

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 049**

51 Int. Cl.:

C22C 38/58	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)		
C22C 38/50	(2006.01)		
C22C 38/48	(2006.01)		
C22C 38/46	(2006.01)		
C22C 38/44	(2006.01)		
C21D 8/02	(2006.01)		
C21D 9/46	(2006.01)		
C21D 1/18	(2006.01)		
C22C 38/02	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.08.2016** **PCT/KR2016/009079**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.03.2017** **WO17034216**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2016** **E 16839505 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024** **EP 3339464**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza**

30 Prioridad:

21.08.2015 KR 20150117985

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

IM, YOUNG-ROC y
JANG, JUN-SANG

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 986 049 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

Procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza

[Campo técnico]

5 La presente divulgación se refiere a un procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza utilizada en diversos campos.

[Técnica antecedente]

Una chapa de acero que tiene una alta dureza es excelente en términos de resistencia al desgaste y capacidad de soporte de carga, por lo tanto, garantiza una larga vida útil, así como durabilidad, y se utiliza en diversos componentes.

10 En detalle, en el caso del acero resistente al desgaste, un grado de acero se define en la base a la dureza Brinell, y el acero se fabrica para tener diversos niveles de dureza, desde un grado de dureza Brinell (HB) de 350 a un grado HB de 600, de acuerdo con la técnica relacionada.

15 Además, una chapa de acero que tenga alta dureza también tiene una alta resistencia, y por lo tanto puede incluso utilizarse en un campo que requiera una estructura que tenga alta resistencia, tal como un miembro de colisión o un miembro de refuerzo. Además, la chapa de acero descrita anteriormente puede tener un buen valor económico en términos de ligereza y eficiencia.

En el caso de la chapa de acero de alta dureza descrita anteriormente, una chapa de acero se transforma en fase a una estructura de martensita o bainita en un procedimiento de enfriamiento desde un intervalo de temperatura de austenita a temperatura ambiente, por lo que generalmente se proporciona una alta dureza y resistencia, la cual tiene una estructura de transformación a baja temperatura.

20 Sin embargo, en la técnica anterior, se utilizan diversos componentes y procedimientos de control de procedimientos para obtener la dureza requerida de acuerdo con un componente, pero no se proporciona un criterio para la adquisición unificada de la dureza. El documento JP2007 277678 A divulga una chapa de acero laminada en caliente con una composición específica, teniendo el acero una microestructura cuya fracción de estructura martensítica cuyo diámetro medio de partícula de austenita anterior es de 20 micrómetros o menos es del 95 % o más y la dureza Brinell es de 470 o más.

[Divulgación]**[Problema técnico]**

30 La presente invención proporciona un procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza que tiene una dureza Brinell de 500 HB o más estableciendo una composición de acero de acuerdo con una relación de contenido mínimo de carbono para obtener una dureza Brinell de 500 HB o más.

[Solución técnica]

La invención es como se indica en la reivindicación adjunta.

35 La invención proporciona un procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza, teniendo el procedimiento de fabricación de una chapa de acero, una microestructura que incluye 95 % en volumen o más de una fase martensita y una dureza Brinell de 500 HB o más, incluye laminado en caliente y enfriado de una plancha de acero que incluye carbono (C): 0,05 % en peso a 0,3 % en peso, silicio (Si): 0,5 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), manganeso (Mn): 2,5 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), cromo (Cr): 1,5 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), molibdeno (Mo): 1,0 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), níquel (Ni): 1,0 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), niobio (Nb): 0,1 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), titanio (Ti): 0,1 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), vanadio (V): 0,1 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), boro (B): 0,01 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), aluminio (Al): 0,1 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), un equilibrio de hierro (Fe) y otras impurezas inevitables, como chapa de acero laminada en caliente, en la que un contenido mínimo de carbono (C) satisface la Relación(1).

$$C(\text{un contenido de carbono (C)}) \geq 0,481 - 0,104Mn - 0,035Si - 0,098Cr - 0,054Ni - 0,035Mo - 0,0003C.R.$$

[Relación 1]

45 En este caso, Mn, Si, Cr, Ni, y Mo son valores que representan el contenido de cada elemento en % en peso, C.R. es un valor que representa una tasa de enfriamiento durante el enfriamiento de una chapa de acero laminada en caliente, y la unidad de esta es °C/seg.

[Efectos ventajosos]

De acuerdo con la presente divulgación, con el fin de fabricar una chapa de acero que incluya una microestructura que tenga un 95 % en volumen o más de una fase martensítica y una dureza Brinell de 500 HB o más, puede diseñarse un componente de una chapa de acero más económico y unificado.

5 [Mejor modo para la invención]

La técnica anterior relacionada con una chapa de acero de alta dureza ha propuesto diversos componentes y procedimientos de control del procedimiento con el fin de obtener un nivel de dureza requerido, de acuerdo con los componentes, pero no proporciona un criterio de componente para la adquisición unificada de la dureza.

10 Por lo tanto, los presentes inventores han llevado a cabo estudios y experimentos sobre las condiciones de diseño de componentes para asegurar un nivel de dureza requerido, cuando una microestructura de una chapa de acero se forma para tener el 95 % en volumen o más de una estructura de martensita con el fin de asegurar un alto nivel de dureza y resistencia, y la presente invención se ha completado en base a los resultados de estos.

15 En otras palabras, una de las principales características técnicas de la presente invención es proporcionar las condiciones de un diseño de componente para asegurar un nivel de dureza requerido cuando una microestructura de una chapa de acero está formada como el 95 % en volumen o más de una estructura de martensita con el fin de asegurar una dureza y resistencia altas, y por lo tanto, fabricar más económicamente una microestructura que incluya el 95 % en volumen o más de una fase de martensita y una chapa de acero que tenga una dureza Brinell de 500 HB o más, y obtener una dureza unificada.

20 En lo sucesivo, se describirá una chapa de acero fabricada de acuerdo con un aspecto preferente de la presente invención.

Carbono (C): 0,05 % en peso a 0,3 % en peso (en lo sucesivo, denominado "%")

El contenido de carbono (C) es del 0,05 % al 0,3 %.

25 Cuando el contenido de carbono es menor que 0,05 %, puede resultar difícil que se produzca la transformación martensítica a partir de una región de austenita durante el enfriamiento. Cuando el contenido de carbono excede el 0,3 %, puede resultar difícil garantizar la estabilidad de un componente debido al aumento de la fragilidad del acero.

El contenido de carbono (C) puede ser de 0,19 % en peso a 0,3 %.

Silicio (Si): 0,5 % o menos (excluyendo el 0 %)

El contenido de silicio (Si) es 0,5 % o menos (excluyendo el 0 %).

30 El silicio es un elemento de aleación preferente en aplicaciones en las cuales se utiliza la dureza, ya que el silicio aumenta la resistencia al desgaste del acero. Sin embargo, cuando una cantidad de Si es excesiva, las propiedades de superficie y de enchapado del acero se vuelven deficientes, y no se puede realizar una austenización completa durante el recalentamiento.

El contenido de silicio (Si) puede ser de 0,21 % al 0,5 %. El contenido de silicio (Si) puede ser de 0,253 % al 0,34 %.

Manganeso (Mn): 2,5 % o menos (excluyendo el 0 %) y Cromo (Cr): 1,5 % o menos (excluyendo el 0 %)

35 El manganeso (Mn) y el cromo (Cr) son elementos que reducen significativamente las temperaturas de transformación en martensita, y el manganeso y el cromo son elementos, los cuales pueden utilizarse económicamente como elementos de bajo coste, ya que el manganeso y el cromo tienen un efecto de reducción de la temperatura de transformación menor que el del carbono, entre los elementos que generalmente se añaden al acero.

40 Un límite superior del contenido de manganeso se limita al 2,5 %, y un límite superior del contenido de cromo se limita al 1,5 %.

Cuando los contenidos de manganeso y cromo son excesivamente altos, la austenita puede permanecer a temperatura ambiente, por lo que puede que no se obtenga el 95 % en volumen o más de una estructura martensítica, una cantidad objetivo.

45 El contenido de manganeso es de 0 % a 2,5 %. El contenido de manganeso puede ser de 1,4 % al 2,5 % o de 2,1 % al 2,5 %.

Molibdeno (Mo): 1,0 % o menos (excluyendo el 0%) y Níquel (Ni): 1,0 % o menos (excluyendo el 0%)

El molibdeno (Mo) y el níquel (Ni) son elementos que reducen una temperatura de inicio de transformación en martensita.

Sin embargo, el grado de reducción de una temperatura de inicio de transformación en martensita es más pequeño que los del Mn y el Cr. Debido a que son elementos relativamente costosos, un límite superior de una cantidad de adición de cada uno de estos elementos está limitado al 1,0 %.

Niobio (Nb): 0,1 % o menos (excluyendo el 0 %) y Titanio (Ti): 0,1% o menos (excluyendo el 0 %)

Cada uno de niobio (Nb) y titanio (Ti) se añade en una cantidad de 0,1 % o menos (excluyendo el 0 %), y puede tener un efecto de mejora de las características de impacto de una chapa de acero a través del refinamiento de grano de austenita. Sin embargo, la adición excesiva de Nb y Ti puede provocar el engrosamiento del carbonitruro de Nb, fijando los límites de grano, por lo que puede perderse el efecto de refinamiento del grano de cristal. Por lo tanto, el límite superior de cada uno de Nb y Ti se limita al 0,1 %.

Por otra parte, cuando se añade B, el Ti puede añadirse esencialmente para proteger al B del N. El titanio (Ti) reacciona primero con el carbono o el nitrógeno en el acero, por lo que se forma TiC o TiN. Por lo tanto, se puede aumentar el efecto de adición de boro (B). En este caso, el contenido de titanio (Ti) puede satisfacer la Relación 2 dependiendo de la estequiometría, con respecto a una cantidad de nitrógeno en el acero.

[Relación 2]

$$Ti(wt\%) > N(wt\%) \times 3,42$$

Vanadio (V): 0,1 % o menos (excluyendo el 0 %)

El vanadio (V) se añade en una cantidad del 0,1 % o menos (excluyendo el 0 %), y puede servir para evitar el endurecimiento por precipitación a través de la formación de carburos finos de V y el deterioro de las propiedades físicas de una porción soldada.

Cuando una cantidad de adición de V es excesiva, el efecto descrito anteriormente puede reducirse debido al engrosamiento de un carburo, de modo que un límite superior del contenido de V se limita al 0,1 %.

Boro (B): 0,01 % o menos (excluyendo el 0 %)

El boro (B) se añade en una cantidad de 0,01 % o menos (excluyendo el 0 %), y B es un elemento que aumenta significativamente la capacidad de endurecimiento del acero al inhibir la nucleación de ferrita y perlita. Incluso cuando el grosor de acero es grande, su utilización es significativa.

En la presente invención, se puede proporcionar una microestructura final con un 95 % en volumen o más de martensita. Su procedimiento de fabricación no está particularmente limitado, por lo que se puede añadir B para asegurar la capacidad de endurecimiento según sea necesario. Sin embargo, cuando el contenido de B se añade en exceso, el B puede más bien actuar como un sitio de nucleación en la ferrita o perlita para deteriorar la capacidad de endurecimiento, por lo que un límite superior del contenido de B se limita a 0,01 %.

Aluminio (Al): 0,1 % o menos (excluyendo el 0 %)

El aluminio (Al) se añade para la desoxidación y el refinamiento del grano, y el contenido de Al se limita a 0,1 % o menos (excluyendo el 0 %).

El resto de los elementos excluidos descritos anteriormente incluyen el hierro (Fe) y otras impurezas inevitables.

En la presente invención, un contenido de carbono (C) satisface la Relación (1).

$$C(\text{un contenido de carbono } \{C\}) \geq 0,481 - 0,104Mn - 0,035Si - 0,068Cr - 0,054Ni - 0,035Mo - 0,0003C.R. \quad [Relación 1]$$

En este caso, Mn, Si, Cr, Ni, y Mo son valores que representan el contenido de cada elemento en % en peso, C.R. es un valor que representa una tasa de enfriamiento durante el enfriamiento de una chapa de acero laminada en caliente, y la unidad de esta es °C/seg.

La relación (1) representa un contenido de un carbono (C) para obtener una dureza Brinell de 500 HB o más a partir de una composición de silicio (Si), manganeso (Mn), cromo (Cr), molibdeno (Mo), níquel (Ni), y cromo (Cr).

Incluso cuando el contenido de carbono (C) satisface de 0,05 % en peso a 0,3 % en peso, en un caso en el cual no se satisface la Relación (1), puede no obtenerse una dureza Brinell de 500 HB o más.

La relación (1) puede diseñarse utilizando, por ejemplo, la Relación (3).

$$HB \text{ (dureza Brinell)} = 100,4 + 830,5^{\circ}C + 86,5^{\circ}Mn + 28,8^{\circ}Si + 73,4^{\circ}Cr + 44,5^{\circ}Ni + 28,8^{\circ}Mo + 0,252^{\circ}C.R. \quad [\text{Relación 3}]$$

- 5 En este caso, C, Mn, Si, Cr, Ni, y Mo son valores que representan el contenido de cada elemento en % en peso, C.R. es un valor que representa una tasa de enfriamiento durante el enfriamiento de una chapa de acero laminada en caliente, y la unidad de esta es °C/seg.

La relación (1) con respecto a un contenido mínimo de carbono para HB ≥ 500 puede derivarse de la Relación (3).

- 10 Además, utilizando la Relación (3) dentro de un intervalo de componentes de chapa de acero de la presente invención, pueden derivarse las condiciones de diseño de elementos de aleación adecuadas para obtener cualquier nivel de dureza requerido de 350 HB o más.

Una microestructura de una chapa de acero fabricada de acuerdo con la presente invención incluye un 95 % en volumen o más de una fase martensita.

- 15 Cuando una fracción de la fase de martensita es menos que el 95 % en volumen, puede resultar difícil asegurar la resistencia y dureza objetivo.

La microestructura de una chapa de acero de acuerdo con la presente invención puede incluir una o dos de ferrita y bainita, en una cantidad menor que el 5,0% en volumen, como estructura de segunda fase, distinta de la martensita.

La chapa de acero de acuerdo con la presente invención tiene una dureza Brinell de 500 HB o más.

- 20 En lo sucesivo, se describirá un procedimiento de fabricación de una chapa de acero de acuerdo con la presente invención.

- 25 En un procedimiento de fabricación de una chapa de acero de acuerdo con la presente invención, después de una plancha de acero que incluye carbono (C): 0,05 % en peso a 0,3 % en peso, silicio (Si): 0,5% en peso o menos (excluyendo el 0%), manganeso (Mn): 2,5 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), cromo (Cr): 1,5 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), molibdeno (Mo): 1,0 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), níquel (Ni): 1,0 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), niobio (Nb): 0,1 % en peso o menos (excluido el 0 %), titanio (Ti): 0,1 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), vanadio (V): 0,1 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), boro (B): 0,01 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), aluminio (Al): 0,1 % en peso o menos (excluyendo el 0 %), un balance de hierro (Fe) y otras impurezas inevitables es laminado en caliente como una chapa de acero laminada en caliente, la chapa de acero laminada en caliente es enfriada, por lo que se fabrica una chapa de acero que tiene una fase martensita que incluye el 95 % en volumen o más de una microestructura y 500 HB o más de dureza Brinell.

Un contenido de carbono (C) en la plancha de acero satisface la Relación (1).

$$C \text{ (un contenido de carbono (C))} \geq 0,481 - 0,104Mn - 0,035Si - 0,088Cr - 0,054Ni - 0,035Mo - 0,0003C.R. \quad [\text{Relación 1}]$$

- 35 En este caso, Mn, Si, Cr, Ni, y Mo son valores que representan el contenido de cada elemento en % en peso, C.R. es un valor que representa una tasa de enfriamiento durante el enfriamiento de una chapa de acero laminada en caliente, y la unidad de esta es °C/seg.

Antes de que la plancha de acero sea laminada en caliente como una chapa de acero laminada en caliente, una plancha de acero puede ser recalentada.

Las condiciones para recalentar una placa no están particularmente limitadas, y las condiciones son suficientes siempre que se permita la homogeneización.

- 40 La temperatura de recalentamiento de la placa es preferentemente de 1100 °C a 1300 °C.

Preferentemente, las condiciones de laminado en caliente no están limitadas, y una temperatura de laminado de acabado en caliente es suficiente siempre que se permita la austenización.

La temperatura de laminado de acabado en caliente es de 870 °C a 930 °C, y el laminado en caliente completo puede realizarse dentro de un intervalo de temperaturas de 1150 °C a una temperatura de laminado de acabado en caliente, después de la extracción de un horno de calentamiento.

5 Una tasa de enfriamiento durante el enfriamiento de la chapa de acero laminada en caliente es de 20 °C/seg a 150 °C/seg.

Una temperatura final de enfriamiento durante el enfriamiento de la chapa de acero laminada en caliente es el punto Ms (una temperatura de inicio de transformación en martensita) o inferior, y no está particularmente limitada siempre que una temperatura final de enfriamiento permita obtener un 95 % en volumen o más de una fase martensita.

[Modo para la invención]

10 En lo sucesivo, se describirá con mayor detalle la presente divulgación con referencia a ejemplos. Los ejemplos son sólo para ilustrar la presente invención, y la presente invención no se limita a ellos.

(Ejemplo)

Se realizó un experimento utilizando 17 tipos de acero de A al Q que tienen las composiciones (unidad: % en peso) ilustradas en la Tabla 1.

15 Las composiciones de aceros de la Tabla 1 satisfacen un intervalo de composición de la presente invención.

Después de fabricar una chapa de acero que tenga la composición de acero de la Tabla 1 que tenga un grosor de 30 mm y un ancho de 200 mm, la chapa de acero se recalentó durante 180 minutos a 1200 °C. A continuación, la chapa de acero, que ha sido recalentada, se laminó en caliente a una temperatura de acabado en caliente de 900 °C, y se fabricó una chapa de acero laminada en caliente que tiene un espesor de 3,0 mm. A continuación, la chapa de acero se enfrió a 200 °C a una tasa de enfriamiento de la Tabla 2.

20 Se midieron la dureza Brinell (HB) y una microestructura de la chapa de acero laminada en caliente fabricada como se ha descrito anteriormente, y los resultados de estas se ilustran en la Tabla 2.

Una segunda estructura de fase de la Tabla 2 indica una segunda estructura de fase, distinta de la martensita. Además, una estructura distinta de una segunda estructura de fase es martensita, y el 100 % de martensita se denomina 100 %M.

En la segunda estructura de fase descrita anteriormente, F indica ferrita, B indica bainita, y M indica martensita.

Además, en la Tabla 2, se ilustra un contenido de carbono requerido obtenido por la Relación (1), un contenido de carbono real, y una diferencia entre el contenido real y el contenido de carbono requerido.

[Tabla 1]

Acero	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Ti	Nb	V	B
A	0,081	0,298	1,85	0,498	0,101	0,008	0,03	0,006	0,032	0,006	0,0002
B	0,121	0,351	2,11	0,313	0,798	0,012	0,032	0,025	0,023	0,005	0,0017
C	0,195	0,354	2,01	0,297	0,006	0,812	0,031	0,029	0,025	0,003	0,0016
D	0,152	0,248	1,49	0,296	0,008	0,011	0,033	0,03	0,056	0,005	0,003
E	0,242	0,432	1,72	0,411	0,312	0,013	0,036	0,03	0,003	0,006	0,0033
F	0,148	0,243	1,48	0,607	0,012	0,005	0,034	0,029	0,004	0,004	0,0032
G	0,148	0,24	1,48	0,3	0,007	0,007	0,035	0,098	0,005	0,005	0,0033
H	0,297	0,253	1,51	0,3	0,211	0,006	0,035	0,03	0,007	0,002	0,0016
I	0,212	0,25	1,49	1,1	0,203	0,008	0,035	0,03	0,022	0,098	0,0029

(Continuación)											
Acero	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Ti	Nb	V	B
J	0,2	0,249	1,47	0,3	0,011	0,021	0,03	0,029	0,005	0,003	0,0029
K	0,252	0,254	2,31	0,125	0,012	0,015	0,033	0,03	0,032	0,005	0,0028
L	0,198	0,243	1,49	0,297	0,015	0,023	0,034	0,03	0,008	0,004	0,0031
M	0,199	0,254	1,47	1,12	0,012	0,015	0,033	0,03	0,032	0,005	0,0028
N	0,2	0,207	1,47	0,3	0,011	0,014	0,034	0,098	0,045	0,002	0,0025
O	0,26	0,297	2,11	0,02	0,101	0,005	0,027	0,007	0,022	0,011	0,0003
P	0,27	0,212	1,51	0,52	0,112	0,012	0,021	0,005	0,023	0,012	0,0020
Q	0,232	0,491	1,78	0,298	0,005	0,003	0,026	0,021	0,015	0,055	0,0018

[Tabla 2]

Clasificación	Acero	Ms (°C)	Tasa de enfriamiento (°C/seg)	Contenido de carbono requerido (% en peso, Relación 1) ①	Contenido real de carbono (% en peso) ②	②-①	Dureza Brinell (HB)	Segunda estructura de fase
Ejemplo 1 comparativo	A	432	100	0,200	0,081	-0,119	395	F8 %, B11 %
Ejemplo 2 comparativo	B	401	50	0,178	0,121	-0,057	445	F2 %, B3 %
Ejemplo 1 inventivo	C	381	50	0,174	0,195	0,021	519	B3 %
Ejemplo 3 comparativo	D	433	50	0,275	0,152	-0,123	404	F1\$. B4 %
Ejemplo 2 inventivo	E	387	35	0,229	0,242	0,013	505	F1 %, B3 %
Ejemplos inventivos	E	379	70	0,218	0,242	0,024	523	100 %M
Ejemplo 4 comparativo	F	425	50	0,249	0,148	-0,101	405	B4 %
Ejemplo 5 comparativo	G	434	20	0,286	0,148	-0,138	364	F6 %, B7 %
Ejemplo 4 inventivo	H	380	50	0,266	0,297	0,031	531	B3 %

(Continuación)								
Clasificación	Acero	Ms (°C)	Tasa de enfriamiento (°C/seg)	Contenido de carbono requerido (% en peso, Relación 1) ①	Contenido real de carbono (% en peso) ②	②-①	Dureza Brinell (HB)	Segunda estructura de fase
Ejemplos inventivos	I	379	35	0,202	0,212	0,010	511	100 %M
Ejemplo 6 comparativo	J	411	35	0,281	0,2	-0,081	437	F2 %, B2 %
Ejemplo 6 inventivo	K	372	100	0,190	0,252	0,062	551	100 %M
Ejemplo 7 comparativo	L	417	35	0,279	0,198	-0,081	440	F2 %, B2 %
Ejemplo 8 comparativo	M	394	20	0,213	0,199	-0,014	491	F1 %, B3 %
Ejemplo 9 comparativo	N	417	70	0,272	0,2	-0,072	448	B4 %
Ejemplo 7 inventivo	O	377	80	0,222	0,26	0,038	527	B3 %
Ejemplos inventivos	P	386	50	0,251	0,27	0,019	510	B2 %
Ejemplo 9 inventivo	Q	396	100	0,222	0,232	0,010	502	B3 %

Como se ilustra en la Tabla 2, de acuerdo con la presente invención, en el caso de los Ejemplos Inventivos 1 a 9, en los cuales un contenido real de carbono es mayor que un contenido de carbono requerido se confirma que un valor de dureza Brinell (HB) es 500 HB o más.

5 Por otra parte, en el caso de los Ejemplos comparativos 1 a 9, en los cuales un contenido real de carbono es más pequeño que un contenido de carbono requerido se confirma que un valor de dureza Brinell es menor que 500 HB.

Aunque se han mostrado y descrito anteriormente realizaciones ejemplares, el ámbito de la presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza, teniendo el procedimiento de fabricación de una chapa de acero, una microestructura que comprende el 95 % en volumen o más de una fase martensita y una dureza Brinell de 500 HB o más, que comprende: el laminado en caliente de acabado a 870 °C a 930 °C y el enfriamiento de una plancha de acero que consiste en carbono (C): 0,05 % en volumen a 0,3 % en volumen, silicio (Si): más de 0 % en volumen a 0,5 % en volumen o menos, manganeso (Mn): más de 0 % en volumen a 2,5 % en volumen o menos, cromo (Cr): más de 0 % en volumen a 1,5 % en volumen o menos,

molibdeno (Mo): más de 0 % en peso a 1,0 % en peso o menos, níquel (Ni): más de 0 % en peso a 1,0 % en peso o menos, niobio (Nb): más de 0 % en peso a 0,1 % en peso o menos,

titanio (Ti): más de 0 % en volumen a 0,1 % en volumen o menos, vanadio (V): más de 0 % en volumen a 0,1 % en volumen o menos, boro (B): más de 0 % en volumen a 0,01 % en volumen o menos, aluminio (Al): más de 0 % en volumen a 0,1 % en volumen o menos, un equilibrio de hierro (Fe) y otras impurezas inevitables, como una chapa de acero laminada en caliente, en la que un contenido de carbono (C) satisface la Relación (1),

en el que una tasa de enfriamiento durante el enfriamiento de la chapa de acero laminada en caliente es de 20 °C/seg a 150 °C/seg,

en el que una temperatura final de enfriamiento durante el enfriamiento de la chapa de acero laminada en caliente es el punto Ms, el cual es una temperatura de inicio de transformación de martensita, o inferior,

[Relación 1]

$C \text{ (un contenido de carbono (C))} \geq$

$0,481 - 0,104Mn - 0,035Si - 0,088Cr - 0,054Ni - 0,035Mo - 0,0003C.R.$

donde Mn, Si, Cr, Ni, y Mo son valores que representan el contenido de cada elemento en % en peso, C.R. es un valor que representa una tasa de enfriamiento durante el enfriamiento de una chapa de acero laminada en caliente, y la unidad de esta es °C/seg.

2. El procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza de la reivindicación 1, en el que el contenido de carbono (C) es de 0,19 % a 0,3 %.

3. El procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza de la reivindicación 1, en el que el contenido de silicio (Si) es de 0,21 % a 0,5 %.

4. El procedimiento de fabricación de una chapa de acero de alta dureza de la reivindicación 1, en el que el contenido de manganeso es de 1,4 % a 2,5 %.