

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 206**

51 Int. Cl.:

C22C 38/14 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01)
C23C 2/02 (2006.01)
C23C 30/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2018 PCT/KR2018/008848**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.02.2019 WO19031773**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2018 E 18845253 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2023 EP 3666919**

54 Título: **Lámina de acero enchapada de excelente calidad de superficie, resistencia y ductilidad**

30 Prioridad:

09.08.2017 KR 20170101268

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.05.2024

73 Titular/es:

**POSCO CO., LTD (100.0%)
6261, Donghaean-ro, Nam-gu
Pohang-si, Gyeongsangbuk-do 37859, KR**

72 Inventor/es:

KIM, YONG-WOO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 970 206 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Lámina de acero enchapada de excelente calidad de superficie, resistencia y ductilidad

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una lámina de acero enchapada que tiene una excelente calidad de superficie, resistencia y ductilidad, y más en particular, a una lámina de acero enchapada que tiene una excelente calidad de superficie, resistencia y ductilidad, que puede utilizarse preferentemente como una estructura de edificio prediseñado (PEB).

Técnica anterior

10 El procedimiento PEB puede ser un procedimiento que minimiza el uso de materiales a través de un diseño óptimo, considerando la carga de soporte, y puede ser un procedimiento de construcción capaz de reducir los costes de construcción y acortar un periodo de construcción. Se puede requerir que la estructura PEB utilizada en el procedimiento PEB tenga una excelente resistencia para evitar el pandeo por carga, y similares. Por lo tanto, una lámina de acero utilizada convencionalmente como estructura PEB puede fabricarse generalmente añadiendo C, Si, Mn, Ti, Nb, Mo, V, y similares a un acero de alta pureza con impurezas minimizadas en el mismo.

15 Típicamente, se conoce un procedimiento para utilizar la resistencia por precipitación de los siguientes elementos mediante la adición de Ti, Nb, V, Mo, y similares (Documento de Patente 1, Documento de Patente 2), un procedimiento para asegurar la resistencia mediante la adición de una cantidad relativamente grande de Cr, Mn, o similares (Documento de Patente 3, Documento de Patente 4), y un procedimiento para aumentar la resistencia al impacto y las características de tracción mediante el recocido de revenido del acero con adición de Mn y Cr (Documento de Patente 5), y similares. US2013 03 19582 A1 describe una lámina de acero laminada en caliente que contiene bainita.

20 Además, la industria de la construcción en los últimos años ha tratado de procesar un material delgado a una forma más debido al cambio del diseño de la estructura para reducir los costos. Por lo tanto, para hacer frente a esta situación del mercado, se necesitan chapas de acero que tengan una ductilidad y una resistencia excelentes. Sin embargo, las técnicas convencionales presentadas anteriormente se centran únicamente en un aumento de la resistencia mediante el refuerzo por disolución sólida de componentes de aleación como C, Si, Mn, Cr, Mo, W y similares, y el refuerzo por precipitación de componentes de aleación como Ti, Nb, Mo y similares. Por lo tanto, la mejora de la ductilidad tiene un límite.

25 Mientras tanto, dado que se requiere que la estructura PEB tenga una excelente resistencia a la corrosión, puede formarse generalmente una película de enchapado en la superficie de la lámina de acero utilizada como estructura PEB. Por lo tanto, en el caso de la lámina de acero utilizada como estructura PEB, la calidad de superficie de la lámina de acero laminada en caliente antes de realizar un procedimiento de revestimiento se convierte en un factor muy importante. En el caso de las técnicas convencionales presentadas anteriormente, el material de aleación puede ser relativamente excesivo, y la resistencia al laminado en caliente puede ser relativamente alta. Por lo tanto, en la producción de láminas finas con un espesor inferior a 2,0t, puede existir el problema de que la calidad del enchapado se deteriore debido a la aparición de cascarillas de tipo arena por un procedimiento de laminado en caliente.

[Técnicas anteriores relacionadas]

[Documentos de patente]

(Documento de Patente 1) Publicación de Patente Japonesa No. 2011-102434

(Documento de Patente 2) Publicación de Patente Japonesa No. 2004-359974

40 (Documento de Patente 3) Publicación de Patente Japonesa Núm. 1375694-332555

(Documento de Patente 4) Publicación de Patente Coreana Núm. 1997-7002384

(Documento de Patente 5) Publicación de Patente Internacional Núm. 2011-154831

(Documento de Patente 6) US 2013/0319582 A1

Divulgación

45 Problema técnico

La presente invención proporciona una lámina de acero enchapada que tiene una excelente calidad de superficie, resistencia, y ductilidad, y un procedimiento de fabricación de la misma.

Solución técnica

La solución al problema técnico anterior se proporciona en las reivindicaciones.

Efectos ventajosos

Como uno de los diversos efectos de la presente invención, la lámina de acero enchapada de acuerdo con la presente invención puede tener las ventajas no sólo de una excelente calidad de superficie, como la ausencia de defectos de superficie, sino también un excelente equilibrio entre el límite elástico y el alargamiento.

- 5 Varias y ventajosas ventajas y efectos de la presente invención no se limitan a la descripción anterior, se entenderá más fácilmente en el curso de la descripción de realizaciones específicas de la presente invención.

Descripción de los dibujos

Los aspectos anteriores y otros aspectos, características y ventajas de la presente invención se comprenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 (a) de la FIG. 1 es una fotografía de una superficie de una lámina de acero enchapada del Ejemplo Comparativo 2, y (b) de la FIG. 1 es una fotografía de una superficie de una lámina de acero enchapada del Ejemplo Inventivo 1.

La FIG. 2 es un gráfico que ilustra el alargamiento hasta el límite elástico de los Ejemplos de la Invención y Comparativos.

- 15 **[Mejor modo para la invención]**

En adelante en la presente memoria, se describirá en detalle una lámina de acero enchapada que tiene una excelente calidad de superficie, resistencia y ductilidad como un aspecto de la presente invención.

- 20 Una lámina de acero enchapada que tiene una excelente calidad de superficie, resistencia y ductilidad, que es un aspecto de la presente invención, incluye una lámina de acero laminada en caliente, y una película de enchapado formada sobre una superficie de la lámina de acero laminada en caliente. La película de enchapado incluye, pero no necesariamente limitado a, Mg: 10% o menos, Al: 5% o menos, un equilibrio de Zn, e impurezas inevitables.

A continuación se describirán en detalle los elementos de aleación y los intervalos de contenido preferentes de la lámina de acero laminada en caliente. Cabe señalar que el contenido de cada elemento descrito a continuación puede basarse en el peso, a menos que se especifique lo contrario.

- 25 **Carbono (C): 0,15 - 0,25%**

- El C puede ser el elemento más económico y eficaz para asegurar la resistencia. Cuando el contenido de C es demasiado bajo, puede resultar difícil garantizar la resistencia diana. Por lo tanto, el contenido de C es del 0,15% o más, y es preferente que el contenido de C sea del 0,16% o más. Cuando el contenido es ampliamente excesivo, puede deteriorarse la ductilidad debido a un aumento excesivo de la resistencia. Por lo tanto, el contenido de C es igual o inferior al 0,25%, y preferentemente igual o inferior al 0,22%.

Silicio (Si): de 0,5% o menos

- El Si puede contribuir a aumentar la resistencia debido al refuerzo de la solución sólida y a la desoxidación del acero fundido, pero puede no añadirse intencionadamente en la presente invención. Incluso cuando no se añade Si, puede no haber mayor problema en términos de asegurar las propiedades físicas. Cuando el contenido es ampliamente excesivo, puede formarse cascarilla roja debida al Si en la superficie de la lámina de acero laminada en caliente. Por lo tanto, la calidad de la superficie y del revestimiento puede deteriorarse. En algunos casos, el contenido de Si puede excluir el 0%.

Manganeso (Mn): 0,5 - 2,0%

- El Mn puede ser un elemento eficaz para la resistencia del soluto del acero, y necesita ser del 0,5% o más, preferentemente del 0,6% o más para asegurar una resistencia adecuada. Cuando el contenido es excesivamente grande, puede existir el riesgo de que se produzca una porción de segregación central en el procedimiento de colada continua. Por lo tanto, el contenido de Mn es del 2,0% o inferior, y es preferente que el contenido de Mn sea del 1,8% o inferior.

Fósforo (P): de 0,03% o menos

- 45 El P puede ser una impureza inevitable contenida en el acero, y es preferente controlar su contenido lo más bajo posible. En particular, cuando el contenido es excesivo, puede aumentar el riesgo de deterioro de la soldabilidad y fragilidad del acero. Por lo tanto, en la presente invención, se logra que el contenido de P sea del 0,03% o inferior. En algunos casos, el contenido de P puede excluir el 0%.

Azufre (S): de 0,015% o menos

El S puede ser una impureza inevitablemente incluida en el acero, y es preferente controlar su contenido lo más bajo posible. En particular, cuando el contenido es excesivo, puede combinarse con el Mn para formar una inclusión no metálica, y puede aumentar el riesgo de fragilidad del acero. Por lo tanto, en la presente invención, el contenido se consigue que sea del 0,015% o menos. En algunos casos, el contenido de S puede excluir el 0%.

5 Aluminio (Al): de 0,05% o menos

El Al puede contribuir a la desoxidación del acero fundido, pero puede no añadirse intencionadamente en la presente invención. Incluso cuando no se añade Al, puede no haber mayor problema en términos de asegurar las propiedades físicas. Cuando el contenido es excesivo, pueden producirse atascos de boquillas y similares en el procedimiento de colada continua. En la presente invención, se logra que el contenido sea del 0,05% o menos. En algunos casos, el contenido de Al puede excluir el 0%.

Nitrógeno (N): de 0,01% o menos

El N puede contribuir a mejorar la resistencia del acero, pero en la presente invención puede no añadirse intencionadamente. Incluso cuando no se añade N, puede no haber ningún problema importante para garantizar las propiedades físicas. Cuando el contenido es excesivo, puede aumentar el riesgo de fragilidad del acero. Por lo tanto, en la presente invención, el contenido se consigue que sea del 0,01% o menos. En algunos casos, el contenido de N puede excluir el 0%.

Titanio (Ti): de 0,01 a 0,05%

El Ti puede estar presente en el acero como TiN, para suprimir el crecimiento de granos de cristal durante una operación de calentamiento para laminado en caliente. Además, puede servir para eliminar el N, de forma que el B no reaccione con el N. Cuando el contenido es excesivo, puede haber riesgo de obstrucción de la boquilla durante el procedimiento de colada continua debido a una precipitación excesiva de TiN. Por lo tanto, el contenido de Ti es igual o inferior al 0,05%, preferentemente igual o inferior al 0,04%, y más preferentemente igual o inferior al 0,03%. Además, dado que es necesario añadir Ti al acero para obtener el efecto mencionado, el límite inferior del contenido de Ti se limita al 0,01% para garantizar un efecto inhibitor del crecimiento del grano cristalino suficiente.

25 Boro (B): 0,0005 a 0,01%

El B puede estar contenido como elemento alternativo del Si, mejorar la templabilidad en cantidades muy pequeñas y reforzar los límites de grano para mejorar la resistencia. Cuando el contenido es excesivo, puede haber riesgo de deterioro de la calidad de la superficie debido a una precipitación excesiva de BN. Por lo tanto, el contenido de B es igual o inferior al 0,01%, preferentemente igual o inferior al 0,008%, y más preferentemente igual o inferior al 0,005%. Además, dado que es necesario añadir B al acero para obtener el efecto antes mencionado, el límite inferior del contenido de B se limita al 0,0005%, preferentemente al 0,001% para garantizar una templabilidad suficiente.

Además de la composición anterior, el resto es Fe. En el procedimiento habitual de fabricación, al mezclarse inevitablemente impurezas no previstas procedentes de las materias primas o del entorno, éstas no pueden excluirse. Dado que estas impurezas son conocidas por los expertos en la técnica, no todas ellas se mencionan específicamente en la presente especificación.

Cuando se diseña una aleación de acero con intervalos de componentes como los descritos anteriormente, es preferente controlar para satisfacer la siguiente relación 1. La relación 1 a continuación puede ser un factor de calidad de superficie de la lámina de acero. Cuando se cumple la relación 1, la temperatura de acabado del laminado en caliente puede asegurarse a menos de 900°C gracias a la reducción de la resistencia al laminado en caliente. Por lo tanto, dado que no se genera cascarilla de tipo arena, que se genera por una alta temperatura durante el laminado en caliente, es posible asegurar una lámina de acero enchapada que tenga una excelente calidad de superficie después de una operación de enchapado final. Si no se cumple la relación 1, pueden generarse cascarillas de tipo arena debido a la alta temperatura durante la operación de laminado en caliente, y la calidad del revestimiento puede degradarse.

[Relación 1]

$$0.235[C]+0.0158[Mn]+0.0625[Si]+0.0423[Mo]+0.317[Ti] \\ +1.36[Nb] \leq 0.075$$

45 En que [C], [Mn], [Si], [Mo], [Ti] y [Nb] representan el contenido (en % en peso) de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero, respectivamente.

En adelante en la presente memoria, se describirá en detalle una microestructura de la lámina de acero.

La lámina de acero laminada en caliente, que es la base de la lámina de acero enchapada de la presente invención, comprende, por área, del 10 al 30% de ferrita, del 20 al 40% de perlita, y del 35 al 55% de bainita, y más preferentemente del 15 al 25% de ferrita, del 25 al 35% de perlita, y del 40 al 50% de bainita, como una microestructura.

Cuando no se aseguran las fracciones de fase descritas anteriormente, puede resultar difícil garantizar un equilibrio entre la resistencia y la ductilidad deseadas debido a una disminución de la resistencia o la ductilidad. De acuerdo con una realización de la presente invención, la suma de las fracciones de ferrita, perlita y bainita puede ser igual o superior al 90%.

5 De acuerdo con un ejemplo, un tamaño promedio de grano de la ferrita puede ser de 20 μm o menos (excluyendo 0 μm), y más preferentemente de 15 μm o menos (excluyendo 0 μm). Cuando el tamaño promedio del grano de la ferrita es superior a 20 μm , puede resultar difícil garantizar la resistencia deseada. Cuanto menor sea el tamaño promedio del grano de la ferrita, más ventajoso será para asegurar la resistencia. Por lo tanto, el límite inferior del mismo no está particularmente limitado en la presente invención. En este caso, el tamaño de grano se refiere a un diámetro circular
10 equivalente de partículas detectado mediante la observación de una sección transversal del acero.

De acuerdo con un ejemplo, el tamaño promedio de una colonia de perlita puede ser de 30 μm o menos (excluyendo 0 μm), y más preferentemente de 20 μm o menos (excluyendo 0 μm). Cuando el tamaño de la colonia de perlita es superior a 30 μm , puede resultar difícil garantizar una combinación deseada de resistencia x ductilidad debido a una ductilidad inferior y, en particular, pueden producirse grietas debido al deterioro de la capacidad de flexión durante la
15 fabricación del producto final. Cuanto menor sea el tamaño promedio de la colonia de perlita, más ventajoso será para asegurar su resistencia. Por lo tanto, el límite inferior del mismo no está particularmente limitado en la presente invención. En este caso, el tamaño de la colonia se refiere a un diámetro circular equivalente de las partículas, dividido por los límites de inclinación que tienen un ángulo de desorientación de 15 grados o más, detectado mediante la observación del interior de la perlita.

20 En la presente invención, la estructura residual, distinta de la ferrita, la perlita y la bainita, no está particularmente limitada y, en algunos casos, puede incluir además al menos una segunda fase de martensita, cementita y austenita residual. Todas estas segundas fases pueden ser fases duras. Cuando la relación de área de estas segundas fases es demasiado alta, la combinación de resistencia x ductilidad puede deteriorarse, porque la resistencia es relativamente alta y la ductilidad relativamente baja. La suma de estas relaciones de área puede controlarse para que
25 sea preferentemente del 10% o menos, más preferentemente del 5% o menos.

La lámina de acero enchapada de la presente invención puede tener un límite elástico relativamente alto y, de acuerdo con un ejemplo, puede tener un límite elástico de 450 - 600 MPa.

Además, la lámina de acero enchapada de la presente invención puede tener la ventaja de un excelente equilibrio de resistencia y ductilidad y, de acuerdo con un ejemplo, el producto del límite elástico y el alargamiento puede ser de
30 8.500 MPa-% o más.

En adelante en la presente memoria, se describirá en detalle un procedimiento de fabricación de una lámina de acero enchapada que tiene una excelente resistencia y ductilidad de la presente invención.

En primer lugar, una plancha con el sistema de composición descrito anteriormente se recalienta entre 1100 y 1300°C. Cuando la temperatura de recalentamiento es inferior a 1100°C, la carga de laminación puede ser demasiado elevada en el procedimiento de laminado en caliente posterior. Cuando la temperatura de recalentamiento es inferior a 1100°C, la carga de laminación puede ser demasiado grande en un procedimiento posterior de laminación en caliente. Cuando la temperatura de recalentamiento es superior a 1300°C, los granos de austenita pueden engrosarse parcialmente debido al crecimiento anormal de algunos granos de austenita, de modo que el tamaño de grano de la microestructura final puede no ser homogéneo. Además, en la presente invención, el tiempo de recalentamiento de la placa no está
40 específicamente limitado, y es aceptable en condiciones normales. En un ejemplo no limitativo, el tiempo de recalentamiento de la placa puede ser de 100 a 400 minutos.

A continuación, tras la laminación en bruto de la plancha recalentada, a la plancha laminada en bruto se le da el laminado de acabado a la temperatura de fase única de la austenita (temperatura de Ar₃°C o superior), para obtener un acero laminado en caliente. En este caso, laminación en bruto se refiere a una serie de procedimientos de laminación intermedios realizados antes del laminado de acabado. Además, en la presente invención, el laminado en bruto no está específicamente limitado, y es aceptable en condiciones normales. En un ejemplo no limitativo, el espesor de la plancha desbastada en relación con el espesor de la plancha recalentada puede ser del 10 al 25%, y la temperatura de laminación en bruto puede fijarse a una temperatura suficientemente alta para garantizar la temperatura de laminado de acabado.

50 De acuerdo con la presente invención, el laminado de acabado se realiza en el intervalo de (FDT-20) °C a (FDT+20) °C definido por la siguiente ecuación 2. Cuando la temperatura de laminación final supera los FDT+20°C, los granos austeníticos de la plancha pueden engrosarse de tal manera que los tamaños de los granos finales de ferrita y las colonias de perlita pueden ser gruesos, lo que provoca una disminución de la resistencia. Por lo tanto, puede resultar difícil garantizar la excelente resistencia x ductilidad deseada. Cuando la temperatura de laminado final es inferior a
55 FDT-20°C, puede generarse una estructura de grano mixto debido al laminado a dos temperaturas, lo que reduce la ductilidad, y la carga de laminado puede aumentar considerablemente durante el laminado en caliente, lo que disminuye la productividad. Además, la estructura de grano mixto se refiere a que los granos de cristal que tienen diferentes tamaños de partícula están mezclados. Cuando se realiza el laminado de acabado en el intervalo de

temperatura mencionado, la estructura austenítica de la lámina de acero laminada en caliente tiene un tamaño promedio de grano de 10 – 40 µm.

[Ecuación 2]

$$FDT(^{\circ}C)=1062.1-353[C]+43.9[Si]-74.1[Mn]-20.4[Cu]-19.9[Cr]-45.6[Ni]-90[Mo]$$

- 5 En el que [C], [Si], [Mn], [Cu], [Cr], [Ni] y [Mo] representan el contenido (en % en peso) de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero, respectivamente.

A continuación, la lámina de acero laminada en caliente se enfría a una tasa de enfriamiento igual o superior a $V_c^{\circ}C/s$ e igual o inferior a $(V_c+30)^{\circ}C/s$, definida por la siguiente ecuación 1, y se bobina. Cuando la tasa de enfriamiento es inferior a $V_c^{\circ}C/s$, puede ser difícil asegurar la resistencia deseada, porque la fracción de ferrita y perlita excede el intervalo limitado por la presente invención. Cuando la tasa de enfriamiento supera $(V_c+30)^{\circ}C/s$, la fracción de bainita o segunda fase puede superar el límite de la presente invención, para deteriorar la ductilidad. Por lo tanto, puede que no se obtenga una combinación de excelente límite elástico x ductilidad.

- 10

[Ecuación 1]

$$V_c=138.0-156.6[C]+246.6[Si]-40.32[Mn]-25.74[Cr]-73.26[Ni]-8820[B]-1463.2[Ti]+1108.8[Nb]-291.6[Mo]-1092.6[V]$$

- 15 En el que [C], [Si], [Mn], [Cr], [Ni], [B], [Ti], [Nb], [Mo] y [V] representan el contenido (en % en peso) de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero, respectivamente.

De acuerdo con la presente invención, el bobinado se realiza en un intervalo de $(CT-20)^{\circ}C$ a $(CT+20)^{\circ}C$ definido por la siguiente ecuación 3. Cuando la temperatura de bobinado supera los $(CT+20)^{\circ}C$, pueden formarse ferrita gruesa y perlita que disminuyen el límite elástico. Por lo tanto, es posible que no se obtenga el valor deseado (límite elástico x alargamiento). Cuando la temperatura de bobinado es inferior a $CT-20^{\circ}C$, la ductilidad puede deteriorarse. Más específicamente, cuando la temperatura de bobinado es inferior a $CT-20^{\circ}C$, la bainita puede formarse excesivamente más allá de la fracción de la presente invención para provocar el deterioro de la ductilidad al tiempo que aumenta el límite elástico. Por lo tanto, es posible que no se obtenga el valor deseado (límite elástico x alargamiento). Por lo tanto, al controlar y enfriar la temperatura de bobinado en el intervalo de temperaturas mencionado, es posible obtener una lámina de acero laminada en caliente que tenga una microestructura preferente, propuesta por la presente invención.

- 20

[Ecuación 3]

$$CT=751.7-357.3[C]-95.3[Mn]-35[Si]-73[Cr]-36[Ni]-64.4[Mo]$$

- 25 En el que [C], [Mn], [Si], [Cr], [Ni] y [Mo] representan el contenido (en % en peso) de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero, respectivamente.

A continuación, se lleva a cabo el procedimiento de revestimiento por inmersión en caliente de la lámina de acero laminada en caliente bobinada. El procedimiento de metalizado por inmersión en caliente de acuerdo con una realización de la presente invención puede llevarse a cabo metalizando por inmersión en caliente una solución que comprende, en peso, Mg: 10% o menos, Al: 5% o menos, un equilibrio de Zn, e impurezas inevitables.

- 30

Modo para la invención

En adelante en la presente memoria, la presente divulgación se describirá con más detalle con referencia a ejemplos. Sin embargo, la descripción de estos ejemplos puede ser sólo para ilustrar la práctica de la presente invención, y la presente invención no está limitada por la descripción de estos ejemplos. Esto se debe a que el ámbito de la presente invención puede determinarse por los tópicos descritos en las reivindicaciones y los tópicos razonablemente inferidos de las mismas.

- 35

Ejemplo

5 Una plancha de acero con un sistema de componentes descrita en la siguiente Tabla 1 (los contenidos de P y S como impurezas en cada acero se controlaron al 0,03% en peso o menos y al 0,015% en peso o menos, respectivamente, el contenido de Cu fue del 0% en peso, y el contenido de N fue del 0,005% en peso) se calentó a 1200°C, y el laminado de acabado se realizó a la temperatura de laminado de acabado en caliente mostrada en la siguiente Tabla 2, para obtener una lámina de acero laminada en caliente. A continuación, la lámina de acero laminada en caliente se enfrió a la temperatura de bobinado descrita en la siguiente Tabla 2 a una tasa de enfriamiento (CR, °C/s), y después se bobinó. A continuación, la lámina de acero laminada en caliente bobinada se sometió a una laminación por inmersión en caliente.

10 A continuación, se analizó la microestructura de la lámina de acero enchapada así preparada, se evaluaron las propiedades mecánicas y los resultados se mostraron en la siguiente Tabla 3. En la microestructura de la siguiente Tabla 3, F se refiere a ferrita, P se refiere a perlita, B se refiere a bainita, y entre los tamaños de grano, F se refiere a un tamaño promedio de grano de ferrita, P se refiere a un tamaño promedio de colonia de perlita, y entre las propiedades mecánicas, YP se refiere al límite elástico, TS se refiere a la resistencia a la tracción, y El se refiere al alargamiento.

15 Además, se midió visualmente la calidad de la superficie después de la laminación, y los resultados se mostraron en la siguiente Tabla 3. Un caso en el que se detectaron defectos de superficie como cascarillas o marcas de desgarro se evalúa con una "X", y un caso en el que no se detectaron defectos de superficie se evalúa con una "O".

Tabla 1

Tipo de acero	Composición de Aleación (% en peso)											R1***
	C	Si	Mn	s.Al	Cr	Ni	B	Ti	Nb	Mo	V	
IS1*	0,18	0,06	1,1	0,035	0	0	0,0015	0,025	0	0	0	0,071
IS2	0,17	0,06	1,1	0,035	0	0	0,0015	0,025	0	0	0	0,069
IS3	0,19	0,06	1,1	0,035	0	0	0,0015	0,025	0	0	0	0,074
IS4	0,18	0,06	1,05	0,035	0	0	0,0015	0,025	0	0	0	0,071
IS5	0,18	0,06	1,15	0,035	0	0	0,0015	0,025	0	0	0	0,072
IS6	0,18	0,06	1,1	0,035	0	0	0,001	0,025	0	0	0	0,071
IS7	0,18	0,06	1,1	0,035	0	0	0,0018	0,025	0	0	0	0,071
IS8	0,18	0,06	1,1	0,035	0	0	0,0015	0,022	0	0	0	0,070
IS9	0,18	0,06	1,1	0,035	0	0	0,0015	0,028	0	0	0	0,072
CS1**	0,22	0	0,8	0,035	0	0	0,0015	0	0	0	0	0,064
CS2	0,22	0,06	1	0,035	0	0	0,0015	0,025	0	0	0	<u>0,079</u>
CS3	0,16	0,06	1,1	0,035	0	0	0,0015	0	0,02	0	0	<u>0,086</u>
CS4	0,16	0,06	1,3	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0,062
CS5	0,18	0,06	1,1	0,035	0	0	0,0015	0,025	0	0	0	0,071

*IS: Acero de la Invención, **CS: Acero Comparativo,
 ***R: Relación

ES 2 970 206 T3

Tabla 2

Tipo de Acero	Ar3	FDT (°C)	Temperatura de laminación de acabado CT (°C)	CT (°C)	Temp. de Bobinado CT (°C)	Vc (°C/seg)	CR (°C/seg)	Nota
IS1*	772	860	870	591	580	50	55	IE1***
IS2	775	863	870	595	580	52	57	IE2
IS3	769	856	860	588	580	48	53	IE3
IS4	776	863	870	596	580	52	57	IE4
IS5	768	856	865	587	580	48	53	IE5
IS6	772	860	870	591	580	54	59	IE6
IS7	772	860	870	591	580	47	52	IE7
IS8	772	860	870	591	580	54	59	IE8
IS9	772	860	870	591	580	45	50	IE9
CS1**	784	865	870	605	590	78	<u>70</u>	CE1****
CS2	768	853	<u>900</u>	586	580	48	53	CE2
CS3	778	867	<u>900</u>	599	580	112	<u>70</u>	CE3
CS4	762	852	860	582	580	95	<u>70</u>	CE4
CS5	772	860	870	591	<u>520</u>	50	55	CE5
IS1	772	860	<u>750</u>	591	580	50	55	CE6
IS1	772	860	870	591	580	50	<u>30</u>	CE7
IS2	775	860	875	595	580	48	<u>40</u>	CE8

*IS: Acero de la Invención, **CS: Acero Comparativo 1, ***IE: Ejemplo de la Invención, ****CE: Ejemplo comparativo

Tabla 3

Nota	Calidad Superficie	de Microestructura (área %)			Tamaño de Grano (um)		Propiedades mecánicas			
		F:	P	B	F:	P	YP (MPa)	TS (MPa)	EL (%)	YP* EL
IE1*	o	20	30	45	9	12	510	615	18,5	9440
IE2	o	22	29	44	10	13	496	604	18,7	9281
IE3	o	18	31	46	9	11	525	626	18,3	9594
IE4	o	22	29	43	11	14	493	602	18,7	9216
IE5	o	18	31	47	9	9	528	629	18,3	9657
IE6	o	25	29	42	14	13	471	584	19,1	8982
IE7	o	17	31	47	8	7	534	634	18,1	9693
IE8	o	25	28	41	13	14	470	584	19,1	8977
IE9	o	15	32	49	8	6	551	647	17,9	9855
CE1**	o	37	25	33	15	15	376	511	20,2	<u>7602</u>
CE2	X	18	31	47	<u>22</u>	<u>36</u>	529	629	18,1	9592
CE3	X	37	25	33	<u>21</u>	<u>32</u>	374	510	20,5	<u>7676</u>
CE4	o	20	30	45	11	17	373	508	20,7	<u>7730</u>
CE5	o	20	15	60	12	13	615	698	11,2	<u>6888</u>
CE6	o	<u>50</u>	30	<u>15</u>	15	17	<u>400</u>	570	23,1	9240
CE7	o	<u>40</u>	<u>45</u>	<u>10</u>	12	16	<u>420</u>	590	21,4	8988
CE8	o	<u>45</u>	<u>33</u>	<u>17</u>	13	17	<u>380</u>	550	24,2	9196

*IE: Ejemplo de la invención, **CE: Ejemplo comparativo

5 Como puede observarse en la Tabla 3, los Ejemplos de la Invención 1 a 9 que satisfacían todas las condiciones de composición y fabricación de la aleación propuestas por la presente invención tenían una excelente calidad de superficie debido a la ausencia de defectos de superficie. Además, el producto del límite elástico y el alargamiento era de 8.500 MPa-% o más. Por lo tanto, el equilibrio entre resistencia y ductilidad era excelente.

Por otro lado, en el caso de los Ejemplos Comparativos 1 y 4, la tasa de enfriamiento CR fue inferior al límite de la presente invención y la fracción de ferrita fue elevada. Por lo tanto, el límite elástico se redujo, y el producto del límite elástico y el alargamiento se deterioró.

10 En el caso del Ejemplo Comparativo 2, la relación 1 excedió los intervalos definidos de la presente invención y la temperatura de laminado en caliente (FDT) excedió los intervalos definidos de la presente invención. Por lo tanto, la superficie enchapada se deterioró por la aparición de defectos de superficie debidos a la cascarilla.

15 En el caso del Ejemplo Comparativo 3, la relación 1 y la tasa de enfriamiento estaban ambas fuera de los intervalos definidos de la presente invención. Por lo tanto, también se deterioró la calidad de la superficie y el producto del límite elástico y el alargamiento.

En el caso del Ejemplo Comparativo 5, la temperatura de bobinado estaba más allá de los intervalos definidos de la presente invención, la resistencia era excesivamente alta. Por lo tanto, se deterioró el alargamiento y, en consecuencia, se deterioró el producto del límite elástico y el alargamiento.

5 En el caso del Ejemplo Comparativo 6, la composición de la aleación satisface los intervalos definidos de la presente invención, pero cuando la temperatura de laminación de acabado fue inferior a Ar3, la fracción de ferrita se produjo excesivamente durante la laminación. Por lo tanto, no se pudo obtener un límite elástico suficiente.

10 Los Ejemplos Comparativos 7 y 8 pueden ser casos en los que la tasa de enfriamiento no satisface los intervalos definidos por la presente invención. Como resultado, las fracciones de ferrita y perlita eran superiores al valor que debe controlar la presente invención, y el rendimiento de bainita era bajo. Por lo tanto, no se pudo obtener un límite elástico suficiente.

Porción (a) en la FIG. 1 es una fotografía de una superficie de una lámina de acero enchapada del Ejemplo Comparativo 2, y la porción (b) de la FIG. 1 es una fotografía de una superficie de una lámina de acero enchapada del Ejemplo Inventivo 1. La FIG. 2 es un gráfico que ilustra el alargamiento hasta el límite elástico de los Ejemplos de la Invención y Comparativos.

15

REIVINDICACIONES

5 1. Una lámina de acero enchapada que tiene una película de enchapado sobre una superficie de una lámina de acero laminada en caliente, en la que la lámina de acero laminada en caliente comprende, en peso, de 0,15 a 0,25% de C, de 0,5% o menos de Si, de 0,5 a 2,0% de Mn, 0,03% o menos de P, 0,015% o menos de S, 0,05% o menos de Al, 0,01% o menos de N, 0,01 a 0,05% de Ti, 0,0005 a 0,01% de B, un equilibrio de Fe, e impurezas inevitables,

en la que los elementos satisfacen la siguiente relación 1, y

en la que la lámina de acero laminada en caliente comprende, por área, del 10 al 30% de ferrita, del 20 al 40% de perlita y del 35 al 55% de bainita, como microestructura,

[Relación 1]

$$0.235[C]+0.0158[Mn]+0.0625[Si]+0.0423[Mo]+0.317[Ti] \\ +1.36[Nb] \leq 0.075$$

10 en la que [C], [Mn], [Si], [Mo], [Ti] y [Nb] representan el contenido de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero en % en peso, respectivamente.

2. La lámina de acero enchapada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que una suma de las fracciones de ferrita, perlita y bainita es igual o superior al 90%.

15 3. La lámina de acero enchapada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que un tamaño promedio de grano de la ferrita es de 20µm o inferior excluyendo 0 µm.

4. La lámina de acero enchapada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que un tamaño promedio de colonia de la perlita es de 30 µm o inferior excluyendo 0 µm.

5. La lámina de acero enchapada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la película de enchapado comprende, en peso, 10% o menos de Mg, 5% o menos de Al, un equilibrio de Zn, e impurezas inevitables.

20 6. La lámina de acero enchapada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la lámina de acero enchapada tiene un límite elástico de 450 a 600 MPa.

7. La lámina de acero enchapada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que un producto de un límite elástico y un alargamiento de la lámina de acero enchapada es de 8.500MPa-% o más.

25 8. La lámina de acero enchapada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la lámina de acero laminada en caliente es un material fino de menos de 2,0 mm de espesor de lámina.

9. Un procedimiento de fabricación de una lámina de acero enchapada, que comprende:

30 recalentar una plancha que comprende, en peso, de 0,15 a 0,25% de C, de 0,5% a menos de Si, de 0,5 a 2,0% de Mn, de 0,03% a menos de P, de 0,015% a menos de S, de 0,05% a menos de Al, de 0,01% a menos de N, de 0,01 a 0,05% de Ti, de 0,0005 a 0,01% de B, un equilibrio de Fe, e impurezas inevitables, a 1100 a 1300°C, en el que los elementos satisfacen la siguiente relación 1;

realizar el laminado final de la plancha recalentada a una temperatura igual o superior a Ar3°C para obtener una lámina de acero laminada en caliente;

enfriar la lámina de acero laminada en caliente a una velocidad de Vc a (Vc+30)°C/s definida por la siguiente ecuación 1, y bobinar la lámina de acero laminada en caliente enfriada; y

35 revestir en caliente consiste al sumergir la lámina de acero laminada en caliente bobinada en un baño de inmersión en caliente,

en el que el laminado de acabado se lleva a cabo en un intervalo de (FDT-20)°C a (FDT+20)°C definido por la siguiente ecuación (2), y

40 en el que el bobinado se realiza en un intervalo de (CT-20)°C a (CT+20)°C definido por la siguiente ecuación 3,

[Relación 1]

$$0.235[C]+0.0158[Mn]+0.0625[Si]+0.0423[Mo]+0.317[Ti] \\ +1.36[Nb] \leq 0.075$$

en el que [C], [Mn], [Si], [Mo], [Ti] y [Nb] representan el contenido de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero en % en peso, respectivamente,

[Ecuación 1]

$$V_c = 159.5 - 156.6[C] + 246.6[Si] - 40.32[Mn] - 25.74[Cr] - 73.26[Ni] - 8820[B] - 1483.2[Ti] + 1108.8[Nb] - 291.6[Mo] - 1092.6[V]$$

5 en el que [C], [Si], [Mn], [Cr], [Ni], [B], [Ti], [Nb], [Mo] y [V] representan el contenido de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero en % en peso, respectivamente,

[Ecuación 2]

$$FDT(^{\circ}C) = 1602.1 - 353[C] + 43.9[Si] - 74.1[Mn] - 20.4[Cu] - 19.9[Cr] - 45.6[Ni] - 80[Mo]$$

en el que [C], [Si], [Mn], [Cu], [Cr], [Ni] y [Mo] representan el contenido de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero en % en peso, respectivamente,

[Ecuación 3]

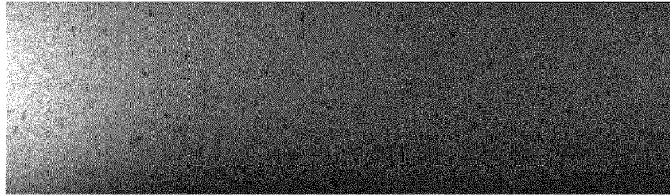
$$CT = 751.7 - 357.3[C] - 86.3[Mn] - 35[Si] - 73[Cr] - 36[Ni] - 84.4[Mo]$$

10 en el que [C], [Mn], [Si], [Cr], [Ni] y [Mo] representan el contenido de los elementos correspondientes contenidos en la lámina de acero en % en peso, respectivamente.

10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el baño de inmersión en caliente comprende, en peso, 10% o menos de Mg, 5% o menos de Al, un equilibrio de Zn, e impurezas inevitables.

【FIG. 1】

(a)



(b)

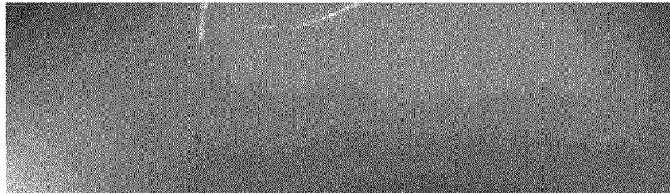


FIG. 21

