

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 483**

51 Int. Cl.:

<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/44</b>	(2006.01)
<b>A44B 1/02</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/46</b>	(2006.01)
<b>A44B 1/04</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/50</b>	(2006.01)
<b>A44B 17/00</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/48</b>	(2006.01)
<b>A44B 99/00</b>	(2010.01)	<b>C22C 38/54</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/58</b>	(2006.01)		
<b>C21D 8/00</b>	(2006.01)		
<b>C21D 9/00</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/02</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/42</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2010 PCT/JP2010/053599**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.09.2010 WO10098506**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2010 E 10746375 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2402471**

54 Título: **Acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn y parte metálica para prendas de vestir**

30 Prioridad:  
**27.02.2009 JP 2009045492**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.10.2018**

73 Titular/es:  
**NIPPON YAKIN KOGYO CO., LTD. (100.0%)  
5-8, Kyobashi 1-chome  
Chuo-kuTokyo 104-8365, JP**

72 Inventor/es:  
**HIRATA, SHIGERU;  
IKEGAMI, YUJI y  
YAMAKAWA, KAZUHIRO**

74 Agente/Representante:  
**MILTENYI , Peter**

ES 2 685 483 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

Acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn y parte metálica para prendas de vestir

### Campo técnico

5 Esta invención se refiere a un acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn que se trabaja fácilmente para dar una forma complicada de partes de prendas de vestir tales como ganchos, botones, corchetes para pantalones, ganchos de resorte, etcétera y tiene propiedades no magnéticas que no provocan una falsa detección incluso en una inspección para detectar agujas rotas a través de un dispositivo de detección de agujas así como partes metálicas para ornamento de prendas de vestir hechas de tal acero inoxidable.

### 10 Técnica anterior

Las partes metálicas para ornamento de prendas de vestir tal como ganchos, botones, corchetes para pantalones, ganchos de resorte, etcétera se fabrican a través de etapas de trabajo complicadas tales como prensado, acuñado y similares porque se requiere que se proporcionen propiedades de diseño (capacidad de diseño y de estar a la moda) para el fin de que se distingan de otros productos además de la funcionalidad. Por tanto, se requiere que los materiales metálicos como materia prima para estas partes tengan una trabajabilidad plástica duradera para lograr un trabajo más intenso, y se usan frecuentemente materiales blandos tales como latón, aleaciones de aluminio y similares desde tiempos remotos. Además, la unión entre partes mutuas o la fijación a la prenda de vestir se realiza generalmente mediante "cierre" a través de prensado, por lo cual también se requiere usar un material blando.

Recientemente, se llevan a cabo inspecciones más rigurosas adoptando un dispositivo de detección de agujas para determinar si quedan agujas rotas o no en un producto durante el cosido a través de la presencia o ausencia de una propiedad magnética desde el punto de vista de dar importancia a la seguridad. Puesto que estas inspecciones se realizan en productos finales, se llevan a cabo tras la unión de partes metálicas tales como ganchos, botones, corchetes para pantalones, etcétera. En este sentido, partes metálicas hechas del latón, aleación de aluminio y similares mencionados anteriormente tienen una propiedad magnética pequeña y no se detectan falsamente como una aguja rota, de modo que no suponen particularmente un problema para la inspección.

Sin embargo, en las partes metálicas hechas del latón, aleación de aluminio y similares, puede provocarse un inconveniente ya que se produce alteración del color por productos químicos tales como tintes o similares que quedan en una prenda de vestir en el proceso de transferencia a un estado embalado con vinilo. En consecuencia, se examina cambiarlos a un material metálico que no provoca alteración del color, por ejemplo, acero inoxidable o similar. En el documento JP-A-H08-269639, por ejemplo, se propone que se aplique acero inoxidable no magnético a base de Ni-Cr a partes metálicas para ornamento de prendas de vestir que requieren propiedades de resorte al tiempo que se utiliza una alta resistencia como característica del acero inoxidable en comparación con el latón o aleación de aluminio.

Sin embargo, el acero inoxidable no magnético a base de Ni-Cr del documento JP-A-H08-269639 tiene una permeabilidad magnética de aproximadamente 1,005 aunque se dice que no es magnético, de modo que la propiedad no magnética es insuficiente, y cuando se aplica a corchetes para pantalones o conector que tienen un gran peso, puede provocarse una detección falsa por el dispositivo de detección. Además, no puede decirse que un acero inoxidable de este tipo tenga una buena trabajabilidad plástica porque la resistencia se potencia mediante laminación en frío y además el acero es duro incluso tras el tratamiento térmico de disolución sólida para conferir la propiedad de resorte. Con respecto al cierre, existe el problema de que es difícil la fijación a la ropa mediante un proceso común. Con el fin de usar el acero inoxidable en lugar del latón o aleación de aluminio, por tanto, se requiere mejorar adicionalmente las propiedades no magnéticas y la trabajabilidad plástica (ablandamiento).

En el documento JP-A-2005-154890 se proponen aceros inoxidables austeníticos a base de Mn-Cr para formación por prensado tal como embutición profunda o similar como acero inoxidable no magnético que mejora la trabajabilidad. Sin embargo, en este acero inoxidable, la composición química, estabilidad de la fase de austenita, indicaciones de producción tales como energía de falla de apilamiento y similares se diseñan de manera que se controlen para mantener la propiedad no magnética incluso tras el trabajo plástico, pero la permeabilidad magnética tras someterse el material resultante a laminación en frío al 60% es de aproximadamente 1,01-1,05, de modo que la propiedad no magnética es insuficiente.

### 50 Divulgación de la invención

#### Problemas que a solucionar mediante la invención

Tal como se mencionó anteriormente, en la actualidad no existen aún aceros inoxidable no magnéticos y blandos, que puedan trabajarse suficientemente para dar partes blandas y complicadas para prendas de vestir y no provoquen una activación falsa en el dispositivo de detección de agujas. Por tanto, hay una fuerte demanda del desarrollo de acero inoxidable que tenga una excelente trabajabilidad plástica que pueda producir un trabajo plástico

complicado y de alto diseño y excelentes propiedades no magnéticas que no provoquen una falsa detección a través del dispositivo de detección de agujas aun cuando se use en partes metálicas para ornamento de prendas de vestir que tienen un gran peso.

- 5 Por tanto, un objeto de la invención es solucionar los problemas mencionados anteriormente de las técnicas convencionales y proporcionar aceros inoxidable que puedan trabajarse para dar partes de formas complicadas para ornamento de prendas de vestir tal como botones, corchetes para pantalones, conectores, etcétera y que tenga excelentes propiedades no magnéticas que puedan afrontar suficientemente inspecciones más rigurosas de estos productos trabajados a través del dispositivo de detección de agujas.

#### Medios para solucionar los problemas

- 10 Los inventores han realizado exámenes extensos sobre la influencia de la composición del acero sobre la permeabilidad magnética y la dureza con el fin de solucionar los problemas anteriores. Como resultado, se ha encontrado que los aceros inoxidable a base de Mn-Cr tienen la posibilidad de que se obtenga una pequeña permeabilidad magnética, lo que nunca se logra en los aceros inoxidable a base de Ni-Cr convencionales. Esto se basa en el hecho de que aunque Mn y N son elementos eficaces para reducir la permeabilidad magnética, si se
- 15 añade una gran cantidad de Mn, puede aumentarse la cantidad de N de disolución sólida. Ahora, los inventores han examinado además la influencia de la composición del acero sobre la permeabilidad magnética y dureza en acero inoxidable a base de Mn-Cr que contiene una mayor cantidad de N de disolución sólida en detalle. Particularmente, los exámenes se realizan considerando el resto de los componentes en su totalidad porque la estructura metálica y su estabilidad se ven afectadas en gran medida por la permeabilidad magnética.

- 20 Concretamente, con el fin de obtener buenas propiedades no magnéticas, es necesario que la fase de ferrita  $\delta$  producida durante la solidificación y que tiene una propiedad magnética no permanezca en una placa de producto. Además, es necesario que incluso si se obtiene una placa de producto de fase austenítica que no tiene fase de ferrita  $\delta$ , no se induzca una fase de martensita que tiene una propiedad magnética cuando se trabaja para dar partes. Además, es necesario reducir la permeabilidad magnética tomando la influencia de elementos componentes
- 25 tras la prevención de la formación de estas dos fases que tienen la propiedad magnética. Además de estas características, se examina la influencia de componentes del acero sobre la dureza para conferir la buena trabajabilidad plástica pero también se realiza el examen sobre la productividad para producir de manera más barata, y como resultado, se ha logrado la invención.

- 30 La invención es un acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn que tiene una composición química que comprende C: el 0,02-0,12% en masa, Si: el 0,05-1,5% en masa, Mn: el 12,0-22,0% en masa, S: no más del 0,03% en masa, Ni: el 4,0-12,0% en masa, Cr: el 14,0-25,0% en masa, N: el 0,07-0,17% en masa y siendo el resto Fe e impurezas inevitables, siempre que estos componentes estén contenido de modo que  $\delta$  cal (% en masa) representada por la siguiente ecuación (1) no es mayor del 5,5% en masa:

35 
$$\delta \text{ cal (\% en masa)} = (Cr + 0,48Si + 1,21Mo + 2,2(V + Ti) + 0,15Nb) - (Ni + 0,47Cu + 0,11Mn - 0,0101Mn^2 + 26,4C + 20,1N) - 4,7 \quad (1)$$

en la que cada símbolo de elemento en la ecuación es el contenido del elemento respectivo (% en masa), y que tiene una permeabilidad magnética de no más de 1,003 bajo un campo magnético de 200 kA/m.

- 40 El acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la invención se caracteriza por contener además obligatoriamente uno o más elementos seleccionados de Mo: el 0,03-2,0% en masa, Cu: el 0,03-3,0% en masa, V: el 0,02-1,0% en masa, Ti: el 0,02-1,0% en masa y Nb: el 0,02-1,0% en masa además de la composición química anterior.

- 45 Además, el acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la invención se caracteriza por contener además opcionalmente uno o más elementos seleccionados de B: el 0,0005-0,01% en masa, Ca: el 0,0005-0,01% en masa, REM: el 0,0005-0,01% en masa y Mg: el 0,0005-0,01% en masa además de la composición química anterior.

- Además, el acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la invención se caracteriza porque los componentes anteriores están contenidos de modo que el equivalente de Ni representado por la siguiente ecuación (2) no es menor del 26% en masa:

50 
$$\text{equivalente de Ni (\% en masa)} = 15C + 0,33Si + 0,71Mn + Ni + 0,44Cr + 0,60Mo + 0,51Cu + 21N + 1,2V + 0,8Ti + 1,1Nb \quad (2)$$

en la que cada símbolo de elemento en la ecuación es el contenido del elemento respectivo (% en masa).

Además, el acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la invención se caracteriza porque los componentes anteriores están contenidos de modo que el valor de Hv representado por la siguiente ecuación (3) no es mayor de 200:

valor de Hv = 87C + 2Si - 1,2Mn - 6,7Ni + 2,7Cr + 3,2Mo - 2,6Cu + 690N + 18V + 20Ti + 24Nb + 88 (3)

en la que cada símbolo de elemento en la ecuación es el contenido del elemento respectivo (% en masa).

La invención es también una parte metálica para ornamento de prendas de vestir hecha de un acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn tal como se describió en uno cualquiera de los puntos anteriores.

## 5 Efecto de la invención

Según la invención, pueden proporcionarse aceros inoxidables que no solo tienen una excelente trabajabilidad plástica sino también excelentes propiedades no magnéticas. Este acero inoxidable se trabaja fácilmente para dar partes de forma complicada y no provoca una falsa detección incluso en la inspección a través de un dispositivo de detección de agujas, de modo que puede usarse preferiblemente como material de partida para partes metálicas usadas en ornamentos de prendas de vestir tales como ganchos, botones, corchetes para pantalones, ganchos de resorte, etcétera.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un gráfico que muestra la influencia del valor de  $\delta$  cal sobre la cantidad de fase de ferrita  $\delta$  que queda en una placa de producto;

15 la figura 2 es un gráfico que muestra la influencia del equivalente de Ni sobre la permeabilidad magnética de materiales tratados térmicamente de disolución sólida y materiales laminados en frío;

la figura 3 es un gráfico que muestra la influencia del contenido en Mn sobre la permeabilidad magnética;

la figura 4 es una vista esquemática de una parte de prenda de vestir (corchetes para pantalones) usada en la evaluación de la trabajabilidad plástica; y

20 la figura 5 es un gráfico que muestra la influencia de la dureza Hv sobre la tasa de rechazo de cierre.

### Realizaciones de la invención

A continuación se explicarán en primer lugar cómo desarrollar la invención y la idea técnica básica.

(1) Prevención de que quede fase de ferrita  $\delta$  sobre el producto

25 Cuando se conforma un acero inoxidable austenítico para dar un planchón mediante un método de colada continua o similar, es común que la estructura de solidificación sea una estructura mixta de fase de austenita y varios % en volumen de fase de ferrita  $\delta$ . Puesto que la fase de ferrita  $\delta$  tiene influencia sobre la productividad y las propiedades magnéticas del producto, se examina la relación entre la composición química y la razón de fase de ferrita  $\delta$  en un gran número de aceros inoxidables austeníticos a base de Ni-Cr ejemplificados por SUS 304, y también se proponen algunas fórmulas predictivas. Por el contrario, el acero inoxidable austenítico a base de Mn-Cr apenas se examina y sólo hay un informe técnico de Hull (Welding Journal, 58, n.º 5 (1973), págs. 193-203).

35 Los inventores han medido la razón de fase de ferrita  $\delta$  producida en planchones de acero inoxidable austenítico a base de Mn-Cr con una variedad de composición química fabricados a través de un proceso de colada continua por medio de un medidor de ferrita y la compararon con el valor medido con la ecuación de Hull anterior para examinar la idoneidad de la ecuación de Hull con respecto a la relación entre la composición química del planchón y la razón de fase de ferrita  $\delta$ , aunque también se intentó la derivación de un coeficiente de influencia de otros elementos no descritos en la ecuación de Hull. Además, se considera que un motivo importante de la diferencia del coeficiente de influencia entre la ecuación de Hull y la siguiente ecuación (1) según la invención se basa en la diferencia de la velocidad de enfriamiento:

$$40 \quad \delta \text{ cal (\% en masa)} = \frac{(Cr + 0,48Si + 1,21Mo + 2,2(V + Ti) + 0,15Nb) - (Ni + 0,47Cu + 0,11Mn - 0,0101Mn^2 + 26,4C + 20,1N) - 4,7}{(1)}$$

en la que cada símbolo de elemento en la ecuación anterior representa el contenido del elemento respectivo (% en masa).

45 Los inventores han investigado además la relación entre el valor de  $\delta$  cal y la razón de ferrita  $\delta$  que queda en una plancha de producto (plancha laminada en frío) de 2 mm de grosor. Como resultado, queda claro que tal como se muestra en la figura 1, cuando el valor de  $\delta$  cal excede el 5,5% en masa, queda fase de ferrita  $\delta$  sobre una plancha de acero tras la laminación en caliente y esta fase de ferrita  $\delta$  residual se retiene sin que desaparezca incluso tras la laminación en frío deteriorando considerablemente las propiedades no magnéticas. En la invención, por tanto, los componentes se diseñan de modo que el valor de  $\delta$  cal en la ecuación (1) no es mayor del 5,5% en masa. Además, si elementos descritos en la ecuación (1) no se incluyen, se calcula que son cero (0) (lo que es similar en las siguientes ecuaciones (2) y (3)).

## (2) Prevención de la formación de fase de martensita inducida por tensión

En los aceros inoxidable austeníticos, se sabe que la fase de martensita que tiene propiedad magnética se produce incluso mediante trabajo en frío. Con respecto a la relación entre la composición química y la estabilidad de la fase de austenita en acero inoxidable a base de Ni-Cr, se realizaron muchos estudios, y se propusieron de manera diversa relaciones denominadas equivalente de Ni, Md 30 y similares. Por el contrario, apenas se ha realizado investigación sobre acero inoxidable a base de Mn-Cr, asimismo  $\delta$  cal.

Los inventores han investigado empíricamente la facilidad de formación de una fase de martensita inducida por tensión en acero inoxidable a base de Mn-Cr y añadieron modificaciones a la relación de equivalente de Ni en el acero inoxidable a base de Ni-Cr para proporcionar la siguiente ecuación (2). Este valor de equivalente de Ni muestra la relación entre la estabilidad de la fase de austenita (dificultad de transformación de martensita inducida por tensión) y la composición química en el acero inoxidable a base de Mn-Cr. Cuanto más grande se hace el valor, más difícil es la formación de martensita inducida por tensión.

$$\text{equivalente de Ni (\% en masa)} = 15C + 0,33Si + 0,71Mn + Ni + 0,44Cr + 0,60Mo + 0,51Cu + 21N + 1,2V + 0,8Ti + 1,1Nb \quad (2)$$

en la que cada símbolo de elemento en la ecuación es el contenido del elemento respectivo (% en masa).

Los inventores han investigado las permeabilidades magnéticas en un campo magnético de 200 kA/m de planchas de acero inoxidable a base de Mn-Cr sometidas a tratamiento de disolución con un equivalente de Ni variado en gran medida y materiales formados sometiendo las planchas de acero a laminación en frío a una reducción por laminación del 60% con la suposición de un trabajo plástico intenso, proporcionando de ese modo los resultados mostrados en la figura 2. Tal como se observa a partir de estos resultados, aun cuando la permeabilidad magnética del material tratado por disolución tiene un buen nivel no magnético de no más de 1,003, materiales que tienen poca estabilidad de la fase de austenita con equivalente de Ni de menos del 26% en masa inducen fase de martensita a través del trabajo y, por tanto, la permeabilidad magnética aumenta. La fase de martensita resultante está en cantidades traza, pero provoca una falsa detección a través de un dispositivo de detección de agujas, de modo que es desfavorable como material para ornamento de prendas de vestir. Según la invención, por tanto, con el fin de garantizar la propiedad no magnética incluso tras el trabajo, se prefiere limitar el equivalente de Ni representado por la ecuación (2) hasta no más del 26% en masa.

## (3) Influencia de Mn sobre la permeabilidad magnética

En el acero inoxidable austenítico a base de Ni-Cr, el Mn es un elemento que estabiliza la fase de austenita. Por tanto, se fabrican aceros inoxidables baratos tales como acero inoxidable de la serie 200, etcétera reemplazando Ni en SUS 304 por Mn como alternativa al Ni caro. Por tanto, se considera en el acero inoxidable a base de Ni-Cr que el comportamiento de Mn y Ni es sustancialmente igual.

Sin embargo, en la invención se ha confirmado que a medida que la cantidad de adición de Mn aumenta, el comportamiento no es igual que el de Ni y actúa como elemento que estabiliza la fase de ferrita. Porque, tal como se observa a partir de la ecuación anterior (1) de  $\delta$  cal, cuando la cantidad de Mn excede un determinado nivel, la fase de ferrita  $\delta$  aumenta y por tanto la propiedad no magnética se deteriora.

Ahora, los inventores han investigado minuciosamente la influencia del contenido en Mn sobre la permeabilidad magnética en aceros de prevención de la formación de fase de ferrita  $\delta$  añadiendo cantidades predeterminadas de C, N, Ni y similares y obtuvieron los resultados mostrados en la figura 3. Tal como se observa a partir de la figura 3, se confirma el efecto de reducción de la permeabilidad magnética en una región en la que la cantidad de adición de Mn excede el 12% en masa. Sin embargo, la cantidad que admite el efecto de reducción de la permeabilidad magnética es de hasta aproximadamente el 18% en masa, y si la cantidad de adición excede este valor, la acción como elemento de estabilización de la ferrita aumenta y por tanto se retiene una cantidad traza de fase de ferrita  $\delta$  elevando la permeabilidad magnética. Cuando la cantidad de adición de Mn es del 25% en masa, la permeabilidad magnética excede en gran medida de 1,003. En la invención, por tanto, el límite superior de la cantidad de Mn está limitado al 22% en masa. En el conocimiento convencional para el acero inoxidable a base de Ni-Cr, el efecto de supresión del aumento de la permeabilidad magnética por Mn es un fenómeno confirmado sólo en el intervalo de no más del 10% en masa (véase el documento JP-A-H08-269639).

## (4) Mejora de la trabajabilidad plástica

En las partes metálicas convencionales para ornamento de prendas de vestir, se usan latón, aleación de aluminio, etcétera, de modo que los equipos para fabricarlos también se diseñan suponiendo la resistencia del latón o aleación de aluminio. Sin embargo, puesto que la resistencia del acero inoxidable es superior a la del latón y aleación de aluminio, se produce un mal trabajo si se pretende fabricar las partes metálicas para ornamento de prendas de vestir usando el acero inoxidable con los equipos convencionales. Por tanto, se requiere realizar un ablandamiento con el fin de reemplazar el latón o aleación de aluminio por el acero inoxidable. Además, los aceros inoxidables no magnéticos mencionados anteriormente son más duros que el acero inoxidable de uso general tal como SUS 316L o similar, de modo que se requiere más realizar el ablandamiento.

Los inventores han investigado empíricamente la relación entre dureza y componentes del acero en el acero inoxidable a base de Mn-Cr sometido a tratamiento de disolución y obtuvieron la siguiente ecuación (3) a través de análisis de regresión múltiple:

$$\text{valor de Hv} = 87C + 2Si - 1,2Mn - 6,7Ni + 2,7Cr + 3,2Mo - 2,6Cu + 690N + 18V + 20Ti + 24Nb + 88 \quad (3)$$

5 en la que cada símbolo de elemento en la ecuación representa el contenido del elemento respectivo (% en masa).

Ahora, las partes para ornamento de prendas de vestir (corchetes para pantalones) mostradas en la figura 4 se fabrican con un equipo de fabricación real usando aceros inoxidables a base de Mn-Cr que tienen diversos valores de Hv diferentes sometidos al tratamiento de disolución, que se unen al material textil con el mismo dispositivo de cierre que en el convencional para investigar la tasa de rechazo. El término "rechazo" usado en el presente documento significa que cuando los salientes en ambos lados del corchete para pantalones mostrado en la figura 4 se pliegan hacia dentro y se unen al material textil, el cierre es insuficiente para generar un hueco entre el material textil y el saliente cerrado. La figura 5 muestra la relación entre valor de Hv y la tasa de rechazo, a partir de la que puede observarse que el valor de Hv no debe ser mayor de 200 en el caso de que la tasa de rechazo no sea mayor del 1%, y no mayor de 185 en el caso de que la tasa de rechazo sea cero.

15 En la invención, por tanto, es preferible que el valor de Hv representado por la ecuación (3) esté limitado a no más de 200.

El intervalo de composición de cada componente en el acero inoxidable a base de Mn-Cr según la invención se describirá a continuación.

C: el 0,02-0,12% en masa

20 El C es un elemento que forma austenita y es eficaz para prevenir la formación de fase de ferrita  $\delta$  producida a una temperatura superior pero también para suprimir la formación de fase de martensita inducida por tensión en trabajo plástico. Con el fin de obtener este efecto, es necesario que se incluya C en una cantidad de al menos el 0,02% en masa. Por otro lado, la adición excesiva de C potencia la dureza tras el tratamiento térmico y disminuye la trabajabilidad, y también puede retenerse carburo dependiendo de las condiciones de tratamiento térmico provocando el deterioro de la resistencia a la corrosión. Por tanto, no es más del 0,12% en masa. Preferiblemente, está en el intervalo del 0,03-0,11% en masa.

Si: el 0,05-1,5% en masa

30 El Si es un elemento añadido como desoxidante. Con el fin de obtener este efecto, es necesario que se añada en una cantidad de al menos el 0,05% en masa. Por otro lado, el Si es un elemento que forma ferrita, de modo que una adición que excede el 1,5% en masa promueve la formación de fase de ferrita  $\delta$  y potencia la dureza tras el tratamiento térmico. Por tanto, se añade Si dentro de un intervalo del 0,05-1,5% en masa. Preferiblemente, es un intervalo del 0,1-1,3% en masa.

Mn: el 12,0-22,0% en masa

35 El Mn es un elemento eficaz para reducir la permeabilidad magnética de acero inoxidable austenítico y tiene el efecto de aumentar la cantidad de disolución sólida de N para reducir la permeabilidad magnética, de modo que contribuye directa o indirectamente a reducir eficazmente la permeabilidad magnética. Es un elemento esencial e importante en el acero inoxidable de la invención. Además, el Mn tiene el efecto de ablandar el acero y mejorar la trabajabilidad plástica. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que se añada en una cantidad de al menos el 12,0% en masa. Por otro lado, una adición que excede el 22,0% en masa deteriora las propiedades no magnéticas. En la invención, por tanto, se añade Mn dentro de un intervalo del 12,0-22,0% en masa. Preferiblemente, es un intervalo del 12,0-20,0% en masa.

S: no más del 0,03% en masa

45 El S es una impureza incorporada desde una chatarra como material de fabricación de acero y es un elemento perjudicial que deteriora la trabajabilidad en caliente, de modo que es deseable reducirlo tanto como sea posible. En la invención, por tanto, el S está limitado a no más del 0,03% en masa. Preferiblemente, no es más del 0,02% en masa.

Ni: el 4,0-12,0% en masa

50 El Ni es un elemento que forma austenita e indica sustancialmente el mismo comportamiento que en C y N en la estabilidad de la estructura de fase de austenita. Además, el Ni promueve el ablandamiento y es un elemento requerido desde el punto de vista de garantizar la trabajabilidad plástica. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que se añada en una cantidad de al menos el 4,0% en masa. Mientras tanto, cuando se añade una cantidad que excede el 12,0%, los efectos anteriores se saturan y sólo se provoca el aumento de coste del material. Por tanto, se añade Ni dentro de un intervalo del 4,0-12,0% en masa. Preferiblemente, es un intervalo del 4,5-11,0%

en masa.

Cr: el 14,0-25,0% en masa

5 El Cr es un elemento requerido para garantizar la resistencia a la corrosión del acero y prevenir la alteración del color. Con el fin de obtener este efecto, es necesario que se añada en una cantidad de al menos el 14,0% en masa. Por otro lado, puesto que el Cr es un elemento que forma ferrita, una adición que excede el 25,0% en masa promueve la formación de fase de ferrita  $\delta$  y deteriora considerablemente la propiedad no magnética. Por tanto, se añade Cr dentro de un intervalo del 14,0-25,0% en masa. Preferiblemente, es un intervalo del 15,0-20,0% en masa.

N: el 0,07-0,17% en masa

10 El N es un elemento que forma austenita y un elemento que suprime la formación de fase de ferrita  $\delta$  o fase de martensita inducida por tensión y un elemento importante para obtener excelentes propiedades no magnéticas. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que se añada en una cantidad de al menos el 0,07% en masa. Por otro lado, el N es también un elemento que deteriora la trabajabilidad plástica porque la dureza aumenta considerablemente mediante fortalecimiento de la disolución sólida. Por tanto, el N está en un intervalo del 0,07-0,17% en masa. Preferiblemente, es un intervalo del 0,08-0,16% en masa.

15 El acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la invención debe contener además uno o más seleccionados de Mo, Cu, V, Ti y Nb: el 0,02-1,0% en masa en el siguiente intervalo además de los componentes esenciales anteriores.

Cu: el 0,03-3,0% en masa

20 El Cu es un elemento que reduce la dureza tras el tratamiento térmico, potenciando la estabilidad de la fase de austenita y contribuyendo a la estabilidad de la estructura. Con el fin de desarrollar estos efectos, es necesario que se añada en una cantidad de al menos el 0,03% en masa. Por otro lado, una adición que excede el 3,0% en masa deteriora la trabajabilidad en caliente. En el caso de añadir Cu, por tanto, se añade preferiblemente dentro de un intervalo del 0,03-3,0% en masa. Más preferiblemente, es un intervalo del 0,05-2,5% en masa.

Mo: el 0,03-2,0% en masa

25 El Mo es un elemento que mejora considerablemente la resistencia a la corrosión a una pequeña cantidad de adición. Con el fin de desarrollar este efecto, es necesario que se añada en una cantidad de al menos el 0,03% en masa. Por otro lado, puesto que el Mo es un elemento que forma ferrita, una adición que excede el 2,0% en masa promueve la formación de fase de ferrita  $\delta$  y deteriora considerablemente las propiedades no magnéticas. En el caso de añadir Mo, por tanto, es preferiblemente dentro de un intervalo del 0,03-2,0% en masa. Más preferiblemente, es un intervalo del 0,05-1,8% en masa.

V: el 0,02-1,0% en masa, Ti: el 0,02-1,0% en masa, Nb: el 0,02-1,0% en masa

35 El V, Ti y Nb forman un carburo fino durante el tratamiento térmico, y suprimen el crecimiento de partículas cristalinas y las dividen finamente haciendo que la calidad de la superficie sea lisa tras la conformación de la parte y contribuyen eficazmente a la mejora de la capacidad de diseño y propiedad de trituración. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que cada uno de ellos se añada en una cantidad de al menos el 0,02% en masa. Sin embargo, una adición que excede el 1,0% en masa aumenta la dureza y daña la trabajabilidad. En el caso de añadir estos elementos, por tanto, cada uno de ellos se añade preferiblemente dentro de un intervalo del 0,02-1,0% en masa. Más preferiblemente, es un intervalo del 0,03-0,8% en masa.

40 Además, el acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la invención puede contener además uno o más seleccionados de B, Ca, REM y Mg dentro del siguiente intervalo además de los componentes anteriores.

B: el 0,0005-0,01% en masa, Ca: el 0,0005-0,01% en masa, REM: el 0,0005-0,01% en masa, Mg: el 0,0005-0,01% en masa

45 Pueden añadirse B, Ca, REM y Mg para mejorar el deterioro de la trabajabilidad en caliente debido al S. Con el fin de obtener este efecto, es necesario que cada uno de ellos se añada en una cantidad de al menos el 0,0005% en masa. Sin embargo, una adición de estos elementos que excede respectivamente el 0,01% en masa forma más bien un compuesto de bajo punto de fusión y deteriora la trabajabilidad en caliente. Por tanto, cada uno de estos elementos se añade preferiblemente dentro de un intervalo del 0,0005-0,01% en masa. Más preferiblemente es un intervalo del 0,0008-0,008% en masa.

50 Es necesario que el acero inoxidable austenítico según la invención contenga los componentes anteriores de modo que el valor de  $\delta$  cal representado por la siguiente ecuación (1):

$$\delta_{cal} (\% \text{ en masa}) = (\text{Cr} + 0,48\text{Si} + 1,21\text{Mo} + 2,2(\text{V} + \text{Ti}) + 0,15\text{Nb}) - (\text{Ni} + 0,47\text{Cu} + 0,11\text{Mn} - 0,0101\text{Mn}^2 + 26,4\text{C} + 20,1\text{N}) - 4,7 \quad (1)$$

(en la que cada símbolo de elemento en la ecuación anterior representa el contenido del elemento respectivo (% en masa)) no es mayor del 5,5% en masa además del hecho de que cada uno de los componentes satisfaga el intervalo de composición anterior.

5 La  $\delta$  cal muestra la relación entre la razón de fase de ferrita  $\delta$  y los componentes del acero en un planchón cuando se produce a través de un proceso de colada continua tal como se mencionó anteriormente y es un indicador eficaz para reducir una razón residual de fase de ferrita  $\delta$  en un producto. Cuando el valor de  $\delta$  cal excede el 5,5% en masa, queda fase de ferrita  $\delta$  incluso tras la laminación en caliente o tras la laminación en frío, y por tanto las propiedades no magnéticas se deterioran considerablemente. En la invención, por tanto, el valor de  $\delta$  cal está limitado a no más del 5,5% en masa. Preferiblemente, no es más del 4,5% en masa.

10 En el acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la invención, es preferible que los componentes anteriores se incluyan de modo que el equivalente de Ni representado por la siguiente ecuación (2):

$$\text{equivalente de Ni (\% en masa)} = 15C + 0,33Si + 0,71Mn + Ni + 0,44Cr + 0,60Mo + 0,51Cu + 21N + 1,2V + 0,8Ti + 1,1Nb \quad (2)$$

15 (en la que cada símbolo de elemento en la ecuación anterior representa el contenido del elemento respectivo (% en masa)) no es menor del 26% en masa.

20 Tal como se mencionó anteriormente, el equivalente de Ni es un indicador que muestra la relación entre la estabilidad de la fase de austenita y los componentes del acero en el acero inoxidable a base de Mn-Cr o un indicador que muestra el grado de contribución de cada elemento de la aleación a la estabilidad de la fase de austenita. Con el fin de garantizar las propiedades no magnéticas, se requiere prevenir la formación de fase de martensita inducida por tensión a través de trabajo plástico. Cuando el equivalente de Ni es menor del 26% en masa, es fácil que se forme la fase de martensita inducida por tensión a través del trabajo plástico y las propiedades no magnéticas se deterioran. En la invención, por tanto, el equivalente de Ni está limitado preferiblemente a no menos del 26% en masa. Más preferiblemente, no es menor del 27% en masa.

25 En el acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la invención, es preferible además que los componentes anteriores se incluyan de modo que el valor de Hv representado por la siguiente ecuación (3):

$$\text{valor de Hv} = 87C + 2Si - 1,2Mn - 6,7Ni + 2,7Cr + 3,2Mo - 2,6Cu + 690N + 18V + 20Ti + 24Nb + 88 \quad (3)$$

(en la que cada símbolo de elemento en la ecuación anterior representa el contenido del elemento respectivo (% en masa)) no es mayor de 200.

30 Con el fin de garantizar una buena trabajabilidad plástica y trabajabilidad de cierre, es necesario que sea blando. El valor de Hv anterior es un indicador que muestra la relación entre la dureza y la composición química del acero inoxidable a base de Mn-Cr tratado por disolución. Cuando el valor de Hv excede de 200, la tasa de rechazo en el trabajo plástico aumenta. En la invención, por tanto, el valor de Hv está limitado preferiblemente a no más de 200. Más preferiblemente, no es mayor de 185.

### Ejemplos

35 Se preparan aceros inoxidables de n.<sup>os</sup> 1-26 que tienen una composición química mostrada en la tabla 1 mediante el procedimiento habitual y se cuejan de manera continua para dar un planchón de 150 mm de grosor x 1000 mm de anchura x 6000 mm de longitud. Como material de referencia, también se producen respectivamente planchones de SUS 305, SUS 316L y SUS 310S. Estos planchones vuelven a calentarse y se laminan en caliente a 1000-1300°C para formar un material laminado en caliente de 6 mm de grosor (rollo), y después de eso el material laminado en caliente se somete a recocido, decapado y laminado en frío para formar un material laminado en frío de 2,0 mm de grosor (reducción por laminación del 67%), que se somete a recocido adicional a una temperatura de 1000-1200°C y luego se somete a decapado para obtener un material recocido y laminado en frío. Además, una parte del material recocido y laminado en frío se somete a una laminación en frío secundaria para formar un material laminado en frío de 0,7 mm de grosor (reducción por laminación del 65%), que se somete a recocido a una temperatura de 1000-1200°C y se somete a decapado para obtener un material recocido y laminado en frío secundario. Estos materiales recocidos, laminados en frío y los materiales recocidos, laminados en frío secundarios se someten a las siguientes pruebas para la evaluación.

40

45

Tabla 1

N.º de acero	Composición química (% en masa)											δ cal (% en masa)	Equivalente de Ni (% en masa)	Valor de Hv	Obs.					
	C	Si	Mn	S	Ni	Cr	N	Mo	Cu	V	Ti					Nb	B	Ca	REM	Mg
1	0,117	0,52	10,09	0,0005	5,21	19,42	0,134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9	26	197	Ej. de la inv.
2	0,069	0,22	16,89	0,0017	4,61	16,51	0,136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	28	182	Ej. de la inv.
3	0,064	0,39	16,48	0,0001	7,44	17,21	0,125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	30	157	Ej. de la inv.
4	0,053	1,26	19,71	0,0006	8,82	15,23	0,099	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	33	120	Ej. de la inv.
5	0,105	0,12	13,61	0,0012	6,22	19,58	0,147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	29	194	Ej. de la inv.
6	0,092	0,79	12,23	0,0019	10,71	19,88	0,082	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	32	121	Ej. de la inv.
7	0,025	1,44	21,69	0,0008	11,82	14,21	0,163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,2	37	139	Ej. de la inv.
8	0,108	0,08	12,61	0,0011	4,18	19,35	0,132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2	26	198	Ej. de la inv.
9	0,078	1,03	14,75	0,0007	11,32	23,33	0,072	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,9	35	116	Ej. de la inv.
10	0,099	0,71	16,55	0,0002	8,94	15,63	0,111	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	32	143	Ej. de la inv.
11	0,048	0,98	15,06	0,0006	6,21	20,14	0,138	-	2,44	-	-	-	-	-	-	-	5,1	31	178	Ej. de la inv.
12	0,058	0,49	17,55	0,0012	7,99	18,88	0,156	0,40	-	0,51	-	-	-	-	-	-	4,5	34	189	Ej. de la inv.
13	0,071	0,55	16,88	0,0004	7,81	16,93	0,108	1,91	-	0,44	0,09	-	-	-	-	-	5,0	32	160	Ej. de la inv.
14	0,059	1,05	20,05	0,0006	10,81	21,51	0,153	-	0,07	0,49	0,21	0,18	-	-	-	-	5,3	40	180	Ej. de la inv.
15	0,065	0,41	18,01	0,0025	7,22	16,99	0,141	0,08	-	-	-	-	0,0020	-	-	-	2,1	31	168	Ej. de la inv.
16	0,051	0,65	18,43	0,0024	8,42	22,02	0,133	-	2,88	-	-	-	-	0,0015	0,0030	-	5,2	36	159	Ej. de la inv.
17	0,092	0,88	10,32	0,0028	6,92	18,15	0,091	-	-	-	-	-	0,0030	0,0015	-	-	2,6	26	151	Ej. de la inv.
18	0,072	0,44	9,48	0,0005	7,58	17,06	0,143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	26	178	Ej. comp.
19	0,068	0,67	23,01	0,0008	5,66	17,89	0,129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	33	167	Ej. comp.
20	0,031	1,17	15,22	0,0005	3,28	16,59	0,158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,8	25	207	Ej. comp.
21	0,089	0,89	17,92	0,0012	7,02	18,77	0,061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2	31	122	Ej. comp.
22	0,081	0,65	19,67	0,0011	6,55	18,02	0,182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	33	203	Ej. comp.
23	0,101	1,42	18,11	0,0035	6,77	18,83	0,141	-	0,51	0,08	-	-	-	0,0020	-	-	3,8	33	181	Ej. comp.
24	0,059	0,61	18,58	0,0018	4,89	19,58	0,115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,9	30	172	Ej. comp.
25	0,049	0,22	14,49	0,0007	4,31	16,51	0,106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7	25	164	Ej. comp.

26	0,031	1,17	15,22	0,0007	4,11	16,59	0,168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,8	26	208	*	
27	0,057	0,51	1,21	0,0006	12,45	18,04	0,036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SUS305
28	0,026	0,45	0,98	0,0026	12,99	17,55	0,051	2,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SUS316L
29	0,055	0,35	0,88	0,0029	20,15	25,09	0,039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SUS310S

\*  $\delta$  cal (% en masa) = (Cr+0,48Si+ 1,21Mo+2,2(V+Ti))+0,15Nb)-(Ni+0,47Cu+0,11Mn-0,0101Mn<sup>2</sup>+26,4C+20,1N)-4,7

\* Equivalente de Ni (% en masa) = 15C+0,33Si+0,71Mn+Ni+0,44Cr+0,60Mo+0,51Cu+21N+1,2V+0,8Ti+1,1Nb

\* Valor de Hv = 87C+2Si-1,2Mn-6,7Ni+2,7Cr+3,2Mo-2,6Cu+690N+18V+20Ti+24Nb+88

\* El n.º 26 es el ejemplo de la invención correspondiente a las reivindicaciones 1 y 2 pero el ejemplo comparativo correspondiente a la reivindicación 3.

## &lt;Medición de la permeabilidad magnética&gt;

Con respecto a ambos del material laminado en frío de 2,0 mm de grosor laminado en frío y el material recocido, laminado en frío sometido a recocido, la permeabilidad magnética  $\mu$  se mide aplicando un campo magnético de 200 kA/m con un instrumento de medición magnética de tipo oscilación (BHV-55 producido por Riken Densi Co., Ltd.). Además, la evaluación de la permeabilidad magnética indica que la propiedad no magnética es buena a un valor de no más de 1,003.

## &lt;Observación de la microestructura&gt;

Se determina la presencia o ausencia de fase de ferrita  $\delta$  residual puliendo una superficie del material recocido, laminado en frío de 2 mm de grosor en una sección en la dirección de laminación, mediante ataque químico electrolítico con KOH para exponer la estructura cristalina y observando su microestructura con un microscopio óptico.

## &lt;Evaluación de la falsa detección mediante un dispositivo de detección de agujas&gt;

Se fabrica una parte metálica para prendas de vestir (corchetes para pantalones) tal como se muestra en la figura 4 con el material recocido, laminado en frío secundario de 0,7 mm de grosor. Se dispone una pluralidad de las partes metálicas así obtenidas sobre una cintra transportadora de un dispositivo de detección de agujas que utiliza inducción magnética (APA-6500 producido por Sanko Co., Ltd.) en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento y se hace pasar a través del dispositivo de detección de agujas para determinar el número mínimo que puede medir el dispositivo de detección de agujas. En este caso, se fija la sensibilidad de detección del dispositivo a un nivel que puede detectar una bola de hierro de 0,8 mm de  $\phi$  correspondiente al tamaño de una aguja rota. En esta prueba de evaluación, cuanto más grande es el número mínimo, mejor es la propiedad no magnética, lo que significa que el dispositivo de detección de agujas apenas provoca la falsa detección.

## &lt;Medición de la dureza&gt;

Se mide la dureza Vickers Hv sobre la superficie del material recocido, laminado en frío de 2 mm de grosor.

## &lt;Evaluación de la trabajabilidad plástica&gt;

Se fabrica una parte metálica para prendas de vestir (corchetes para pantalones) tal como se muestra en la figura 4 con el material recocido, laminado en frío secundario de 0,7 mm de grosor. Se unen las partes metálicas así obtenidas a una prenda de vestir cerrando cada 1000 partes para medir la razón de rechazo. Además, se evalúa la trabajabilidad mediante la razón de rechazo cuando la unión a la prenda de vestir sin hueco es aceptable y la generación de hueco no es aceptable.

## &lt;Evaluación de la propiedad de pulido&gt;

Se evalúa puliendo el área más amplia de una parte metálica para prendas de vestir (corchetes para pantalones) mostrada en la figura 4, que se fabrica a partir del material recocido, laminado en frío secundario de 0,7 mm de grosor, con un aparato de pulido de bruñido en seco para medir el tiempo de pulido requerido desde un estado de superficie decapada hasta un estado de superficie terminada n.º 400. Además, se evalúa la propiedad de pulido mediante el tiempo promedio requerido para un único acero sometido a pulido cinco veces.

## &lt;Evaluación de la productividad&gt;

Después de que el material laminado en caliente (rollo) tras el laminado en caliente se someta a recocido y decapado, se observa visualmente la longitud completa del rollo descargado de la línea de decapado para medir el número de defectos perjudiciales generados sobre la superficie tales como esquirlas, costra, etcétera. En la evaluación del número de defectos por 100 m del rollo, no más de 0,5 es una productividad excelente ("excelente"), y más de 0,5 pero no más de 1,0 es una buena productividad ("buena"), y más de 1,0 es una mala productividad ("mala").

Los resultados de las pruebas de evaluación anteriores se muestran en la tabla 2.

Tal como se observa a partir de la tabla 2, todas las planchas de acero n.ºs 2-16 de los ejemplos de la invención que satisfacen las condiciones de la invención tienen una permeabilidad magnética pequeña y una propiedad no magnética excelente. Además, tienen una dureza baja, una buena trabajabilidad tras el cierre y son adecuadas como material para partes de prendas de vestir. Entre ellas, las planchas de acero n.ºs 12-14 a las que se les añadió la cantidad apropiada uno o más de V, Ti y Nb no sólo tienen una trabajabilidad y propiedad magnética excelentes sino que también lo es la propiedad de pulido, y contribuyen a mejorar la operatividad. Por otro lado, las planchas de acero n.ºs 15-16 a las que se les añadió la cantidad apropiada de uno o más de B, Ca, REM y Mg tienen una buena calidad de superficie y una excelente productividad.

Por el contrario, las planchas de acero n.ºs 1, 17-29 de los ejemplos comparativos y los ejemplos de referencia que no satisfacen las condiciones de la invención son malas en una o más de la propiedad no magnética, trabajabilidad

plástica y productividad. Por ejemplo, las planchas de acero n.ºs 18 y 21 pueden prevenir la fase de ferrita  $\delta$  residual y la formación de fase de martensita inducida por tensión porque satisfacen valores convencionales de  $\delta$  cal de la ecuación (1) y equivalente de Ni de la ecuación (2), pero no alcanzan el nivel objetivo de la permeabilidad magnética (no más de 1,003) porque el contenido en Mn y N para mejorar la propiedad no magnética es inferior.

5 En la plancha de acero n.º 19 que tiene un contenido en Mn y  $\delta$  cal mayores que los de la invención y la plancha de acero n.º 20 que tiene un equivalente de Ni menor que el de la invención, la permeabilidad magnética del material recocido aumenta porque existe la fase de ferrita  $\delta$  residual. En la plancha de acero n.º 20, el equivalente de Ni es bajo y la estabilidad de la fase de austenita es pequeña, de modo que se forma la fase de martensita inducida por tensión y la permeabilidad magnética del material laminado en frío es alta.

10 La plancha de acero n.º 22 que tiene un contenido en N mayor que el de la invención tiene una propiedad no magnética buena pero tiene una dureza alta y su razón de rechazo de cierre aumenta.

En la plancha de acero n.º 23, la propiedad no magnética es buena, puesto que el contenido en S está fuera del intervalo de la invención, incluso si se añaden Ca y Mg, el efecto de mejora de la trabajabilidad en caliente no es suficiente y se provocan muchos defectos de superficie.

15 En la plancha de acero n.º 24, el valor de  $\delta$  cal está fuera del intervalo de la invención, de modo que queda ferrita  $\delta$  en el producto y la permeabilidad magnética no alcanza el nivel objetivo.

En la plancha de acero n.º 25 en la que el equivalente de Ni de la ecuación (2) no satisface el intervalo preferido de la invención, se forma la martensita inducida por tensión mediante laminación en frío y la permeabilidad magnética aumenta. En la plancha de acero n.º 26 en la que el valor de Hv de la ecuación (3) no satisface el intervalo preferido de la invención, la propiedad no magnética es buena, pero la dureza es alta y la trabajabilidad es mala.

20 En todos de SUS 305, SUS 316L y SUS 310S de aceros inoxidables no magnéticos a base de Ni-Cr evaluados como ejemplos de referencia, la propiedad no magnética y la productividad son malas en comparación con el acero inoxidable a base de Mn-Cr no magnético según la invención.

Tabla 2

Acero n.º	Permeabilidad magnética		Propiedades no magnéticas		Trabajabilidad plástica		Tiempo de pulido promedio (s)	Evaluación de la productividad	Observaciones	
	Material recocido	Material laminado en frío	Ferrita residual	δ	Número por dispositivo de detección de agujas	Dureza Hv				Razón de rechazo de cierre
1	1,0025	1,0027	ninguna	ninguna	4	192	0,9	76	Buena	Ej. de la inven.
2	1,0021	1,0024	ninguna	ninguna	5	188	0,1	75	Buena	Ej. de la inven.
3	1,0018	1,0021	ninguna	ninguna	5	165	0,0	71	Buena	Ej. de la inven.
4	1,0019	1,0021	ninguna	ninguna	5	128	0,0	72	Buena	Ej. de la inven.
5	1,0020	1,0022	ninguna	ninguna	5	196	0,3	71	Buena	Ej. de la inven.
6	1,0019	1,0020	ninguna	ninguna	5	130	0,0	73	Buena	Ej. de la inven.
7	1,0022	1,0025	ninguna	ninguna	5	134	0,0	88	Buena	Ej. de la inven.
8	1,0024	1,0025	ninguna	ninguna	4	196	0,8	83	Buena	Ej. de la inven.
9	1,0023	1,0025	ninguna	ninguna	5	125	0,0	76	Buena	Ej. de la inven.
10	1,0025	1,0026	ninguna	ninguna	4	145	0,0	75	Buena	Ej. de la inven.
11	1,0025	1,0027	ninguna	ninguna	4	178	0,0	78	Buena	Ej. de la inven.
12	1,0023	1,0025	ninguna	ninguna	5	187	0,4	36	Buena	Ej. de la inven.
13	1,0024	1,0025	ninguna	ninguna	4	167	0,0	35	Buena	Ej. de la inven.
14	1,0021	1,0022	ninguna	ninguna	5	183	0,0	38	Buena	Ej. de la inven.
15	1,0019	1,0021	ninguna	ninguna	5	171	0,0	73	Excelente	Ej. de la inven.
16	1,0023	1,0025	ninguna	ninguna	4	156	0,0	81	Excelente	Ej. de la inven.
17	1,0020	1,0023	ninguna	ninguna	5	157	0,0	77	Excelente	Ej. de la inven.
18	1,0038	1,0041	ninguna	ninguna	2	195	0,5	77	Buena	Ej. compara.
19	1,0064	1,0066	presencia	presencia	0	154	0,0	83	Buena	Ej. compara.
20	1,0058	1,0072	presencia	presencia	0	215	5,2	75	Buena	Ej. compara.
21	1,0040	1,0044	ninguna	ninguna	1	134	0,0	75	Buena	Ej. compara.
22	1,0019	1,0020	ninguna	ninguna	5	207	4,1	76	Buena	Ej. compara.
23	1,0021	1,0022	ninguna	ninguna	4	181	0,2	38	Mala	Ej. compara.
24	1,0056	1,0057	presencia	presencia	0	165	0,0	77	Buena	Ej. compara.
25	1,0026	1,0061	ninguna	ninguna	0	168	0,0	88	Buena	Ej. compara.
26	1,0023	1,0026	ninguna	ninguna	4	211	3,8	92	Buena	*
27	1,0032	1,0036	ninguna	ninguna	2	172	0,1	79	Buena	SUS 305
28	1,0040	1,0048	ninguna	ninguna	1	167	0,0	76	Buena	SUS 316L
29	1,0045	1,0051	ninguna	ninguna	0	181	0,3	89	Mala	SUS 310S

\* N.º 26 es el ejemplo de la invención correspondiente a las reivindicaciones 1 y 2 pero el ejemplo comparativo correspondiente a la reivindicación 3.

**Aplicabilidad industrial**

Los aceros inoxidables según la invención no están limitados a una aplicación como material de partida de partes metálicas para prendas de vestir, y pueden usarse preferiblemente en otros campos que requieren la trabajabilidad plástica y la propiedad no magnética, por ejemplo, en el campo de partes electrónicas tales como teléfonos móviles, reproductores multimedia digitales portátiles, etcétera.

5

## REIVINDICACIONES

1. Acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn que tiene una composición química que consiste en C: el 0,02-0,12% en masa, Si: el 0,05-1,5% en masa, Mn: el 12,0-22,0% en masa, S: no más del 0,03% en masa, Ni: el 4,0-12,0% en masa, Cr: el 14,0-25,0% en masa, N: el 0,07-0,17% en masa y, además, uno o más elementos seleccionados de Mo: el 0,03-2,0% en masa, Cu: el 0,03-3,0% en masa, V: el 0,02-1,0% en masa, Ti: el 0,02-1,0% en masa y Nb: el 0,02-1,0% en masa además de la composición química anterior, y además, opcionalmente, uno o más elementos seleccionados de B: el 0,0005-0,01% en masa, Ca: el 0,0005-0,01% en masa, REM: el 0,0005-0,01% en masa y Mg: el 0,0005-0,01% en masa además de la composición química anterior; siendo el resto Fe e impurezas inevitables, siempre que estos componentes estén contenidos de modo que la  $\delta$  cal representada por la siguiente ecuación (1) no es mayor del 5,5%:
- $$\delta \text{ cal (\% en masa)} = (Cr + 0,48Si + 1,21Mo + 2,2(V + Ti) + 0,15Nb) - (Ni + 0,47Cu + 0,11Mn - 0,0101Mn^2 + 26,4C + 20,1N) - 4,7 \quad (1)$$
- en la que cada símbolo de elemento en la ecuación es el contenido del elemento respectivo (% en masa), y que tiene una permeabilidad magnética de no más de 1,003 bajo un campo magnético de 200 kA/m, y
- en el que dichos componentes están contenidos de modo que el valor de Hv representado por la siguiente ecuación (3) no es mayor de 200:
- $$\text{valor de Hv} = 87C + 2Si - 1,2Mn - 6,7Ni + 2,7Cr + 3,2Mo - 2,6Cu + 690N + 18V + 20Ti + 24Nb + 88 \quad (3)$$
- en la que cada símbolo de elemento en la ecuación es el contenido del elemento respectivo (% en masa).
2. Acero austenítico con alto contenido en Mn según la reivindicación 1, que contiene Cu: el 0,03-3,0% en masa; V: el 0,02 - 1,0% en masa; Ti: el 0,02 - 1,0% en masa; y Nb: el 0,02 - 1,0% en masa.
3. Acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según la reivindicación 1, en el que dichos componentes están contenidos de modo que el equivalente de Ni representado por la siguiente ecuación (2) no es menor 26% en masa:
- $$\text{equivalente de Ni (\% en masa)} = 15C + 0,33Si + 0,71Mn + Ni + 0,44Cr + 0,60Mo + 0,51Cu + 21N + 1,2V + 0,8Ti + 1,1Nb \quad (2)$$
- en la que cada símbolo de elemento en la ecuación es el contenido del elemento respectivo (% en masa).
4. Parte metálica para ornamento de prendas de vestir hecha del acero inoxidable austenítico con alto contenido en Mn según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3.

30

Fig.1

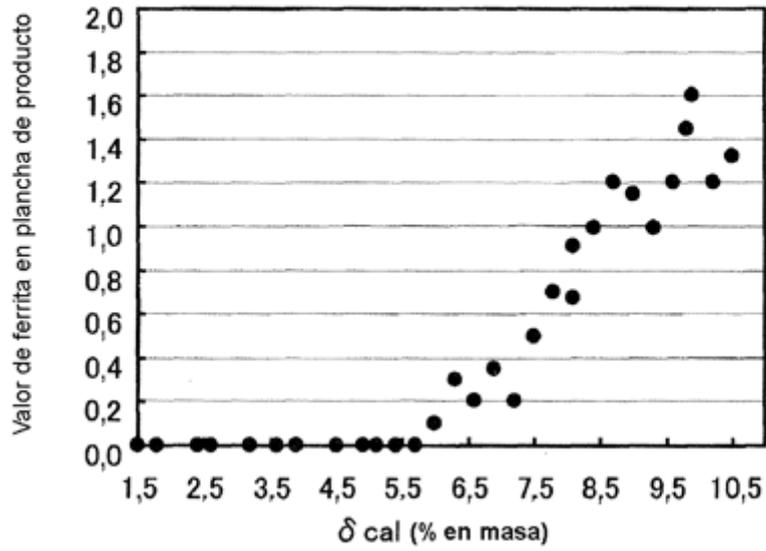


Fig. 2

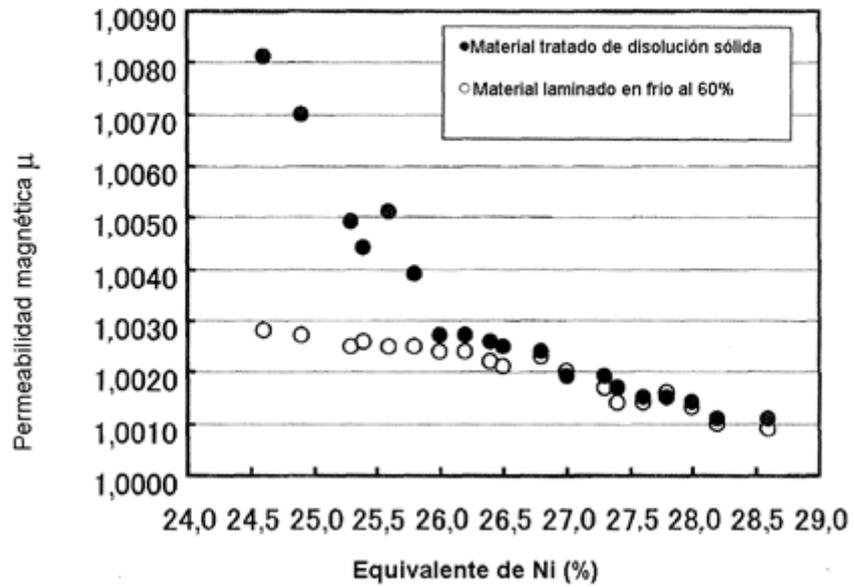


Fig. 3

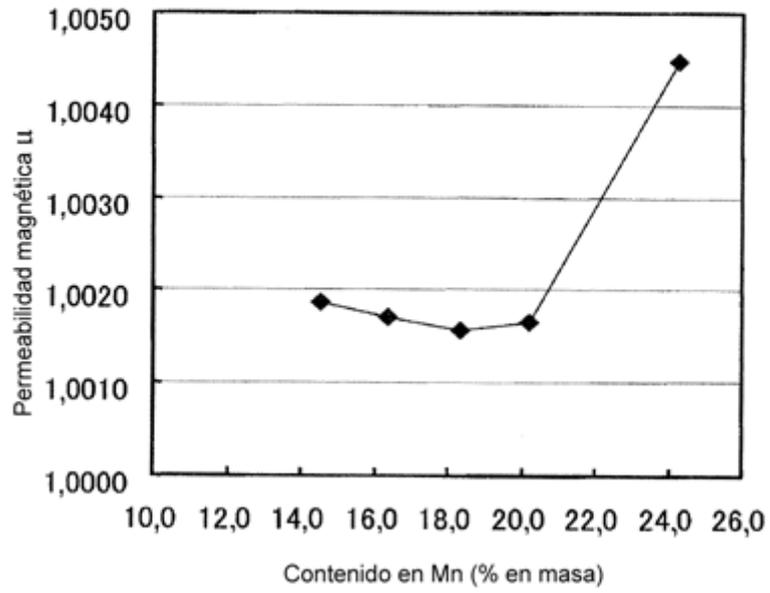


Fig. 4

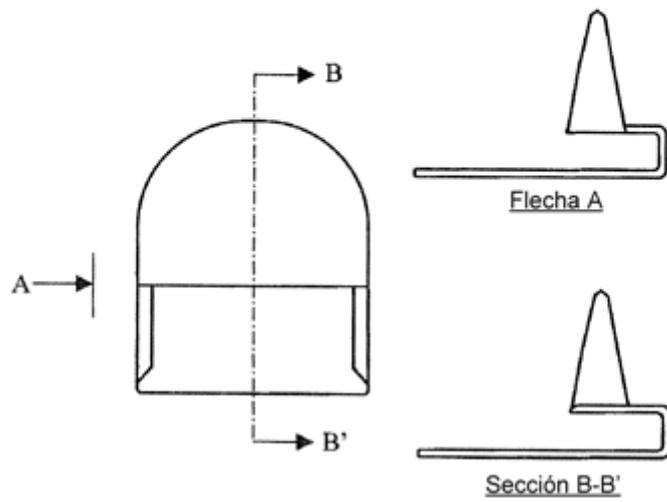


Fig. 5

