

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 387**

51 Int. Cl.:

<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/46</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/58</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/48</b>	(2006.01)
<b>C21D 8/02</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/50</b>	(2006.01)
<b>C21D 6/00</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/52</b>	(2006.01)
<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/54</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/02</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/04</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/42</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/44</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/JP2014/001424**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14148015**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14770563 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019 EP 2947170**

54 Título: **Chapa de acero inoxidable**

30 Prioridad:

**19.03.2013 JP 2013056715**

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

**04.06.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FUJISAWA, MITSUYUKI;  
OTA, HIROKI y  
OGATA, HIROYUKI**

74 Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

ES 2 715 387 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

Chapa de acero inoxidable

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una chapa de acero inoxidable en la que se forma una estructura de martensita llevando a cabo un temple. La chapa de acero inoxidable según la presente invención puede usarse preferiblemente para fabricar discos de freno.

10

**Técnica anterior**

Hoy en día, la chapa de acero inoxidable en la que se forma una estructura de martensita llevando a cabo un temple (a continuación en el presente documento, denominada "chapa de acero inoxidable") se usa para los discos de freno de motocicletas y bicicletas. Por ejemplo, el documento de patente 1 y el documento de patente 2 divulgan chapas de acero inoxidable excelentes en cuanto a la resistencia al ablandamiento por revenido después de llevar a cabo un temple que se obtienen optimizando la composición química de acero como chapas de acero inoxidable que pueden usarse para los discos de freno de motocicletas y bicicletas.

15

20

Sin embargo, actualmente, se usa hierro colado como material para los discos de freno para automóviles en lugar de la chapa de acero inoxidable. Dado que la forma de los discos de freno para automóviles es diferente de la de aquellos para motocicletas o bicicletas, es necesario llevar a cabo una conformación intensa (por ejemplo, conformación acompañada de una gran cantidad de deformación) con el fin de fabricar discos de freno para automóviles a partir de una chapa de acero. Por tanto, no pueden usarse las chapas de acero inoxidable según el documento de patente 1 y el documento de patente 2 a causa de su falta de conformabilidad.

25

Sin embargo, dado que la chapa de acero inoxidable presenta una mejor resistencia al calor que el hierro colado, puede realizarse un ahorro de peso de automóviles debido a la reducción de tamaño del disco de freno usando la chapa de acero inoxidable. Además, dado que la chapa de acero inoxidable presenta una alta resistencia a la corrosión además de una mejor resistencia al calor que el hierro colado, es menos probable que la chapa de acero inoxidable se oxide. Por tanto, se considera que el disco de freno compuesto por la chapa de acero inoxidable también es excelente en cuanto al aspecto.

30

El documento PTL 3 describe un acero inoxidable martensítico para un rotor de freno de disco que comprende, en % en masa, C: 0,04-0,10 %, Si: 0-1,0 %, Mn: 0,1-2,0 %, P: 0-0,04 %, S: 0-0,01 %, Cr: mayor que del 11,5 al 13,5 %, Al: 0-0,1 %, N: 0-0,04 %, Cu: 0-1,0 %, Ni: 0-1,0 %, Ti: 0-0,03 % y uno o más de Nb: 0,01-0,08 % y V: 0,05-0,5 %, en el que el valor de GP expresado por la siguiente fórmula es de al menos el 50 (%):  $GP(\%) = 700C(\%) + 800N(\%) + 20Ni(\%) + 10[Cu(\%) + Mn(\%)] - 6,2Cr(\%) - 9,2Si(\%) - 9,3Mo(\%) - 14V(\%) - 74,4Ti(\%) - 37,2Al(\%) + 63,2$ .

35

El documento PTL4 describe una chapa de acero para un disco de freno, que comprende, basándose en % en masa: el 0,02 % o más y menos del 0,10 % de C, el 0,6 % o menos de Si, más del 0,5 % y el 2,0 % o menos de Mn, el 0,06 % o menos de P, el 0,01 % o menos de S, el 0,05 % o menos de Al, del 11,0 % al 13,5 % de Cr, del 0,01 % al 0,30 % de Ni, del 0,10 % al 0,60 % de Nb, el 0,03 % o más y menos del 0,10 % de N, más del 0,0010 % y el 0,0060 % o menos de B, y siendo el resto Fe e impurezas fortuitas, en la que la chapa de acero después del temple tiene una dureza de 32 HRC a 40 HRC en cuanto a la escala C de dureza Rockwell (HRC), y la chapa de acero satisface las expresiones (1) a (3) :

40

45

$$420C + 470N + 23Ni + 9Cu + 7Mn - 11,5Cr - 11,5Si - 12Mo - 47Nb - 52Al - 49Ti - 23V + 189 \geq 85 \quad (1)$$

50

$$0,04 \leq C + N - 13(Nb/93 + Ti/48 + Zr/91 + V/51) - 14B/11 \leq 0,09 \quad (2)$$

$$C - 12(Nb/93 + Ti/48 + Zr/91 + V/51 + Mo/96 + Ta/181 + W/184) \leq 0,045 \quad (3)$$

55

El documento PTL5 describe un acero que contiene Cr con alta resistencia al calor para un disco de freno que tiene una composición que está compuesta por, en % en masa, del 0,01 al 0,10 % de C, del 0,3 al 2,5 % de Mn,  $\leq 0,5$  % de Si,  $\leq 0,04$  % de P,  $\leq 0,008$  % de S, del 10,5 al 14,5 % de Cr,  $\leq 0,10$  % de Al, del 0,030 al 0,080 % de N, del 0,05 al 0,60 % de Nb, del 0,1 al 1,5 % de Ni, adicionalmente  $\leq 0,0050$  % de B dentro del intervalo que satisface una relación de  $B/N \geq 0,030$ , adicionalmente del 0,05 al 2,5 %, en total, de uno o más elementos seleccionados de Cu, V, Mo, W, Ta y Ti, y el resto Fe con impurezas inevitables.

60

El documento PTL6 describe una plancha de acero inoxidable martensítico para un rotor de freno de disco de bicicleta. La plancha de acero inoxidable martensítico se basa en un acero inoxidable de bajo contenido en carbono y bajo contenido en nitrógeno que satisface C: 0,070-0,120 % y N: 0,015-0,060 %, con C+N: 0,09-0,15 %. La plancha de acero inoxidable martensítico está caracterizada porque contiene Cu: el 0,1 % o menos y Mn: 1,0-1,4 %, el resto es Fe e impurezas inevitables,  $\gamma_p$ , que es un índice que representa el equilibrio de fases durante el laminado en caliente, es de 80-120, y la dureza HRC después del temple es de 38-44.

65

**Lista de referencias****Bibliografía de patentes**

- 5 PTL 1: Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2002-146489
- PTL 2: Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2004-346425
- 10 PTL 3: Documento EP 1 199 374 A1
- PTL 4: Documento EP 2 439 304 A1
- 15 PTL 5: Documento JP 2007 247027 A
- PTL 6: Documento WO 2012/157680 A1

**Sumario de la invención****20 Problema técnico**

La presente invención se ha completado con el fin de resolver el problema descrito anteriormente, y un objetivo de la presente invención es proporcionar una chapa de acero inoxidable excelente en cuanto a la conformabilidad que haga posible fabricar discos de freno para automóviles llevando a cabo una conformación intensa.

**25 Solución al problema**

Los presentes inventores, con el fin de resolver el problema descrito anteriormente, efectuaron con diligencia investigaciones enfocadas en una microestructura de una chapa de acero inoxidable en un procedimiento de fabricación y una microestructura de la chapa de acero inoxidable después del procedimiento de fabricación. En el presente documento, la microestructura de la chapa de acero inoxidable en un procedimiento de fabricación es una microestructura de fase dual que incluye una estructura de ferrita y una estructura de austenita obtenidas en un procedimiento de fabricación tal como colada y laminado en caliente llevado a cabo a una alta temperatura. Además, la microestructura de la chapa de acero inoxidable después del procedimiento de fabricación es una estructura de ferrita. En la primera microestructura, tienden a producirse grietas en límites de grano debido a las diferencias de resistencia a alta temperatura y de deformabilidad entre las estructuras constituyentes de la microestructura de fase dual, en particular, cuando se lleva a cabo un laminado en caliente. Se conoce un método para suprimir tales grietas debido al endurecimiento de límites de grano añadiendo B. Sin embargo, la conformabilidad de la chapa de acero inoxidable después del procedimiento de fabricación que tiene una estructura de ferrita se deteriora debido a la adición de B.

Los presentes inventores encontraron que, al tiempo que se mantiene el efecto de suprimir grietas en la chapa de acero inoxidable en un procedimiento de fabricación que tiene una microestructura de fase dual que consiste en una estructura de ferrita y una estructura de austenita añadiendo B, es posible lograr una alta conformabilidad como resultado de suprimir un deterioro de la conformabilidad de la chapa de acero inoxidable después del procedimiento de fabricación que tiene una estructura de ferrita debido a la adición de B añadiendo una determinada cantidad de V con respecto a la cantidad de B, lo que ha conducido a completar la presente invención. Más específicamente, se proporcionan las siguientes invenciones.

50 (1) Una chapa de acero inoxidable en la que se forma una estructura de martensita llevando a cabo un temple, que tiene una composición química que consiste, en % en masa, en C: el 0,015 % o más y menos del 0,100 %, Si: el 0,01 % o más y el 1,00 % o menos, Mn: el 0,01 % o más y el 2,00 % o menos, P: el 0,040 % o menos, S: el 0,030 % o menos, Cr: el 10,0 % o más y menos del 14,0 %, Ni: el 0,01 % o más y el 0,70 % o menos, Al: el 0,001 % o más y el 0,200 % o menos, N: el 0,005 % o más y el 0,080 % o menos, O: el 0,0060 % o menos, B: el 0,0002 % o más y el 0,0020 % o menos, V: el (10 × contenido en B (%))% o más y el 0,050 % o menos, opcionalmente Ca: el 0,0003 % o más y el 0,0030 % o menos, opcionalmente al menos uno seleccionado de Nb: el 0,01 % o más y el 0,10 % o menos, y Ti: el 0,01 % o más y el 0,40 % o menos, opcionalmente al menos uno seleccionado de Mo: el 0,01 % o más y el 0,30 % o menos, Cu: el 0,01 % o más y el 1,20 % o menos, y Co: el 0,01 % o más y el 0,20 % o menos, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

60 (2) La chapa de acero inoxidable según (1), V: el (20 × contenido en B (%))% o más y el 0,050 % o menos.

(3) La chapa de acero inoxidable según (1) o (2), conteniendo la composición química, en % en masa, al menos uno seleccionado de Nb: el 0,01 % o más y el 0,10 % o menos y Ti: el 0,010 % o más y el 0,40 % o menos.

65 (4) La chapa de acero inoxidable según una cualquiera de (1) a (3), conteniendo la composición química, en % en

masa, al menos uno seleccionado de Mo: el 0,01 % o más y el 0,30 % o menos, Cu: el 0,01 % o más y el 1,20 % o menos, y Co: el 0,01 % o más y el 0,20 % o menos.

5 (5) La chapa de acero inoxidable según una cualquiera de (1) a (4), conteniendo la composición química, en % en masa, Ca: el 0,0003 % o más y el 0,0030 % o menos.

### Efectos ventajosos de la invención

10 La chapa de acero inoxidable según la presente invención es excelente en cuanto a la conformabilidad. Por tanto, la chapa de acero inoxidable según la presente invención hace posible fabricar un disco de freno para automóviles llevando a cabo una conformación intensa.

### Descripción de realizaciones

15 La chapa de acero inoxidable según la presente invención tiene una composición química que consiste, en % en masa, en C: el 0,015 % o más y menos del 0,100 %, Si: el 0,01 % o más y el 1,00 % o menos, Mn: el 0,01 % o más y el 2,00 % o menos, P: el 0,040 % o menos, S: el 0,030 % o menos, Cr: el 10,0 % o más y menos del 14,0 %, Ni: el 0,01 % o más y el 0,70 % o menos, Al: el 0,001 % o más y el 0,200 % o menos, N: el 0,005 % o más y el 0,080 % o menos, O: el 0,0060 % o menos, B: el 0,0002 % o más y el 0,0020 % o menos, V: el (10 × contenido en B (%))% o más y el 0,050 % o menos, opcionalmente Ca: el 0,0003 % o más y el 0,0030 % o menos, opcionalmente al menos uno seleccionado de Nb: el 0,01 % o más y el 0,10 % o menos, y Ti: el 0,01 % o más y el 0,40 % o menos, opcionalmente al menos uno seleccionado de Mo: el 0,01 % o más y el 0,30 % o menos, Cu: el 0,01 % o más y el 1,20 % o menos, y Co: el 0,01 % o más y el 0,20 % o menos, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables. Cada elemento químico se describirá a continuación en el presente documento. En el presente documento, "%", que es una unidad del contenido de cada elemento químico, significa "% en masa".

25 C: el 0,015 % o más y menos del 0,100 %

30 En el caso en el que el contenido en C es de menos del 0,015 %, dado que no es posible lograr la dureza requerida para discos de freno después de llevar a cabo un temple, los discos de freno tienden a desgastarse o deformarse en un uso práctico. Además, en el caso en el que el contenido en C es del 0,100 % o más, dado que hay un aumento excesivo de dureza después de llevar a cabo un temple, se produce un ruido de freno en un uso práctico. Por tanto, se establece que el contenido en C sea del 0,015 % o más y menos del 0,100 %, preferiblemente el 0,020 % o más y el 0,083 % o menos.

35 Si: el 0,01 % o más y el 1,00 % o menos

40 El Si es eficaz como agente desoxidante. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Si es del 0,01 % o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Si es de más del 1,00 %, hay un deterioro de la conformabilidad. Por tanto, se establece que el contenido en Si sea del 0,01 % o más y el 1,00 % o menos, preferiblemente el 0,10 % o más y el 0,50 % o menos, más preferiblemente el 0,10 % o más y el 0,43 % o menos, lo más preferiblemente el 0,25 % o más y el 0,30 % o menos.

45 Mn: el 0,01 % o más y el 2,00 % o menos

50 El Mn es eficaz como agente desoxidante. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Mn es del 0,01 % o más. Además, al añadir Mn, hay una mejora de la capacidad de endurecimiento como resultado de promover la formación de una estructura de austenita a una alta temperatura. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Mn es de más del 2,00 %, hay un deterioro de la resistencia a la corrosión. Por tanto, se establece que el contenido en Mn sea del 0,01 % o más y el 2,00 % o menos, preferiblemente el 0,20 % o más y el 1,80 % o menos.

P: el 0,040 % o menos

55 En el caso en el que se añade P en una determinada cantidad o más, hay una tendencia a que se deteriore la trabajabilidad en caliente. En el caso en el que hay un deterioro de la trabajabilidad en caliente, es difícil fabricar discos de freno. Por tanto, se establece que el contenido en P sea del 0,040 % o menos, preferiblemente el 0,030 % o menos.

60 S: el 0,030 % o menos

Dado que hay un deterioro de la resistencia a la corrosión en el caso en el que se añade S en una determinada cantidad o más, se establece que el contenido en S sea del 0,030 % o menos, preferiblemente el 0,010 % o menos.

65 Cr: el 10,0 % o más y menos del 14,0 %

El Cr es un elemento químico que contribuye a una mejora de la resistencia a la corrosión. Es necesario que el contenido en Cr sea del 10,0 % o más con el fin de realizar este efecto. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Cr es del 14,0 % o más, no es posible obtener una cantidad suficiente de estructura de martensita después de llevar a cabo un temple. Por tanto, se establece que el contenido en Cr sea del 10,0 % o más y menos del 14,0 %, preferiblemente el 10,5 % o más y el 13,0 % o menos.

Ni: el 0,01 % o más y el 0,70 % o menos

El Ni mejora no solo la resistencia a la corrosión sino también la tenacidad después de llevar a cabo un temple. Tales efectos se realizan en el caso en el que el contenido en Ni es del 0,01 % o más. Sin embargo, Ni es un elemento químico caro, y un efecto de este tipo se satura en el caso en el que el contenido en Ni es de más del 0,70 %. Por tanto, se establece que el contenido en Ni sea del 0,01 % o más y el 0,70 % o menos, preferiblemente el 0,01 % o más y el 0,40 % o menos, más preferiblemente el 0,01 % o más y el 0,20 % o menos.

Al: el 0,001 % o más y el 0,200 % o menos

El Al es eficaz como agente desoxidante. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Al es del 0,001 % o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Al es de más del 0,200 %, hay un deterioro de la capacidad de endurecimiento. Por tanto, se establece que el contenido en Al sea del 0,001 % o más y el 0,200 % o menos, preferiblemente el 0,001 % o más y el 0,008 % o menos.

N: el 0,005 % o más y el 0,080 % o menos

El N, al igual que el C, contribuye a un aumento de la dureza después de llevar a cabo un temple. En el caso en el que el contenido en N es de menos del 0,005 %, no es posible lograr la dureza requerida para discos de freno después de llevar a cabo un temple. Los discos de freno que tienen una dureza insuficiente tienden a deformarse en un uso práctico. Además, en el caso en el que el contenido en N es de más del 0,080 %, dado que se forman burbujas en el acero cuando se lleva a cabo una colada, se producen defectos de superficie. Por tanto, se establece que el contenido en N sea del 0,005 % o más y el 0,080 % o menos.

O: el 0,0060 % o menos

En el caso en el que está contenido O, se forman inclusiones en el acero. En el caso en el que se forman inclusiones, hay un deterioro de la conformabilidad de la chapa de acero inoxidable. Por tanto, se establece que el contenido en O sea del 0,0060 % o menos, preferiblemente del 0,0045 % o menos.

B: el 0,0002 % o más y el 0,0020 % o menos

El B es un elemento químico que es eficaz para mejorar la trabajabilidad en caliente cuando se lleva a cabo una colada o un laminado en caliente. Añadiendo B en una cantidad del 0,0002 % o más, se segrega B en los límites de grano entre granos de ferrita y granos de austenita. Dado que hay un aumento de la resistencia de límite de grano debido a esta segregación, es posible evitar que se produzcan grietas cuando se lleva a cabo un trabajo en caliente. Sin embargo, no es preferible que el contenido en B sea de más del 0,0030 %, porque esto da como resultado un deterioro de la conformabilidad y tenacidad de la chapa de acero inoxidable. Por tanto, se establece que el contenido en B sea del 0,0002 % o más y el 0,0020 % o menos.

V: el  $(10 \times \text{contenido en B (\%)})\%$  o más y el 0,050 % o menos

Habitualmente, al añadir B, hay una mejora de la trabajabilidad en caliente, y hay un aumento de la resistencia del acero. Sin embargo, hay un deterioro de la ductilidad al añadir B, lo que da como resultado una tendencia a que se deteriore la conformabilidad de la chapa de acero inoxidable en la formación de un disco de freno a temperatura ambiente. El V es un elemento químico importante que reduce un efecto negativo de este tipo de B sobre la conformabilidad. Añadiendo V en una cantidad del  $(10 \times \text{contenido en B (\%)})\%$  o más, hay una mejora de la conformabilidad de la chapa de acero inoxidable. Es más preferible que el contenido en V sea del  $(20 \times \text{contenido en B (\%)})\%$  o más. En el caso en el que se añade B, se forma BN en límites de grano y en el interior de granos. Se considera que este BN deteriora la conformabilidad a temperatura ambiente. Añadiendo V, se forma VN. Se considera que, dado que este VN disminuye la cantidad de BN, que tiene un efecto negativo sobre la conformabilidad de la chapa de acero inoxidable, hay una mejora de la conformabilidad. Por otro lado, en el caso en el que el contenido en V es de más del 0,300 %, dado que hay un aumento de la dureza del acero, hay más bien un deterioro de la conformabilidad. Por tanto, se establece que el contenido en V sea del  $(10 \times \text{contenido en B (\%)})\%$  o más y el 0,050 % o menos, preferiblemente el  $(20 \times \text{contenido en B (\%)})\%$  o más y el 0,050 % o menos.

Es preferible añadir al menos uno seleccionado de Nb y Ti a la chapa de acero inoxidable según la presente invención además de los elementos químicos esenciales descritos anteriormente.

Nb: el 0,01 % o más y el 0,10 % o menos

El Nb es un elemento químico que mejora la resistencia al ablandamiento por revenido del acero después de llevar a cabo un temple. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Nb es del 0,01 % o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Nb es de más del 0,40 %, hay una disminución de la dureza después de llevar a cabo un temple. Por tanto, en el caso en el que se añade Nb, se establece que el contenido en Nb sea del 0,01 % o más y el 0,10 % o menos.

Ti: el 0,01 % o más y el 0,40 % o menos

El Ti es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión del acero después de llevar a cabo un temple. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Ti es del 0,01 % o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Ti es de más del 0,40 %, hay una disminución de la dureza después de llevar a cabo un temple. Por tanto, en el caso en el que se añade Ti, se establece que el contenido en Ti sea del 0,01 % o más y el 0,40 % o menos, preferiblemente el 0,01 % o más y el 0,10 % o menos.

Es preferible añadir adicionalmente al menos uno seleccionado de Mo, Cu y Co a la chapa de acero inoxidable según la presente invención además de los elementos químicos descritos anteriormente.

Mo: el 0,01 % o más y el 0,30 % o menos

El Mo es un elemento químico que mejora la resistencia a la corrosión del acero. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Mo es del 0,01 % o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Mo es de más del 0,30 %, dado que se suprime la formación de una estructura de austenita a una alta temperatura, hay un deterioro de la capacidad de endurecimiento. Por tanto, en el caso en el que se añade Mo, se establece que el contenido en Mo sea del 0,01 % o más y el 0,30 % o menos, preferiblemente el 0,01 % o más y el 0,20 % o menos, más preferiblemente el 0,01 % o más y el 0,10 % o menos.

Cu: el 0,01 % o más y el 1,20 % o menos

El Cu es un elemento químico que mejora la resistencia al ablandamiento por revenido del acero después de llevar a cabo un temple. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Cu es del 0,01 % o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Cu es de más del 1,20 %, hay un deterioro de la resistencia a la corrosión. Por tanto, en el caso en el que se añade Cu, se establece que el contenido en Cu sea del 0,01 % o más y el 1,20 % o menos.

Co: el 0,01 % o más y el 0,20 % o menos

El Co es un elemento químico que mejora la tenacidad. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Co es del 0,01 % o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Co es de más del 0,20 %, hay un deterioro de la conformabilidad de la chapa de acero inoxidable. Por tanto, en el caso en el que se añade Co, se establece que el contenido en Co sea del 0,01 % o más y el 0,20 % o menos.

Es preferible añadir adicionalmente Ca a la chapa de acero inoxidable según la presente invención además de los elementos químicos descritos anteriormente.

Ca: el 0,0003 % o más y el 0,0030 % o menos

El Ca impide la obstrucción de una boquilla, que se provoca por el TiS cuando se cuela acero que contiene Ti, formando CaS en el acero fundido. Se realiza un efecto de este tipo en el caso en el que el contenido en Ca es del 0,0003 % o más. Sin embargo, en el caso en el que el contenido en Ca es de más del 0,0030 %, hay un deterioro de la resistencia a la corrosión. Por tanto, en el caso en el que se añade Ca, se establece que el contenido en Ca sea del 0,0003 % o más y el 0,0030 % o menos.

El resto: Fe e impurezas inevitables

El resto de la composición química es Fe e impurezas inevitables además de los elementos químicos esenciales descritos anteriormente y los elementos químicos selectivos descritos anteriormente.

A continuación, se describirá un método para fabricar la chapa de acero inoxidable.

Por ejemplo, se fabrica acero fundido que tiene la composición química descrita anteriormente usando un horno convertidor, un horno eléctrico o similar. Luego, el acero fundido se somete a un refinado secundario usando, por ejemplo, un método de VOD (descarburación con oxígeno a vacío) o un método de AOD (descarburación con argón-oxígeno), y se convierte en acero usando un método de colada bien conocido habitualmente.

Posteriormente, el acero mencionado anteriormente se calienta a una temperatura de 1100 °C a 1300 °C. Luego, el

acero calentado se lamina en caliente para dar una chapa de acero laminada en caliente que tiene un grosor especificado, que es una chapa de acero inoxidable según la presente invención. Generalmente, se usa una chapa de acero laminada en caliente que tiene un grosor de aproximadamente de 3 a 8 mm para fabricar discos de freno.

5 El acero mencionado anteriormente tiene una microestructura que incluye, en % en volumen, del 10 % al 50 % de una estructura de ferrita y siendo el resto una estructura de austenita cuando el acero se calienta a una temperatura de 1100 °C a 1300 °C. En el caso en el que está presente la microestructura de fase dual mencionada anteriormente, tienden a producirse grietas intercristalinas debido a las diferencias de resistencia en caliente y de deformabilidad entre las estructuras constituyentes de la microestructura de fase dual. Con el fin de evitar que se produzcan tales grietas intercristalinas, se considera que es eficaz formar una única estructura de austenita calentando el acero a una temperatura de 900 °C a 1100 °C y llevando a cabo un laminado en caliente. Sin embargo, en el caso en el que la temperatura de trabajo en un laminado en caliente es baja, dado que es necesario disminuir la reducción por laminado a causa de la alta resistencia a la deformación, no es posible obtener una chapa de acero laminada en caliente que tenga un grosor de 3 a 8 mm.

15 Sin embargo, según la presente invención, dado que se añade una determinada cantidad o más de B, se refuerzan los límites de grano incluso en el caso en el que se realiza un laminado en caliente después del calentamiento a una temperatura de 1100 °C a 1300 °C, lo que da como resultado que se evitan las grietas intercristalinas.

20 Es preferible que la chapa de acero inoxidable se fabrique llevando a cabo, según sea necesario, un recocido de banda en caliente en esta chapa de acero laminada en caliente a una temperatura de 700 °C a 900 °C durante un tiempo de mantenimiento de 5 a 15 horas. Además, puede llevarse a cabo un descascarillado según sea necesario llevando a cabo un decapado, un granallado o similar.

25 Además, la chapa de acero inoxidable puede fabricarse llevando a cabo un laminado en frío en la chapa de acero laminada en caliente, posteriormente llevando a cabo un recocido a una temperatura de 600 °C a 800 °C, y llevando a cabo un tratamiento de decapado según sea necesario.

30 La microestructura de la chapa de acero inoxidable (chapa de acero laminada en caliente o chapa de acero laminada en frío) que se obtiene tal como se describió anteriormente es una estructura de ferrita a temperatura ambiente. Dado que la chapa de acero tiene una estructura de ferrita, la chapa de acero es fácil de conformar. Pueden incluirse ligeramente fases distintas de una estructura de ferrita. Por ejemplo, pueden incluirse una estructura de martensita y una estructura de austenita en una cantidad del 10 % en volumen o menos en total además de una estructura de ferrita.

35 En este caso, dado que el acero tiene una microestructura de fase dual a una alta temperatura, tienden a producirse grietas intercristalinas cuando se lleva a cabo un laminado en caliente tal como se describió anteriormente. Según la presente invención, dado que se añade una determinada cantidad o más de B, es posible suprimir la aparición de grietas intercristalinas.

40 A continuación en el presente documento, se describirá un método para fabricar discos de freno a partir de la chapa de acero inoxidable. La chapa de acero inoxidable (chapa de acero laminada en frío o chapa de acero laminada en caliente) se conforma para dar una forma deseada llevando a cabo, por ejemplo, troquelado.

45 Generalmente, la conformabilidad de una chapa de acero inoxidable que contiene B en una determinada cantidad o más (suficiente para suprimir la aparición de grietas intercristalinas descritas anteriormente) es baja. Se cree que esto se debe a que se forma BN. Según la presente invención, dado que se añade V en una determinada cantidad o más, se forma VN. Por tanto, se considera que dado que se suprime la formación de BN, es posible obtener una chapa de acero inoxidable excelente en cuanto a la conformabilidad.

50 Tal como se describió anteriormente, dado que la chapa de acero inoxidable según la presente invención es excelente en cuanto a la conformabilidad, es menos probable que se produzcan defectos de conformación incluso en el caso en el que se realiza una conformación intensa. Por ejemplo, es posible conformar incluso un disco de freno de tipo de sombrero usado para automóviles.

55 El disco de freno de tipo de sombrero consiste en una parte central sobresaliente y una parte de brida periférica que tiene una anchura constante. La parte central sobresaliente del disco de freno se fija al eje de rotación, y se presiona una pastilla de freno contra la parte de brida. El disco de freno de tipo de sombrero se fabrica conformando una chapa de acero inoxidable con forma de disco de modo que la parte periférica interior de la chapa de acero inoxidable se alarga en dirección perpendicular. La chapa de acero inoxidable según la presente invención, que se ha conformado para tener circularidad, puede conformarse para dar una forma en la que el borde interior se alarga en dirección perpendicular independientemente del propósito de uso.

65 Posteriormente, el disco de freno conformado tal como se describió anteriormente se somete a un tratamiento de temple en el que se calienta el disco de freno hasta una temperatura de temple especificada usando, por ejemplo, un método de calentamiento por inducción de alta frecuencia y luego se enfría de modo que el disco de freno tenga la

dureza deseada. El disco de freno se vuelve duro, porque la microestructura se transforma en una estructura de martensita al llevar a cabo el tratamiento de temple.

5 El grado de dureza depende del propósito de uso, y, en el caso de un disco de freno para automóviles, es preferible que la dureza sea de 20 a 45 en cuanto a la HRC (escala C de dureza Rockwell) después de llevar a cabo un temple.

10 En el caso de un disco de freno para automóviles, es preferible que el tratamiento de temple descrito anteriormente se lleve a cabo de tal manera que el disco de freno se calienta hasta una temperatura especificada seleccionada en un intervalo de 900 °C a 1100 °C, se mantiene a esta temperatura durante de 30 a 600 segundos, y se enfría a una tasa de enfriamiento de 1 °C/s a 100 °C/s.

15 En este caso, se obtiene generalmente un producto (disco de freno) retirando la cascarilla, que se ha formado en la superficie del disco de freno llevando a cabo el tratamiento de temple descrito anteriormente, usando un método de granallado y similar, además, si es necesario, pintando partes distintas de la parte contra la que se presiona una pastilla de freno o troquelando superficies de cizalladura, y finalmente llevando a cabo operaciones de mecanizado en el sitio de fricción descrito anteriormente con el fin de lograr una exactitud mecánica satisfactoria.

### 20 Ejemplos

La presente invención se describirá específicamente usando ejemplos a continuación en el presente documento. En este caso, la presente invención no se limita a los ejemplos a continuación.

25 Preparando aceros que tenían las composiciones químicas dadas en la tabla 1, calentando los aceros a una temperatura de 1200 °C, y laminando en caliente los aceros, se fabricaron chapas de acero laminadas en caliente que tenían un grosor de 5 mm. Las chapas de acero laminadas en caliente se recocieron a una temperatura de 830 °C durante 10 horas y se enfriaron lentamente de modo que la microestructura se convirtió en una estructura de ferrita. Usando estas chapas de acero laminadas en caliente y recocidas, se efectuaron los siguientes ensayos de evaluación.

30



[Tabla 1]

Unidad: % en masa

N.º de acero	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	N	O	B	V	B×10	Ti	Nb	Mo	Cu	Co	Ca	Nota
1	0,083	0,29	1,53	0,024	0,06	12,2	0,06	0,004	0,011	0,0025	0,0005	0,010	0,005	-	-	-	-	-	-	Ejemplo
2	0,081	0,32	1,51	0,025	0,005	12,03	0,15	0,006	0,010	0,0028	0,0008	0,020	0,008	0,02	0,01	0,004	0,02	0,01	0,0005	Ejemplo
3	0,025	0,43	0,55	0,025	0,0006	11,4	0,05	0,001	0,012	0,0052	0,0005	0,011	0,005	-	-	0,05	0,02	-	-	Ejemplo
4	0,040	0,25	0,35	0,020	0,006	13,5	0,05	0,002	0,050	0,0045	0,0004	0,0022	0,004	-	-	-	-	-	-	Ejemplo
5	0,053	0,31	1,55	0,022	0,003	12,3	0,53	0,002	0,011	0,0031	0,0018	0,021	0,018	-	-	-	-	0,02	-	Ejemplo
6	0,033	0,28	0,34	0,031	0,007	13,2	0,07	0,120	0,033	0,0048	0,0019	0,042	0,019	-	-	-	0,03	-	0,0005	Ejemplo
7	0,049	0,29	1,56	0,028	0,004	12,2	0,06	0,003	0,015	0,0059	0,0015	0,033	0,015	-	-	-	-	-	-	Ejemplo
8	0,053	0,25	0,40	0,019	0,004	13,2	0,03	0,002	0,026	0,0060	0,0008	0,095	0,008	-	-	0,03	-	-	-	Ejemplo de referencia
9	0,051	0,31	1,49	0,020	0,002	12,4	0,06	0,002	0,045	0,0029	0,0016	0,032	0,016	-	0,14	-	-	-	-	Ejemplo de referencia
10	0,042	0,30	0,85	0,020	0,001	12,2	0,60	0,005	0,040	0,0051	0,0020	0,102	0,020	-	0,12	-	0,98	-	-	Ejemplo de referencia
11	0,048	0,25	1,71	0,020	0,001	12,1	0,60	0,003	0,063	0,0034	0,0019	0,203	0,019	-	0,22	-	-	-	-	Ejemplo de referencia
12	0,020	0,25	1,90	0,031	0,007	11,1	0,65	0,102	0,016	0,0057	0,0018	0,100	0,018	0,22	-	-	-	0,0013	-	Ejemplo de referencia
13	0,005	0,29	1,51	0,023	0,003	12,5	0,04	0,003	0,041	0,0035	0,0018	0,005	0,018	-	-	-	-	-	-	Ejemplo comparativo
14	0,050	0,33	1,48	0,026	0,004	12,2	0,07	0,003	0,013	0,0041	0,0015	0,008	0,015	-	-	-	-	-	-	Ejemplo comparativo
15	0,050	0,28	1,48	0,028	0,005	12,3	0,05	0,005	0,010	0,0031	0,0001	0,030	0,001	-	-	-	-	-	-	Ejemplo comparativo
16	0,045	0,31	1,48	0,028	0,003	12,4	0,05	0,003	0,012	0,0041	0,0035	0,050	0,035	-	-	-	-	-	-	Ejemplo comparativo
17	0,050	0,30	1,45	0,028	0,002	12,2	0,05	0,005	0,008	0,0028	0,0020	0,035	0,020	-	-	-	-	-	-	Ejemplo comparativo
18	0,045	0,30	1,48	0,025	0,003	9,5	0,05	0,005	0,012	0,0030	0,0010	0,020	0,010	-	-	-	-	-	-	Ejemplo comparativo

\* "B×10" significa (10 x contenido en B (%))

Una porción subrayada indica un valor fuera del intervalo según la presente invención.

Ensayo de tracción

5 Usando una probeta n.º 5 según la norma JIS que tenía una longitud de calibre de 50 mm que se había recogido de la chapa de acero laminada en caliente y recocida descrita anteriormente, se midió un valor de alargamiento a la rotura en la condición en la que la velocidad de cruceta era de 10 mm/min. Los resultados se facilitan en la tabla 2. En este caso, en la presente invención, se considera satisfactorio un caso en el que un valor de alargamiento a la rotura es del 30 % o más.

10 Medición del valor de Lankford (valor r)

Efectuando un ensayo de tracción usando el mismo método que se usó en el ensayo de tracción descrito anteriormente, finalizando el ensayo con un esfuerzo del 15 %, y midiendo un cambio de la anchura de la porción paralela y un cambio de grosor, se calculó el valor r. Los resultados se facilitan en la tabla 2. En este caso, en la presente invención, se considera satisfactorio un caso en el que valor r es de 1,0 o más.

15 Ensayo de expansión de orificio

20 Presionando un punzón que tenía un ángulo en la punta de 60 grados a través de un orificio de punzonado que tenía un diámetro de 10 mm, se midió una razón de expansión de orificio ( $\lambda$ ) cuando se produjo una grieta. La razón de expansión de orificio se calculó usando la ecuación a continuación. Los resultados se facilitan en la tabla 2. En este caso, en la presente invención, se considera satisfactorio un caso en el que  $\lambda$  es del 140 % o más.

$$\lambda (\%) = \{(d - d_0)/d_0\} \times 100$$

25 En la ecuación anterior, d representa el diámetro (mm) del orificio cuando se produjo una grieta y  $d_0$  representa el diámetro inicial (mm) del orificio.

Ensayo de trabajabilidad en caliente

30 Calentando una pieza colada que tenía un grosor de 100 mm y una anchura de 100 mm a una temperatura de 1200 °C durante 1 hora, y llevando a cabo 3 pasadas de laminado en caliente hasta obtener un grosor de 20 mm, se investigó la presencia de grietas en la superficie lateral (dentro de un intervalo de un grosor de 20 mm y una longitud de 200 mm). Se consideró como "x (no satisfactorio)" un acero en el que se confirmaron 3 o más grietas que tenían una longitud de 5 mm o más, y se consideró como "O (satisfactorio)" un acero en el que se confirmaron menos de 3 grietas que tenían una longitud de 5 mm o más.

Ensayo de resistencia a la corrosión

40 Después de haber calentado la chapa de acero laminada en caliente y recocida descrita anteriormente a una temperatura de 1000 °C durante 1 minuto, la chapa de acero calentada se enfrió con aire, y se efectuó una medición de potencial de picadura en una disolución de NaCl al 0,5 % (35 °C). Se consideró como "O (satisfactorio)" un caso en el que el potencial de picadura fue de 100 (mV frente a SCE) o más, y se consideró como "x (no satisfactorio)" un caso en el que el potencial de picadura fue de menos del 100 (mV frente a SCE).

45 [Tabla 2]

N.º de acero	Valor de alargamiento a la rotura (%)	Valor r	$\lambda$ (%)	Trabajabilidad en caliente	Resistencia a la corrosión después del temple	Nota
1	32	1,1	153	O	O	Ejemplo
2	31	1,1	156	O	O	Ejemplo
3	34	1,2	161	O	O	Ejemplo
4	34	1,2	163	O	O	Ejemplo
5	32	1,1	156	O	O	Ejemplo
6	34	1,2	165	O	O	Ejemplo
7	32	1,1	160	O	O	Ejemplo
8	34	1,2	164	O	O	Ejemplo de referencia
9	33	1,1	158	O	O	Ejemplo de referencia
10	34	1,2	167	O	O	Ejemplo de referencia
11	34	1,3	170	O	O	Ejemplo de referencia
12	34	1,3	193	O	O	Ejemplo de referencia
13	<u>29</u>	<u>0,9</u>	<u>131</u>	O	O	Ejemplo comparativo
14	<u>27</u>	<u>0,8</u>	<u>105</u>	O	O	Ejemplo comparativo
15	31	1,1	158	x	O	Ejemplo comparativo
16	<u>27</u>	<u>0,9</u>	<u>110</u>	O	O	Ejemplo comparativo

17	<u>27</u>	<u>0,8</u>	<u>105</u>	O	O	Ejemplo comparativo
18	32	1,1	160	O	<u>x</u>	Ejemplo comparativo

Una porción subrayada indica un resultado no satisfactorio.

5 Los ejemplos de la presente invención y ejemplos de referencia son superiores a los ejemplos comparativos en cuanto al valor de alargamiento a la rotura, valor  $r$  y razón de expansión de orificio ( $\lambda$ ), lo que significa que los ejemplos de la presente invención y ejemplos de referencia presentan una conformabilidad satisfactoria. Usando los ejemplos de la presente invención y ejemplos de referencia, es posible fabricar incluso un disco de freno de tipo de sombrero. Por tanto, conformando la chapa de acero laminada en caliente y recocida descrita anteriormente para dar un disco de freno de tipo de sombrero, y llevando a cabo un temple, se obtiene un disco de freno de tipo de sombrero.

10

**Aplicabilidad industrial**

15 La presente invención se refiere a una chapa de acero inoxidable excelente en cuanto a la conformabilidad. Los ejemplos de su campo de aplicación incluyen un disco de freno compuesto por la chapa de acero inoxidable que tiene una estructura de martensita que se forma llevando a cabo un temple después de la conformación. La chapa de acero inoxidable según la presente invención puede usarse preferiblemente como discos de freno, no solo para motocicletas y bicicletas sino también para automóviles (incluyendo, por ejemplo, vehículos eléctricos y automóviles híbridos), que tienen forma de sombrero que son difíciles de conformar. Se usan eficazmente tanto la chapa de

20 acero laminada en caliente y recocida como la chapa de acero laminada en frío y recocida.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Chapa de acero inoxidable en la que se forma una estructura de martensita llevando a cabo un temple, que tiene una composición química que consiste, en % en masa, en C: el 0,015 % o más y menos del 0,100 %, Si: el 0,01 % o más y el 1,00 % o menos, Mn: el 0,01 % o más y el 2,00 % o menos, P: el 0,040 % o menos, S: el 0,030 % o menos, Cr: el 10,0 % o más y menos del 14,0 %, Ni: el 0,01 % o más y el 0,70 % o menos, Al: el 0,001 % o más y el 0,200 % o menos, N: el 0,005 % o más y el 0,080 % o menos, O: el 0,0060 % o menos, B: el 0,0002 % o más y el 0,0020 % o menos, V: el (10 × contenido en B (%))% o más y el 0,050 % o menos, opcionalmente Ca: el 0,0003 % o más y el 0,0030 % o menos, opcionalmente al menos uno seleccionado de Nb: el 0,01 % o más y el 0,10 % o menos, y Ti: el 0,01 % o más y el 0,40 % o menos, opcionalmente al menos uno seleccionado de Mo: el 0,01 % o más y el 0,30 % o menos, Cu: el 0,01 % o más y el 1,20 % o menos, y Co: el 0,01 % o más y el 0,20 % o menos, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables.  
10
- 15 2. Chapa de acero inoxidable según la reivindicación 1, V: el (20 × contenido en B (%))% o más y el 0,050 % o menos.
- 20 3. Chapa de acero inoxidable según la reivindicación 1 o 2, conteniendo la composición química, en % en masa, al menos uno seleccionado de Nb: el 0,01 % o más y el 0,10 % o menos y Ti: el 0,01 % o más y el 0,40 % o menos.
- 25 4. Chapa de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, conteniendo la composición química, en % en masa, al menos uno seleccionado de Mo: el 0,01 % o más y el 0,30 % o menos, Cu: el 0,01 % o más y el 1,20 % o menos, y Co: el 0,01 % o más y el 0,20 % o menos.
5. Chapa de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, conteniendo la composición química, en % en masa, Ca: el 0,0003 % o más y el 0,0030 % o menos.