proporción de límites de grano en la fase de ferrita selectivamente disueltos entre límites de grano en la fase de ferrita expuestos sobre una superficie de la chapa de acero es del 20% o menos de la longitud total de límites de grano, siendo el límite de grano en la fase de ferrita selectivamente disuelto un límite de grano en la fase de ferrita, disuelto por decapado, que tiene un límite de grano en la fase de ferrita disuelto con una anchura de 0,1 μm o más.
2. Material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la reivindicación 1, que contiene uno o más seleccionados de Cu: del 0,1% al 1,0%, Mo: del 0,1% al 0,5% y Co: del 0,01% al 0,5% basado en masa.
3. Material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío según la reivindicación 1 ó 2, que contiene uno o más seleccionados de V: del 0,01% al 0,10%, Ti: del 0,001% al 0,05%, Nb: del 0,001% al 0,05%, Ca: del 0,0002% al 0,0020%, Mg: del 0,0002% al 0,0050%, B: del 0,0002% al 0,0050% y REM: del 0,01% al 0,10% basado en masa.
4. Método para fabricar el material para las chapas de acero inoxidable laminadas en frío según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende laminar en caliente un planchón de acero, recocer una chapa laminada en caliente de tal manera que la chapa laminada en caliente se mantiene en un intervalo de temperatura desde 920°C hasta 1.100°C durante de 5 segundos a 15 minutos, enfriar la chapa laminada en caliente en un intervalo de temperatura desde 1.100°C hasta 500°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/s o más y decapar la chapa laminada en caliente.

FIG. 1

