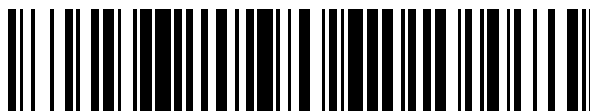


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 569**

51 Int. Cl.:

<b>C23C 2/06</b>	(2006.01)
<b>B21B 3/00</b>	(2006.01)
<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/58</b>	(2006.01)
<b>C23C 2/02</b>	(2006.01)
<b>C23C 2/28</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2012 PCT/JP2012/075198**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13047810**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2012 E 12836371 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2762602**

54 Título: **Lámina de acero galvanizada en caliente aleada**

30 Prioridad:

**30.09.2011 JP 2011217145**

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

**18.10.2018**

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)  
6-1, Marunouchi 2-chome  
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**YAMANAKA, SHINTARO;  
FUJITA, SOSHI y  
SATO, KOICHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 686 569 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Lámina de acero galvanizada en caliente aleada

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una lámina de acero galvanizada en caliente aleada. Más específicamente, la presente invención se refiere a una lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia, que es capaz de lograr fácilmente una alta resistencia (por ejemplo, resistencia a la tracción de 980 MPa o más), es excelente en la adhesión al revestimiento y es adecuado como un elemento del campo automotriz, campo de electrodomésticos, campo de materiales de construcción y similares.

**Antecedentes de la técnica**

10 Hasta ahora, las láminas de acero galvanizadas en caliente aleadas se han utilizado principalmente en el campo automotriz. Sin embargo, en la capa de laminado de la lámina de acero galvanizada en caliente aleada, está presente una capa de aleación de Zn-Fe, que es inferior en la ductilidad a la lámina de acero subyacente. En caso de que se requiera una resistencia a la tracción de 980 MPa o más, se ha considerado que esta capa es un problema, debido a que la adhesión del revestimiento (o revestimiento) de la misma es pobre y el revestimiento se puede separar de la interfaz entre el revestimiento y la lámina de acero subyacente, en el momento del trabajo, tal como el moldeado a presión, para de este modo producir fácilmente una falla en la apariencia, tal como una marca de indentación.

15 Por lo tanto, el Documento de Patente 1 describe, como una medida para mejorar la adhesión del revestimiento, un procedimiento para mejorar la adhesión del revestimiento mediante un denominado efecto de anclaje, es decir, mediante el aumento de la irregularidad en la interfaz entre el revestimiento y la lámina de acero subyacente. Además, el Documento de Patente 2 describe que cuando una lámina de acero se calienta, y después se decapa, y después de la eliminación de la capa de óxido en la superficie, se somete al revestimiento, para mejorar así la adhesión.

20 Además, el documento de Patente 3 describe una lámina de acero galvanizada en caliente de alta ductilidad y alta resistencia que contiene, en términos de fracción de volumen, del 30 al 90% de una fase de ferrita, 5% o más de bainita, 10% o menos de martensita y del 5 al 30% de una fase de austenita retenida. El documento de patente 4 describe una lámina de acero laminada en frío de alta resistencia, donde la densidad de las dislocaciones contenidas en la lámina de acero es  $8 \times 10^{11}$  (dislocaciones/mm<sup>2</sup>) o menos, y la relación estática/dinámica (=FS2/FS1) como una relación entre una resistencia cuasi-estática (FS1) a una tasa de deformación de 0,0067 (s<sup>-1</sup>), y una resistencia dinámica (FS2) a una tasa de deformación de 1.000 (s<sup>-1</sup>) es 1,05 o más. El documento de patente 5 describe una lámina de acero aleada en caliente que comprende una base de hierro y una capa de revestimiento específico dispuesta al menos en una superficie de la misma, donde la capa de revestimiento no tiene una fase  $\eta$  y fase  $\zeta$  en la superficie de la capa de revestimiento, la capa de revestimiento tiene una composición de Fe: de 8 a 12% y Al: de 0,05 a 0,25%, el resto Zn, y la fase  $\Gamma$  en la interfaz con el hierro base es 1,0/ $\mu\text{m}$  o menos.

25 El documento de patente 6 describe un proceso para producir una lámina de acero galvanizada en caliente que incluye las etapas de: laminado en caliente, enrollamiento, laminado en frío después de un lavado-decapado con ácido, recocido y enfriamiento de la lámina de acero recocida a una temperatura de inmersión de baño de galvanoplastia a una tasa de enfriamiento de 200°C/seg o menos a 650°C y posteriormente mantenimiento de la lámina de acero a 650°C a 500°C durante 30 segundos o más; opcionalmente procesamiento térmico en un intervalo de temperatura de 500-200°C antes del baño de inmersión en baño de galvanoplastia, realizar un tratamiento de galvanoplastia por inmersión de la lámina de acero en un baño de galvanización en caliente, a una temperatura de la lámina de acero que varía, o inmersión en un baño de galvanoplastia, de una temperatura 40°C menor que la temperatura del baño de galvanización en caliente a una temperatura 50°C mayor que la temperatura del baño de galvanización en caliente, en una atmósfera reductora de N<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>, en que el valor de logaritmo  $\log(P_{\text{H}_2\text{O}}/P_{\text{H}_2})$  de la relación entre la presión parcial de hidrógeno PH<sub>2</sub> y presión parcial de vapor de agua PH<sub>2</sub>O es de -3 a -0,5, procesamiento de aleación continua realizada a la temperatura de 460°C o más. La estructura de la lámina de acero se compone de bainita y martensita, austenita retenida y ferrita.

30 Sin embargo, en la técnica anterior, la diferencia en ductilidad entre la capa de revestimiento y la lámina de acero subyacente, que puede ser fundamentalmente un factor principal que contribuye a la adhesión del revestimiento, no se ha resuelto, y por lo tanto, la separación de galvanización (o revestimiento) no puede evitar que ocurra durante el trabajo severo.

**Técnica relacionada**

Documento de patente

[Documento de patente 1] JP-A (Publicación de patente no examinada japonesa; KOKAI) N.º 2011-94215

55 [Documento de patente 2] JP-A N.º 2002-173756

[Documento de patente 3] JP-A N.º 2005-133201

[Documento de patente 4] JP-A N.º 2002-30403

[Documento de patente 5] JP-A N.º 64-68456

[Documento de patente 6] JP 2007-231373

## 5 Sumario de la invención

Problema por resolver por la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una lámina de acero galvanizada en caliente aleada con alta resistencia (por ejemplo, una resistencia a la tracción de 980 MPa o más), que puede evitar la separación del revestimiento durante el trabajo.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia, que tiene excelente adhesión del revestimiento.

Medios para resolver el problema

15 Como resultado de un estudio serio, los presentes inventores han hallado que cuando la ductilidad de una lámina de acero se puede reducir por el control de la estructura de la lámina de acero y además, la ductilidad del revestimiento mismo se incrementa mediante el control de las cantidades de la fase  $\Gamma 1$  y la fase  $\Gamma$  en la fase de revestimiento, se puede suprimir la separación del revestimiento.

20 Como resultado de un estudio adicional basado en el descubrimiento anterior, los presentes inventores también han hallado que cuando el espesor total de la fase  $\Gamma 1$  y la fase  $\Gamma$  presente en la capa galvanizada en caliente aleada se ajusta a 2  $\mu\text{m}$  o menos, y el espesor de la fase  $\Gamma$  que tiene la ductilidad más baja entre las fases de aleación de Zn-Fe se ajusta para que sea más pequeño que el de la fase  $\Gamma 1$ , la adhesión del revestimiento se puede mejorar adicionalmente.

De acuerdo con el conocimiento y las investigaciones de los presentes inventores para proporcionar el efecto descripto anteriormente de la presente invención se puede suponer lo siguiente.

25 Es decir, los presentes inventores han hallado que, fundamentalmente, cuando aumenta la ductilidad de la capa de revestimiento, la fase  $\Gamma 1$  ( $\text{Fe}_5\text{Zn}_{21}$ , contenido de Fe: 18% o más y menos del 24%) y la fase  $\Gamma$  ( $\text{Fe}_3\text{Zn}_{10}$ , Fe: 24% o más y 32% o menos), que se pueden producir inevitablemente en la interfaz entre la capa de revestimiento y la lámina de acero subyacente en una capa galvanizada en caliente aleada, difícilmente puede tener una mayor ductilidad que la ductilidad de la lámina de acero subyacente, y la galvanoplastia no puede seguir la deformación de la lámina de acero subyacente durante el trabajo, para así producir la separación del revestimiento.

30 A la inversa, los presentes inventores también hallado que cuando la ductilidad de una lámina de acero misma se reduce mediante el control de la estructura de la lámina de acero, y la ductilidad del revestimiento mismo aumenta mediante el control de las cantidades de fase  $\Gamma 1$  y fase  $\Gamma$  en la fase de revestimiento, se puede suprimir la separación del revestimiento. En un caso en que la ductilidad de la lámina de acero misma se reduce, se puede asumir que se puede reducir la trabajabilidad de la lámina de acero en comparación con la de la lámina de acero convencional, y se puede generar tempranamente una grieta en la lámina de acero subyacente, para producir de este modo una fractura. Sin embargo, en la presente invención, el revestimiento se aplica a una lámina de acero mientras se controlan las cantidades de fase  $\Gamma 1$  y fase  $\Gamma$  en el mismo, de modo que se puede evitar la fractura de la lámina de acero al mismo nivel, o a un nivel superior al de la lámina de acero convencional.

40 La razón por la que ocurre tal fenómeno puede no ser necesariamente clara, pero los presentes inventores pueden suponer que aunque se puede generar tempranamente una grieta en la lámina de acero subyacente, debido a que está presente el revestimiento con excelente ductilidad en la lámina de acero en la presente invención, se puede reducir la concentración de tensión en la parte de craqueo.

45 Es decir, la presente invención se refiere a una lámina de acero galvanizada en caliente de alta aleada de alta resistencia, excelente en elongación y adhesión del revestimiento. La presente invención puede incluir, por ejemplo, las siguientes realizaciones.

[1] Una lámina de acero galvanizada en caliente aleada, que es una lámina de acero que comprende, en % en masa,

C: de 0,10 a 0,4%,

Si: de 0,01 a 0,5%,

50 Mn: de 1,0 a 3,0%,

## ES 2 686 569 T3

- O: 0,006% o menos,  
P: 0,04% o menos,  
S: 0,01% o menos,  
Al: de 0,1 a 3,0%,  
5 N: 0,01% o menos, y  
opcionalmente un miembro o dos o más miembros de, en % en masa,  
Cr: de 0,05 a 1,0%,  
Ni: de 0,05 a 1,0%,  
Cu: de 0,05 a 1,0%,  
10 Nb: de 0,005 a 0,3%,  
Ti: de 0,005 a 0,3%,  
V: de 0,005 a 0,5%,  
B: de 0.0001 a 0,01%,  
Ca: de 0.0005 a 0,04%,  
15 Mg: de 0.0005 a 0,04%,  
La: de 0.0005 a 0,04%,  
Ce: de 0.0005 a 0,04%, y  
Y: de 0.0005 a 0,04%,  
el resto es Fe e impurezas inevitables,  
20 en el que la estructura de la lámina de acero además comprende, en términos de fracción de volumen, 40% o más del contenido total de bainita y martensita, de 8 a 60% de austenita retenida, y menor de 40% de ferrita, el resto es una estructura inevitable, y se aplica galvanización en caliente con aleación a la superficie de la lámina de acero, y en el que el espesor total del espesor  $T_{\gamma 1}$  de la capa  $\Gamma 1$  y el espesor  $T_{\gamma}$  de la capa  $\Gamma$  en la capa galvanizada en caliente aleada es 2  $\mu\text{m}$  o menos y la relación  $(T_{\gamma 1}/T_{\gamma})$  del espesor entre la fase  $\Gamma 1$  y fase  $\Gamma$  es 1 o menos y la  
25 relación  $\{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\}$  del espesor total del espesor  $T_{\zeta}$  de la capa  $\zeta$  y el espesor  $T_{\delta}$  de la capa  $\delta$  en la capa galvanizada en caliente aleada con el espesor total de la capa  $\Gamma 1$  y capa  $\Gamma$  es de 1,5 a 90.  
[3] La lámina de acero galvanizada en caliente aleada de acuerdo con el punto [1] o [2], en el que la lámina de acero además comprende un elemento o dos o más elementos de, en % en masa,  
Cr: de 0,05 a 1,0%,  
30 Ni: de 0,05 a 1,0%,  
Cu: de 0,05 a 1,0%,  
Nb: de 0,005 a 0,3%,  
Ti: de 0,005 a 0,3%,  
V: de 0,005 a 0,5%,  
35 B: de 0.0001 a 0,01%,  
Ca: de 0.0005 a 0,04%,  
Mg: de 0.0005 a 0,04%,  
La: de 0.0005 a 0,04%,  
Ce: de 0.0005 a 0,04%, y  
40 Y: de 0.0005 a 0,04%.

## ES 2 686 569 T3

[4] Un proceso para producir una lámina de acero galvanizada en caliente aleada, que comprende:

calentar un material de acero que comprende, en % en masa,

C: de 0,10 a 0,4%,

Si: de 0,01 a 0,5%,

5 Mn: de 1,0 a 3,0%,

O: 0,006% o menos,

P: 0,04% o menos,

S: 0,01% o menos,

Al: de 0,1 a 3,0%,

10 N: 0,01% o menos, y

opcionalmente un miembro o dos o más miembros de, en masa %,

Cr: de 0,05 a 1,0%,

Ni: de 0,05 a 1,0%,

Cu: de 0,05 a 1,0%,

15 Nb: de 0,005 a 0,3%,

Ti: de 0,005 a 0,3%,

V: de 0,005 a 0,5%,

B: de 0.0001 a 0,01%,

Ca: de 0.0005 a 0,04%,

20 Mg: de 0.0005 a 0,04%,

La: de 0.0005 a 0,04%,

Ce: de 0.0005 a 0,04%, y

Y: de 0.0005 a 0,04%,

25 el resto es Fe e impurezas inevitables, a 1,100 a 1,300°C y posteriormente someter la lámina de acero a un tratamiento de laminado en caliente a una temperatura de laminado de acabado de temperatura Ar3 o más;

tomar la lámina de acero laminada en caliente a una temperatura de tensado de 700°C o menos y posteriormente laminado en frío la lámina de acero;

recocer la lámina de acero laminada en frío a una temperatura de calentamiento máxima de 750 a 900°C;

30 enfriar la lámina de acero recocida a una temperatura de inmersión del baño de galvanoplastia a una tasa de enfriamiento de 3 a 200°C/seg en el intervalo de 500 a 750°C y posteriormente mantener la lámina de acero a 350 a 500°C durante 10 a 1.000 segundos;

35 realizar un tratamiento de galvanoplastia mediante la inmersión de la lámina de acero en un baño de galvanización en caliente que tiene una concentración de Al  $W_{Al}$  y una concentración de Fe  $W_{Fe}$  que cumple, en % en masa, las siguientes expresiones relacionales (1) y (2), a una temperatura de la lámina de acero que varía, en la inmersión en un baño de galvanoplastia, de una temperatura 40°C menor que la temperatura del baño de galvanización en caliente a una temperatura de 50°C mayor que la temperatura del baño de galvanización en caliente, en una atmósfera de nitrógeno que tiene un contenido de nitrógeno de 95% en masa o más, en que el valor del logaritmo  $\log(P_{H_2O}/P_{H_2})$  de la relación entre la presión parcial de hidrógeno  $P_{H_2}$  y presión parcial de vapor de agua  $P_{H_2O}$  es de -5 a -2:

$$40 \quad 0,01 \leq W_{Fe} \leq 0,05 \quad (1)$$

$$0,075 \leq (W_{Al}-W_{\leq}) \leq 0,30 \quad (2)$$

y, en consecuencia,

realizar un tratamiento de aleación, en que el tiempo desde que la lámina de acero sale del baño de galvanoplastia a la entrada en un horno de calentamiento de aleación es de 0,5 a 6 segundos y la temperatura de calentamiento de aleación de la capa de revestimiento es de 440 a 600°C;

- 5 en el que  $Ar_3=901-325xC+33xSi-92x(Mn+Ni/2+Cr/2+Cu/2+Mo/2)$ , en que C, Si, Mn, Ni, Cr, Cu y Mo indican los contenidos (% en masa) de los componentes respectivos y toman 0 cuando el componente no está contenido.

Efecto de la invención

10 La presente invención puede proporcionar una lámina de acero galvanizada en caliente aleada que tiene una alta resistencia (por ejemplo, una resistencia a la tracción de 980 MPa o más) y es excelente en la adhesión del revestimiento. La producción de la lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia de acuerdo con la presente invención puede ser relativamente fácil y se puede realizar de forma estable. En consecuencia, la lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia puede ser óptimamente utilizable en particular como una lámina de acero para automóviles en años recientes, que se considera para alcanzar la reducción de peso. Como resultado, el valor industrial de los mismos puede ser notablemente alto.

### 15 Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La Fig. 1 es un gráfico que muestra una relación del espesor ( $T_{\gamma 1}+T_{\gamma}$ ) y la relación del espesor ( $T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$ ) con adhesión del revestimiento. Los símbolos de la Fig. 1 tiene los siguientes significados:

A: una resistencia a la tracción de 980 Mpa o más y  $1,5 \leq \{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\} \leq 90$ ;

B: una resistencia a la tracción de 980 Mpa o más y  $\{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\} < 1,5$  o  $\{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\} > 90$ ;

- 20 C: una resistencia a la tracción de 980 Mpa o más y  $1,5 < \{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\} \leq 90$ ; y

D: una resistencia a la tracción menor de 980 Mpa y  $1,5 \leq \{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\} \leq 90$ .

### Modo para llevar a cabo la invención

A continuación en la presente, la presente invención se describe en secuencia.

25 En primer lugar, se describen los motivos para la limitación de los componentes. En este aspecto, "%" significa % en masa.

C:

30 C puede ser un elemento capaz de aumentar la resistencia de la lámina de acero. Sin embargo, si su contenido es menor 0,1%, puede ser difícil cumplir tanto con la resistencia a la tracción de 980 MPa o más, como con la trabajabilidad. Por otro lado, si el contenido supera 0,40%, la soldabilidad por punto puede ser difícil de asegurar. Por este motivo, el contenido se ajusta para ser de 0,1 a 0,40%. El contenido de C preferentemente puede ser de 0,13 a 0,3, más preferentemente de 0,19 a 0,28.

Si:

35 Si puede ser un elemento de aleación (o fortalecimiento) y puede ser efectivo para aumentar la resistencia de la lámina de acero. Además, este elemento puede suprimir la precipitación de la cementita y, a su vez, contribuir a la estabilización de la austenita retenida, y por lo tanto, su adición puede ser indispensable. Si su contenido es menor que 0,01%, el efecto de aumentar la resistencia puede ser pequeño. Por otro lado, si el contenido supera 0,5%, se puede reducir la trabajabilidad. Por este motivo, el contenido de Si se ajusta para ser de 0,01 a 0,5%. El contenido de Si preferentemente puede ser de 0,2 a 0,45%, más preferentemente de 0,25 a 0,42%.

Mn:

40 Mn puede ser un elemento de aleación y puede ser efectivo para aumentar la resistencia de la lámina de acero. Sin embargo, si su contenido es menor de 1,0%, la resistencia a la tracción de 980 MPa o puede ser difícil de obtener. Por otro lado, si el contenido es grande, la cosegregación con P o S se puede promover para involucrar el deterioro significativo de la trabajabilidad y en consecuencia, se especifica un límite superior de 3,0%. Por este motivo, el contenido de Mn se ajusta para ser de 1,0 a 3,0%. El contenido de Mn preferentemente puede ser de 2,0 a 2,7%, más preferentemente de 2,1 a 2,45%.

45

O:

O puede formar un óxido y deteriorar el alargamiento, la flexibilidad o la capacidad de expansión del orificio y, por lo tanto, la cantidad añadida de este elemento se debe mantener baja. Entre otros, un óxido puede existir a menudo como una inclusión y cuando el óxido está presente en la cara del borde perforado o superficie cortada, se puede

formar un defecto con muescas o un hoyuelo grueso en la cara final para provocar una concentración de tensión durante la expansión del orificio o trabajo severo y servir como origen de la formación de grietas, lo que da origen a un deterioro significativo de la capacidad de expansión o curvarse. Si el contenido de O excede el 0,006%, la tendencia descrita anteriormente puede ser conspicua y, por lo tanto, el contenido de O se especifica con un límite superior de 0,006% o menos. Es decir, O es limitado como una impureza a 0,006% o menos. El contenido de O preferentemente puede ser 0,004% o menos, más preferentemente 0,003% o menos. Por otro lado, un contenido de O de menos de 0.0001% puede ser económicamente desventajoso debido a que implica un aumento excesivo en el costo, y por lo tanto, este valor puede ser sustancialmente el límite inferior.

P:

P puede tender a estar segregado en el centro en el espesor de la lámina de acero y provocar la fragilización de una pieza soldada. Si su contenido excede el 0,04%, se puede producir una fragilización significativa de la parte soldada y, por lo tanto, se especifica un intervalo de contenido apropiado de 0,04% o menos. Es decir, P está limitado como impureza al 0,04% o menos. El contenido de P preferentemente puede ser 0,03% o menos, más preferentemente 0,025% o menos. El límite inferior del contenido de P no se puede especificar particularmente, pero un contenido menor de 0.0001% puede ser económicamente desventajoso, y en consecuencia, este valor preferentemente se puede ajustar como el límite inferior.

S:

S puede afectar adversamente la soldabilidad y la facilidad de fabricación durante el fundido y laminado en caliente. Por este motivo, el límite superior de su contenido se ajusta a 0,01% o menos. Es decir, el S es limitado como impureza a 0,01% o menos. El contenido de S preferentemente puede ser 0,008% o menos, más preferentemente 0,006% o menos. El límite inferior del contenido de S no se puede especificar particularmente, pero un contenido menor de 0.0001% puede ser económicamente desventajoso, y en consecuencia, este valor preferentemente se puede ajustar como el límite inferior. Además, debido a que S se puede unir a Mn para formar MnS grueso y deteriorar la flexibilidad o capacidad de expansión del orificio, el contenido de este elemento preferentemente se puede establecer tan bajo como sea posible.

Al:

Al puede promover la formación de ferrita para mejorar la ductilidad y, por lo tanto, se puede añadir. Este elemento también se puede utilizar como un agente desoxidante. Si su contenido es menor a 0,1%, el efecto del elemento puede ser insuficiente. Por otro lado, su adición excesiva puede llevar a un aumento en el número de inclusiones gruesas a base de Al y originar un deterioro de la capacidad de expansión del orificio o causar un defecto en la superficie. Por este motivo, el contenido de Al se establece en 0,1 a 3,0%. El contenido de Al preferentemente puede ser de 0,2 a 1,5%, más preferentemente de 0,3 a 1,0%.

N:

N puede formar un nitruro grueso para deteriorar la flexibilidad o capacidad de expansión del orificio y, por lo tanto, la cantidad añadida se debe mantener baja. Si el contenido de N excede 0,01%, la tendencia anterior puede ser evidente, y por lo tanto, el intervalo del contenido de N se establece en 0,01% o menos. El contenido de N preferentemente puede ser 0,008% o menos, más preferentemente 0,006% o menos. Desde el punto de vista de reducir la formación de un orificio de soplado durante la soldadura, el contenido de N puede ser más pequeño. Aunque los efectos de acuerdo con la presente invención se pueden lograr sin especificar en particular el límite inferior, un contenido de N de menos de 0.0005% puede implicar un gran aumento en el costo de producción, y por lo tanto, este valor puede ser sustancialmente el límite inferior.

Cr:

Cr puede ser un elemento de aleación y, al mismo tiempo, puede ser importante para mejorar la capacidad de extinción. Sin embargo, si su contenido es menor de 0,05%, estos efectos pueden no obtenerse, y por lo tanto, se especifica un límite inferior de 0,05%. Por el contrario, contener este elemento en exceso de 1,0% puede afectar negativamente la facilidad de fabricación durante la producción y el laminado en caliente, y por lo tanto, se especifica un límite superior de 1,0%. El contenido de Cr preferentemente puede ser 0,5% o menos, más preferentemente 0,45% o menos.

Ni:

Ni puede ser un elemento de aleación y al mismo tiempo, puede ser importante para mejorar la capacidad de extinción. Sin embargo, si su contenido es menor de 0,05%, estos efectos pueden no obtenerse, y por lo tanto, se especifica un límite inferior de 0,05%. Por el contrario, contener este elemento en exceso de 1,0% puede afectar negativamente la facilidad de fabricación durante la producción y el laminado en caliente, y por lo tanto, se especifica un límite superior de 1,0%. Además, este elemento puede mejorar la humectabilidad del metal fundido o promover una reacción de aleación y, por lo tanto, se puede añadir. El contenido de Ni puede ser preferentemente puede ser 0,6% o menos, más preferentemente 0,52% o menos.

Cu:

5 Cu puede ser un elemento de aleación y mismo tiempo, puede ser importante para mejorar la capacidad de extinción. Sin embargo, si su contenido es menor de 0,05%, estos efectos pueden no obtenerse, y por lo tanto, se especifica un límite inferior de 0,05%. Por el contrario, contener este elemento en exceso de 1,0% puede afectar negativamente la facilidad de fabricación durante la producción y el laminado en caliente, y por lo tanto, se especifica un límite superior de 1,0%. Además, este elemento puede mejorar la humectabilidad del metal fundido o promover una reacción de aleación y, por lo tanto, se puede añadir. El contenido de Cu preferentemente puede ser 0,5% o menos, más preferentemente 0,35% o menos.

Nb:

10 Nb puede ser un elemento de aleación y puede contribuir a aumentar la resistencia de la lámina de acero mediante fortalecimiento de la precipitación, el fortalecimiento de grano fino mediante la supresión del crecimiento de un grano de cristal de ferrita y el fortalecimiento de la dislocación mediante la supresión de la recristalización. Si la cantidad añadida de esta es menor que 0,005%, estos efectos pueden no obtenerse, y por lo tanto, se especifica un límite inferior de 0,005%. Si este elemento está contenido en exceso de 0,3%, la cantidad de carbonitruro precipitado puede aumentar para deteriorar la conformabilidad, y por lo tanto, se especifica un límite superior de 0,3%. El contenido de Nb preferentemente puede ser de 0,005 a 0,25%, más preferentemente de 0,005 a 0,20%.

Ti:

20 Ti puede ser un elemento de aleación y puede contribuir a aumentar la resistencia de la lámina de acero mediante fortalecimiento de la precipitación, el fortalecimiento de grano fino mediante la supresión del crecimiento de un grano de cristal de ferrita y el fortalecimiento de la dislocación mediante la supresión de la recristalización. Si la cantidad añadida de esta es menor que 0,005%, estos efectos pueden no obtenerse, y por lo tanto, se especifica un límite inferior de 0,005%. Si este elemento está contenido en exceso de 0,3%, la cantidad de carbonitruro precipitado puede aumentar para deteriorar la conformabilidad, y por lo tanto, se especifica un límite superior de 0,3%. El contenido de Ti preferentemente puede ser de 0,005 a 0,25%, más preferentemente de 0,005 a 0,20%.

25 V:

30 V puede ser un elemento de aleación y puede contribuir a aumentar la resistencia de la lámina de acero mediante fortalecimiento de la precipitación, el fortalecimiento de grano fino mediante la supresión del crecimiento de un grano de cristal de ferrita y el fortalecimiento de la dislocación mediante la supresión de la recristalización. Si la cantidad añadida de esta es menor que 0,005%, estos efectos pueden no obtenerse, y por lo tanto, se especifica un límite inferior de 0,005%. Si este elemento está contenido en exceso de 0,5%, la cantidad de carbonitruro precipitado puede aumentar para deteriorar la conformabilidad, y por lo tanto, se especifica un límite superior de 0,5%. El contenido de V preferentemente puede ser de 0,005 a 0,4%, más preferentemente de 0,005 a 0,3%.

35 La adición de B en una cantidad de 0.0001% o más puede ser efectiva para fortalecer un límite de grano o aumentar la resistencia del material de acero, pero si la cantidad añadida supera el 0,01%, no solo el efecto puede ser saturado sino también se puede reducir la facilidad de fabricación durante el laminado en caliente, y por lo tanto, se especifica un límite superior de 0,01%.

40 Se puede añadir un elemento, dos o más elementos seleccionados de Ca, Mg y REM en una cantidad total de 0.0005 a 0,04%. Ca, Mg y REM pueden ser un elemento usado para la desoxidación, y se puede preferir que contenga uno o más de sus elementos en una cantidad total de 0.0005% o más. Aquí, REM es el metal de tierra rara. Sin embargo, si el contenido total de Ca, Mg y REM excede el 0,04%, se puede producir la degradación de la trabajabilidad de formación. Por este motivo, el contenido total del mismo se establece entre 0.0005 a 0,04%.

45 Incidentalmente, en la presente invención, se puede añadir REM en forma de metal de misch en muchos casos, y puede haber un caso en el que una combinación de elementos en la serie lantánida esté contenida además de La y Ce. Incluso cuando tales elementos en la serie lantanoide distintos de La y Ce están contenidos como impurezas inevitables, se pueden producir los efectos de acuerdo con la presente invención. A este respecto, los efectos de acuerdo con la presente invención también se pueden producir incluso cuando se añaden La y Ce metálicas.

A continuación se puede describir la estructura del material de acero.

50 En la lámina de acero de acuerdo con la presente invención, el contenido total de bainita y martensita es 40% o más en términos de fracción de volumen. El límite inferior de su porcentaje de contenido total se ajusta a 40%, porque puede ser necesario bainita y martensita para asegurar la elongación y resistencia.

55 La lámina de acero de acuerdo con la presente invención debe contener, en término de fracción de volumen, de 8 a 60% de la austenita retenida. Al contener austenita retenida, se puede lograr un aumento en la resistencia y mejora adicional de la ductilidad al mismo tiempo. Si la fracción de volumen es menor de 8%, el efecto anterior puede ser difícil de obtener, y en consecuencia, se especifica un límite inferior de 8% o más. Se especifica un límite superior de 60% o menos, debido a que si su fracción de volumen excede 60%, la fracción de volumen de bainita o martensita



puede ser menor de 40%, y no se puede obtener suficiente elongación y resistencia. El contenido de austenita retenida ( $\gamma$ ) preferentemente puede ser de 9 a 40%, más preferentemente de 10 a 35%.

El contenido de ferrita debe ser menor de 40%. La ferrita puede mejorar la ductilidad, pero si el contenido es del 40% o más, no se puede obtener la resistencia. Como la forma de la ferrita, la ferrita acicular se puede incorporar aparte de la ferrita poligonal.

Asimismo, la estructura inevitable del equilibrio como se usa en la presente invención indica una estructura de perlita.

Con respecto a las fases de microestructura descritas anteriormente, ferrita, martensita, bainita, austenita, perlita y la estructura de equilibrio, la identificación, observación de la posición existente y la medición de la relación de área se pueden realizar usando un reactivo nital y un reactivo descripto en JP-A N ° 59-219473 para grabar la lámina de acero en la sección transversal de la dirección de laminado o la sección transversal en la dirección perpendicular a la dirección de laminado y realizar una determinación cuantitativa mediante observación a través de un microscopio óptico 1.000 veces y escanear y microscopios electrónicos de transmisión de 1.000 a 100.000 veces. Después de la observación de 20 o más campos visuales para cada uno, la relación de área de cada estructura se puede determinar mediante un procedimiento de recuento de puntos o análisis de imágenes.

La constitución de la capa galvanizada en caliente aleada se puede describir a continuación.

El total del espesor  $T_{\gamma 1}$  de la fase  $\Gamma 1$  y el espesor  $T_{\gamma}$  de la fase  $\Gamma$  en la capa galvanizada en caliente aleada de acuerdo con la presente invención debe ser  $2 \mu\text{m}$  o menos como se muestra en la Fig. 1. Tanto la fase  $\Gamma 1$  y la fase  $\Gamma$  se puede producir de forma inevitable durante la galvanización en caliente con aleación, y si el espesor total del mismo excede  $2 \mu\text{m}$ , la ductilidad puede ser insuficiente y se puede deteriorar la adhesión del revestimiento. El espesor total de fase  $\Gamma 1$  y fase  $\Gamma$  preferentemente puede ser  $T_{\gamma 1} + T_{\gamma} \leq$  de  $0,1$  a  $1,9 \mu\text{m}$ , más preferentemente de  $0,1$  a  $1,5 \mu\text{m}$ . La fase  $\Gamma 1$  y fase  $\Gamma$  más fina puede ser más preferida, pero la producción a la vez que suprime suficientemente la aparición de la fase  $\Gamma 1$  y  $\Gamma$  puede ser difícil, y por lo tanto, en vista de la producción práctica, el límite inferior de  $T_{\gamma 1} + T_{\gamma}$  preferentemente puede ser  $0,1 \mu\text{m}$ .

La relación ( $T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$ ) del espesor entre la fase  $\Gamma 1$  y fase  $\Gamma$  debe ser 1 o menos como se muestra en la Fig. 1. Si la relación supera 1, el efecto de la fase  $\Gamma 1$  extremadamente pobre en la ductilidad puede ser grande, y no se puede evitar la separación del revestimiento. La relación ( $T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$ ) preferentemente puede ser 0,9 o menos, más preferentemente 0,8 o menos. La relación ( $T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$ ) del espesor entre la fase  $\Gamma 1$  y fase  $\Gamma$  preferentemente puede ser menor para mejorar la adhesión del revestimiento, pero es la producción, puede ser difícil suprimir suficientemente la aparición de la fase  $\Gamma 1$  y al mismo tiempo, aumentar el espesor de la fase  $\Gamma$ , y en consecuencia, en vista de la producción práctica, el límite inferior preferentemente puede ser 0,005.

La relación del espesor total del espesor  $T_{\zeta}$  de la capa  $\zeta$  ( $\text{FeZn}_{13}$ ) y espesor  $T_{\delta}$  de la capa  $\delta$  ( $\text{FeZn}_7$ ) en la capa galvanizada en caliente aleada al espesor total ( $T_{\gamma 1} + T_{\gamma}$ ) de la capa  $\Gamma 1$  y capa  $\Gamma$ , es decir,  $\{(T_{\zeta} + T_{\delta}) / (T_{\gamma 1} + T_{\gamma})\}$ , preferentemente puede ser de 1,5 a 90 como se muestra en la Fig. 1. Si la relación es menor de 1,5, el efecto de la fase  $\Gamma 1$  y  $\Gamma$ , cada una que carece de ductilidad puede ser grande, y la adhesión del revestimiento pueden ser ligeramente pobre. Si la relación supera 90, el efecto se puede saturar y el control del mismo puede restringir en gran parte la producción, y en consecuencia, la relación preferentemente puede ser 90 o menos. La relación  $\{(T_{\zeta} + T_{\delta}) / (T_{\gamma 1} + T_{\gamma})\}$  preferentemente puede ser de 2 a 80, más preferentemente de 3 a 75.

El procedimiento para medir el espesor de cada capa de aleación en la capa galvanizada en caliente aleada puede incluir diversos métodos e incluye, por ejemplo, "Microscopic Cross-Sectional Test Method" (JIS H 8501). Este puede ser un procedimiento donde la sección transversal de la muestra se incrusta, se pule y luego, si se desea, se graba con un grabador y la superficie pulida se analiza mediante un microscopio óptico, un microscopio electrónico de barrido (SEM), un microanalizador de haz de electrones (EPMA) o similar para determinar el espesor.

En la presente invención, la muestra se incrustó en Technovit 4002 (producido por Maruto Instrument Co., Ltd.), pulida con papeles de pulido (JIS R 6001) # 240, # 320, # 400, # 600, # 800 y # 1000 en esta orden, posteriormente grabada por inmersión de la superficie pulida en una solución nital (una solución de nitrato de etanol 0,5%) durante 10 segundos, y se observa mediante SEM para determinar el espesor de cada fase de aleación.

A este respecto, el grosor de cada fase de aleación como se usa en la presente puede significar un valor obtenido mediante la determinación del espesor de cada fase de aleación en la capa de revestimiento en 10 porciones arbitrarias separadas entre sí en 1 mm o más y promediado del espesor determinado de la fase de aleación.

Además, la fase  $\zeta$  ( $\text{FeZn}_{13}$ ), fase  $\delta_1$  ( $\text{FeZn}_7$ ), fase  $\Gamma_1$  ( $\text{Fe}_5\text{Zn}_{21}$ ) y fase  $\Gamma$  ( $\text{Fe}^3\text{Zn}_{10}$ ) que son una fase de aleación pueden diferir entre sí en la composición y constitución, y por lo tanto, la clase de cada fase de aleación se puede identificar mediante el análisis usando EPMA, un procedimiento de difracción de rayos X (XRD), un microscopio electrónico de transmisión (TEM) o similar.

En la presente invención, la clase de cada fase de aleación se identificó por análisis TEM (el mismo análisis que los descriptos, por ejemplo, en Hong, M.N., and Saka, H., Proc. 4th Intern. Conf. On Zn and Zn Alloy Coated Steel

Sheet, Galvatech '98, p. 248, 1998; and Kato, T., Hong, M.H., Nunome, K., Sasaki, K., Kuroda, K., and Saka, H., Thin Solid Films, 319, 132, 1998). Para los detalles del procedimiento analítico por TEM, a las que se pueden referir estas publicaciones, si se desea.

5 En el procedimiento de medición del espesor de cada capa en la fase galvanizada en caliente aleada, el espesor de cada capa también se puede medir usando el "procedimiento de observación de la estructura de sección transversal". Aquí, el "procedimiento de observación de la estructura de sección transversal" puede ser un procedimiento en el que después de incrustar, pulir y grabar la muestra con un grabador, por ejemplo, ácido clorhídrico 0,5% que se ha añadido a este o un inhibidor, el espesor se determina a partir de la estructura observada por un microscopio óptico o un microscopio electrónico de barrido. El espesor de cada estructura puede ser un promedio de espesores a 10 porciones arbitrarias en el intervalo de observación de 10 mm de longitud. Además, con respecto a estas estructuras observadas, la composición o constitución se puede examinar mediante EPMA, difracción de rayos X, microscopio electrónico de transmisión o similar para identificar la clase de la fase de aleación. En esta observación de la estructura de sección transversal, la estructura se puede examinar preferentemente por EPMA.

15 El proceso de producción para la lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia con excelente adhesión del revestimiento de acuerdo con la presente invención se puede describir a continuación.

El proceso de producción que precede al laminado en caliente puede no estar particularmente limitado. A saber, se pueden realizar varias clases de refinación secundaria posteriormente a la fundición en un alto horno, un horno eléctrico o similar, y posteriormente, se puede realizar la fundición por fundición continua normal, fundición por un procedimiento de lingote, fundición de planchón fino u otros procedimientos. En el caso de la fundición continua, el acero se puede enfriar una vez a una temperatura baja, calentar de nuevo y posteriormente laminar en caliente, o la plancha fundido se puede laminar en caliente continuamente. La chatarra se puede usar para la materia prima.

Los efectos de acuerdo con la presente invención se pueden producir sin especificar particularmente la temperatura de calentamiento de la plancha laminada en frío. Sin embargo, se puede no preferir una temperatura de calentamiento excesivamente alta desde un punto de vista económico y en consecuencia, el límite superior de la temperatura de calentamiento preferentemente puede ser menor de 1,300°C. Asimismo, si la temperatura de calentamiento es excesivamente baja, la temperatura de laminado de acabado puede ser difícil de controlar a temperatura Ar3 o más, y en consecuencia, la temperatura límite inferior preferentemente puede ser 1,100°C.

Si la temperatura de laminado de acabado entra en la región de dos fases de austenita + ferrita, la no uniformidad estructural en la lámina de acero puede aumentar para deteriorar la conformabilidad después del recocido. Por este motivo, la temperatura de laminado de acabado preferentemente puede ser la temperatura Ar3 o más. Incidentalmente, la temperatura Ar3 se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Ar3=901-325\times C+33\times Si-92\times (Mn+Ni/2+Cr/2+Cu/2+Mo/2)$$

El enfriamiento después del laminado puede no especificarse en particular, y los efectos de acuerdo con la presente invención se pueden obtener incluso cuando se emplea un patrón de enfriamiento para realizar un control de estructura que se ajusta a los propósitos respectivos.

La temperatura de tensado debe ser de 700°C o menos. Si la temperatura de tensado excede de 700°C, no solo se puede permitir que exista una estructura de ferrita gruesa o perlita en la estructura laminada en caliente, que origina una falla para mantener la austenita retenida en el intervalo de acuerdo con la presente invención y, a su vez, obtener una lámina de acero subyacente en el alcance según la presente invención, sino que también la no uniformidad de la estructura después del recocido puede tender a hacerse grande, lo que lleva a un aumento en la anisotropía del material del producto final. En la presente invención, se puede preferir mejorar el equilibrio de resistencia-ductilidad haciendo que la estructura después del recocido sea fina. Además, puede no ser preferible una temperatura de tensado superior a 700°C, ya que el grosor de un óxido formado en la superficie de la lámina de acero puede aumentar excesivamente y, a su vez, el efecto de decapado puede ser pobre. Aunque los efectos de acuerdo con la presente invención se pueden producir sin especificar en particular el límite inferior, tensar a una temperatura no mayor a la temperatura ambiente puede ser técnicamente difícil y, por lo tanto, esta temperatura puede ser sustancialmente el límite inferior. Incidentalmente, en el laminado en caliente, el laminado en el acabado se puede realizar de manera continua mediante el empalme de las láminas laminadas en bruto. Además, la lámina laminada en bruto se puede tensar una vez.

La lámina de acero después del laminado en caliente se puede someter generalmente a la eliminación de incrustaciones en la superficie mediante un tratamiento de decapado. El decapado se puede realizar una vez, o el decapado se puede realizar en una pluralidad de partes.

La lámina de acero laminada en caliente después del decapado puede ser generalmente laminada en frío. La relación de reducción de laminado preferentemente puede ser de 40 a 80%. Si la relación de reducción de laminado es menor de 40%, la forma se puede apenas mantener plana o la ductilidad del producto final puede ser mala. Por otro lado, en el caso del laminado en frío con una relación de reducción superior al 80%, la carga de laminado en frío puede ser excesivamente grande y el laminado en frío puede ser difícil. Los efectos de acuerdo con la presente

invención se pueden obtener sin especificar en particular el número de pasadas de laminado y la relación de reducción de laminado de cada pasada.

La lámina de acero laminada en frío se puede someter usualmente al recocido y revestimiento en una línea de recocido y revestimiento continuo. Aunque los efectos de acuerdo con la presente invención se pueden producir sin especificar en particular la velocidad de calentamiento durante el paso a través de la línea, se puede no preferir una velocidad de calentamiento menor de 0,5°C/s, porque la productividad se afecta mucho. Por otro lado, una velocidad de calentamiento superior a 100°C puede implicar una inversión de capital excesiva y puede no ser económicamente preferida.

La temperatura máxima de calentamiento (temperatura de recocido) debe ser de 750 a 900°C. Si la temperatura máxima de calentamiento es menor de 750°C, puede tomar demasiado tiempo que el carburo formado durante el laminado en caliente entre nuevamente en un estado de solución sólida, y un carburo o una parte del mismo puede permanecer, como resultado, puede ser difícil lograr una resistencia de 980 MPa o más, fallando en la obtención de una lámina de acero subyacente dentro del alcance de acuerdo con la presente invención. Por este motivo, el límite inferior de la temperatura máxima de calentamiento puede ser de 750°C. Por otro lado, el calentamiento a temperatura excesivamente alta puede no solo implicar un aumento en el costo y ser desventajoso desde un punto de vista económico, sino que también puede provocar problemas tales como el deterioro de la forma de la lámina durante el paso de la lámina a través de la línea a una temperatura alta o una disminución en la vida del rodillo. Por esta razón, el límite superior de la temperatura máxima de calentamiento puede ser de 900°C.

El tiempo de tratamiento térmico en esta región de temperatura puede no estar particularmente limitado, pero para lograr la disolución de carburo, se puede preferir un tratamiento térmico durante 10 segundos o más. Por otro lado, si el tiempo de tratamiento térmico excede los 600 segundos, puede estar implicado un aumento en el costo, y por lo tanto, tal tiempo de tratamiento térmico puede no ser preferido desde un punto de vista económico. También en el tratamiento térmico, el mantenimiento isotérmico se puede lograr a la temperatura máxima de calentamiento, e incluso cuando se realiza un calentamiento por gradiente y después de alcanzar la temperatura máxima de calentamiento, se inicia inmediatamente el enfriamiento, se pueden producir los efectos de acuerdo con la presente invención.

Después de completar el recocido, la lámina de acero usualmente se puede enfriar a la temperatura de inmersión del baño de galvanoplastia. La tasa de enfriamiento promedio desde la temperatura máxima de calentamiento a 750°C preferentemente puede ser de 0,1 a 200°C/seg. Una tasa de enfriamiento menor de 0,1°C/seg puede ser preferida, debido a que se deteriora mucho la productividad. Un aumento excesivo en la tasa de enfriamiento puede implicar un aumento en el costo de producción, y en consecuencia, el límite superior preferentemente puede ser 200°C/seg.

La tasa de enfriamiento en el intervalo de 500 a 750°C debe ser de 3 a 200°C/seg. Si la tasa de enfriamiento es demasiado baja, la austenita se puede transformar a una estructura de perlita en el proceso de enfriamiento, y la fracción de volumen de austenita de 8% o más difícilmente se puede lograr. Por este motivo, el límite inferior puede ser 3°C/seg o más. Incluso si aumenta la tasa de enfriamiento, puede no haber problemas en términos de calidad del acero, pero un aumento excesivo en la tasa de enfriamiento puede implicar un aumento en el costo de producción, y por lo tanto, el límite superior preferentemente puede ser 200°C/seg. El procedimiento de enfriamiento puede ser cualquier procedimiento de enfriamiento por rodillo, enfriamiento por aire, enfriamiento por agua y una combinación de los mismos.

A continuación, la lámina de acero se puede mantener a una temperatura de 350 a 500°C durante 10 a 1.000 segundos para provocar la transformación de bainita y estabilizar la austenita retenida. El límite superior de la temperatura de mantenimiento se puede ajustar a 500°C, porque la transformación de bainita puede ocurrir a no más de esa temperatura. Incidentalmente, si la lámina de acero se mantiene a una temperatura menor de 350°C, la transformación de bainita puede durar mucho tiempo y, a su vez, se puede requerir un equipo excesivamente grande, lo que origina una productividad deficiente. Por este motivo, la temperatura de mantenimiento debe ser de 350 a 500°C. El límite inferior se puede establecer en 10 segundos, ya que mantenerlo durante menos de 10 segundos puede no permitir que la transformación de bainita se desarrolle lo suficiente, lo que hace imposible estabilizar la austenita retenida y obtener una conformabilidad excelente. Por otro lado, el mantenimiento durante más de 1.000 segundos puede causar una reducción en la productividad y puede no ser preferido. Incidentalmente, el mantenimiento puede no indicar solamente el mantenimiento isotérmico, sino que puede abarcar un enfriamiento o calentamiento gradual en esta región de temperatura.

La temperatura de la lámina en inmersión en el baño de galvanoplastia preferentemente puede ser una temperatura 40°C inferior que la temperatura del baño de galvanización en caliente a una temperatura 50°C más alta que la temperatura del baño de galvanización en caliente. Si la temperatura de la lámina de inmersión en baño es menor que (temperatura de baño de galvanización por inmersión en caliente -40°C), no solo la extracción de calor en inmersión y la entrada en el baño de galvanoplastia puede ser grande, lo que causa la solidificación parcial del zinc fundido para deteriorar el aspecto del revestimiento, pero también la fase  $\Gamma$ 1 frágil es probable que se produzca en la interfaz entre la lámina de acero subyacente y el revestimiento. Por este motivo, el límite inferior se establece a (temperatura de baño de galvanización en caliente -40°C). Sin embargo, incluso cuando la temperatura de la lámina antes de la inmersión es inferior (temperatura del baño de galvanización en caliente -40°C), la lámina de acero se

5 puede recalentar antes de la inmersión en el baño de galvanoplastia a una temperatura de lámina de (temperatura del baño de galvanización en caliente -40°C) o más y posteriormente a la inmersión en el baño de galvanización. Por otro lado, si la temperatura de inmersión del baño de galvanoplastia supera (temperatura del baño de galvanización en caliente +50°C), no solo se puede producir una capa de aleación de Fe-Al gruesa en la interfaz entre el revestimiento y la lámina de acero subyacente para imponer una carga sobre el calentamiento de aleación, pero también la fase  $\Gamma_1$  y fase  $\Gamma$  se pueden producir fácilmente, fallando en la obtención de un revestimiento que tenga la dureza en el alcance de acuerdo con la presente invención. Incidentalmente, el baño de galvanoplastia puede contener Fe, Al, Mg, Mn, Si, Cr y similares, además de zinc puro.

10 La atmósfera en el momento de sumergir la lámina de acero en el baño de galvanoplastia es una atmósfera de nitrógeno que tiene un contenido de nitrógeno de 95% en volumen o más, en la cual el valor logarítmico  $\log(P_{H_2O}/P_{H_2})$  es la presión parcial de hidrógeno  $P_{H_2}$  a presión parcial de vapor de agua  $P_{H_2O}$  es de -5 a -2. Si el valor de  $\log(P_{H_2O}/P_{H_2})$  es menor que -5, esto puede no preferirse desde el punto de vista económico, y baño de galvanoplastia puede aumentar para permitir una formación espesa de  $\Gamma$  y  $\Gamma_1$  en el proceso de tratamiento de aleación posterior, fallando en la obtención de un revestimiento dentro del alcance de acuerdo con la presente invención. Por otro lado, si el valor del logaritmo  $(P_{H_2O}/P_{H_2})$  excede -2, se puede formar un óxido de Zn en la superficie del baño de galvanoplastia e inhibir la formación de  $\Gamma$  y  $\Gamma_1$  de la capa de revestimiento, como resultado, no solo no se puede obtener un revestimiento dentro del alcance de acuerdo con la presente invención, sino que también el revestimiento puede no adherirse a la lámina de acero, lo que da origen a la pérdida de revestimiento. Si el contenido de nitrógeno es menos de 95% en volumen, la proporción de vapor de agua e hidrógeno en la atmósfera puede aumentar, lo que puede no ser preferible en vista de la rentabilidad y la seguridad. Un aumento en la proporción de hidrógeno en la atmósfera puede causar la fragilización de la lámina de acero y la reducción de la ductilidad y no se prefiere. La atmósfera en el momento de sumergir la lámina de acero en el baño de galvanoplastia como se usa en la presente puede significar una atmósfera en el horno durante al menos 10 segundos o más antes de la inmersión en el baño de galvanoplastia, sobre la base del tiempo en que la lámina de acero se sumerge en el baño de galvanoplastia, y puede significar la atmósfera entera en el período de tiempo máximo desde el recocido hasta la inmersión en el baño de galvanoplastia en una línea continua de recocido y revestimiento.

25 A fin de controlar las propiedades de la capa de revestimiento, el baño de galvanización en caliente es un baño de galvanoplastia que tiene una concentración de Al  $W_{Al}$  y una concentración de Fe  $W_{Fe}$  que cumple, en % en masa, las siguientes expresiones relacionales (1) y (2):

$$30 \quad 0.01 \leq W_{Fe} \leq 0.05 \quad (1)$$

$$0.07 \leq (W_{Al} - W_{Fe}) \leq 0.30 \quad (2)$$

35 Si  $W_{Fe}$  es menor que 0,01, la fase  $\Gamma_1$  y la fase  $\Gamma$  se pueden formar espesas en la interfaz entre la capa de revestimiento y la lámina de acero, y puede no obtenerse el revestimiento dentro del alcance de acuerdo con la presente invención. Si  $W_{Fe}$  excede de 0,05, la fase  $\Gamma_1$  y la fase  $\Gamma$  pueden no producirse suficientemente en la interfaz entre la capa de revestimiento y la lámina de acero, lo que falla en obtener el revestimiento dentro del alcance de acuerdo con la presente invención, y además, se puede formar escoria superior de  $Fe_2Al_5$  en el baño de galvanoplastia para reducir el aspecto.

40 La razón por la cual  $(W_{Al} - W_{Fe})$  se ajusta como 0,07 a 0,30 es porque si  $(W_{Al} - W_{Fe})$  es menor que 0,07, fase  $\Gamma_1$  y la fase  $\Gamma$  se pueden formar espesas en la interfaz entre la capa de revestimiento y la lámina de acero y no solo se puede imponer una carga sobre el calentamiento de aleación posterior, sino que también puede no obtenerse un laminado dentro del alcance de acuerdo con la presente invención. Por otro lado, si  $(W_{Al} - W_{Fe})$  excede de 0,30, la aleación puede avanzar lentamente y no solo la productividad puede ser baja, sino que también cuando se calienta hasta que se alea el revestimiento entero, la fase  $\Gamma_1$  y la fase  $\Gamma$  se pueden formar espesas en la interfaz entre la capa de revestimiento y la lámina de acero, fallando en la obtención de un revestimiento que tiene una dureza dentro del alcance de acuerdo con la presente invención.

45 La temperatura de calentamiento de aleación de la capa de revestimiento es de 440 a 600°C. Si la temperatura de calentamiento de la aleación es inferior a 440°C, la aleación puede avanzar lentamente y no solo la productividad puede ser mala, sino que también se puede producir preferentemente una fase  $\Gamma_1$  quebradiza, fallando en la obtención de un revestimiento dentro del alcance de acuerdo con la presente invención. Si la temperatura de calentamiento de aleación excede 600°C, no solo se puede formar un carburo para reducir la fracción de volumen de austenita, lo que hace difícil obtener una resistencia máxima a la tracción de 980 MPa o más y excelente ductilidad, pero también se pueden producir la fase  $\Gamma_1$  y la fase  $\Gamma$  a más de 2  $\mu m$ , fallando en la obtención de un revestimiento dentro del alcance de acuerdo con la presente invención. La temperatura de calentamiento de la aleación preferentemente puede ser de 480 a 580°C, más preferentemente de 520 a 560°C.

55 El tiempo desde la lámina de acero que sale del baño de galvanoplastia hasta que entra en un horno de calentamiento de aleación se ajusta en 0,5 a 6 segundos. Si este tiempo excede los 6 segundos, no solo se puede producir una capa gruesa de aleación de Fe-Al en la interfaz entre el revestimiento y la lámina de acero subyacente para imponer una carga sobre el calentamiento de aleación subsiguiente, sino que también se puede producir fácilmente la fase  $\Gamma_1$  frágil y además, las cantidades de fase  $\zeta$  y fase  $\delta$  producidas pueden ser pequeñas, como

5 resultado, puede no obtenerse un revestimiento que tenga buena adhesión dentro del alcance de acuerdo con la presente invención. Para suprimir la producción de la fase  $\Gamma$ 1 frágil, el tiempo desde que la lámina de acero sale del baño de galvanoplastia hasta que entra en un horno de calentamiento de aleación preferentemente puede ser más corto, pero un tiempo menor de 0,5 segundos puede imponer una gran carga en la producción, y por lo tanto, el límite inferior se ajusta a 0,5 segundos. Como el rango preferido, el límite superior puede ser de 5 segundos o menos, más preferentemente 4 segundos o menos.

10 El material de la lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia de excelente adhesión del revestimiento de acuerdo con la presente invención, en principio, se puede producir a través de operaciones normales de fabricación de hierro de refinado, fabricación de acero, fundición, laminado en caliente y laminado en frío, pero los efectos de acuerdo con la presente invención se pueden obtener incluso con un material producido por omisión parcial o total de estas etapas, siempre que se cumplan las condiciones de acuerdo con la presente invención.

### Ejemplos

En la presente a continuación, la presente invención se describe con mayor detalle.

15 Una plancha que tiene los componentes mostrados en la Tabla 1 se calentó a 1,200°C, se enfrió con agua en una zona de enfriamiento con agua, y luego se tensó a la temperatura mostrada en la Tabla 2. El espesor de la lámina laminada en caliente se ajustó para estar en el rango de 2 a 4,5 mm.

La lámina laminada en caliente se decapó y posteriormente se lamina en frío para tener un espesor de lámina de 1,2 mm después del laminado en frío, con lo que se obtiene una lámina laminada en frío.

20 Posteriormente, la lámina laminada en frío se sometió a un tratamiento térmico y a un tratamiento de galvanización en caliente en las condiciones que se muestran en la Tabla 2 en una línea de galvanización en caliente continua, y la lámina de acero se enfrió a la tasa de enfriamiento que se muestra en la Tabla 2 desde la temperatura de recocido hasta una temperatura de 500 a 750°C, posteriormente se mantuvo a una temperatura de 350 a 500°C durante 5 a 300 segundos, se sumergió en un baño de galvanización controlado en condiciones predeterminadas, de ese modo  
25 de efectúa un tratamiento de aleación bajo las condiciones respectivas, y posteriormente se enfrió a temperatura ambiente. En este momento, el peso de revestimiento se ajustó a aproximadamente 45 g/m<sup>2</sup> en ambas superficies. Finalmente, la lámina de acero obtenida se sometió a laminado de endurecimiento a una relación de reducción de laminado de 0,4%.

[Tabla 1]

Componentes químicos (% en masa)																		
C	Si	Mn	O	P	S	Al	N	Cr	Ni	Cu	Nb	Ti	V	B	Ca	Mg	Rem	Comentarios
A	0,198	2,24	0,001	0,009	0,0032	0,51	0,0028	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero de la invención
B	0,139	2,42	0,001	0,011	0,0029	0,58	0,0021	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero de la invención
C	0,231	2,32	0,001	0,008	0,0024	0,59	0,0019	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero de la invención
D	0,220	2,03	0,001	0,008	0,0022	0,69	0,0027	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero de la invención
E	0,245	2,34	0,001	0,014	0,0019	0,58	0,0026	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero de la invención
F	0,272	2,04	0,001	0,010	0,0042	0,78	0,0021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero de la invención
G	0,263	2,19	0,001	0,009	0,0039	0,75	0,0020	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero de la invención
H	0,219	2,26	0,001	0,006	0,0035	0,76	0,0016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero de la invención
I	0,195	2,30	0,001	0,010	0,0036	0,78	0,0013	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	Acero de la invención
J	0,199	2,31	0,001	0,014	0,0019	0,74	0,0033	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	Acero de la invención
K	0,249	2,29	0,001	0,019	0,0008	0,76	0,0045	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	Acero de la invención
a	0,623	0,31	2,56	0,001	0,0008	0,78	0,0022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero comparativo
b	0,071	0,25	1,95	0,001	0,0033	0,82	0,0025	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero comparativo
c	0,185	0,80	1,76	0,001	0,0026	0,75	0,0011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero comparativo
d	0,176	0,25	0,80	0,001	0,0016	0,69	0,0009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero comparativo
e	0,215	0,23	2,32	0,010	0,0015	0,70	0,0021	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero comparativo
f	0,222	0,23	2,20	0,001	0,0015	0,70	0,0021	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	Acero comparativo
g	0,212	0,24	2,26	0,001	0,012	0,70	0,0020	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,001	0,00	0,00	0,00	Acero comparativo
h	0,225	0,25	2,25	0,001	0,012	4,20	0,0021	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,001	0,005	0,00	0,00	Acero comparativo
I	0,225	0,25	2,25	0,001	0,012	0,02	0,0021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,005	0,005	Acero comparativo

El subrayado indica que el valor está fuera del alcance de acuerdo con la presente invención.

En la prueba de tracción, se tomaron muestras de una pieza de ensayo JIS Núm 5 en las direcciones perpendiculares y paralelas a la dirección de laminado de la lámina de 1,2 mm de espesor y se evaluaron las propiedades de tracción. A partir del valor de elongación obtenido, se calculó la diferencia ( $\Delta E1$ ) entre la elongación (L-E1) cuando se realizó una prueba de tracción en la dirección paralela a la dirección de laminación, y la elongación (C-E1) cuando se realizó la prueba de tracción en la dirección perpendicular a la dirección de laminado. En cada muestra, el ensayo de tracción se realizó en 5 láminas y mediante la determinación del promedio de los valores, se calculó la resistencia a la tracción (TS) a partir del valor promedio. Incidentalmente, con respecto a la lámina de acero que tiene una gran anisotropía de material, el valor de elongación tiende a variar.

En cuanto a la adhesión del revestimiento, una lámina de acero cortada en 40X100 mm en una posición arbitraria en una dirección arbitraria se dobló a 90 ° (radio de curvatura R = 1 mm o 3 mm) y se volvió plana, se unió una cinta a la parte doblada y se despegó inmediatamente, se midió el ancho de separación del revestimiento adherido a la cinta, y se evaluó la adhesión buena o mala del revestimiento de acuerdo con los siguientes criterios. "A" y "B" se consideraron aprobados.

A: Sin separación de revestimiento.

B. Separación de revestimiento liviano (ancho de separación: de más de 0 mm a 5 mm).

C: Separación de revestimiento significativa (ancho de separación: más de 5 mm).

Las propiedades de tensión medidas y las condiciones de revestimiento se muestran en la Tabla 2. Se puede observar que todas las láminas de acero de acuerdo con la presente invención tienen excelente adhesión del revestimiento.

[Tabla 2]

Especie de acero	Laminado en caliente	Laminado en frío	Recocido						Comentarios
			Temperatura de recocido/ °C	Tiempo de mantenimiento de recocido/s	Tasa de enfriamiento de temperatura máxima de calentamiento a 750°C /°C/s	Tasa de enfriamiento a 500 a 750°C /°C/s	Tiempo de mantenimiento 350 a 500°C / s		
A	620	60	820	90	100	5	30	Acero de la invención	
A	780	60	820	90	100	5	30	Acero comparativo	
A	620	60	720	90	100	5	30	acero comparativo	
A	650	60	820	90	100	1	30	Acero comparativo	
A	662	60	800	90	100	5	6	Acero comparativo	
A	658	60	800	90	100	5	30	Acero comparativo	
A	668	60	800	90	100	5	30	Acero comparativo	
A	560	60	800	90	100	5	30	Acero comparativo	
A	565	60	800	90	100	5	30	Acero comparativo	
A	675	60	810	90	100	5	30	acero comparativo	
A	688	60	800	90	100	5	30	Acero de la invención	
A	690	60	805	90	100	5	30	Acero de la invención	
A	653	60	800	90	100	5	30	Acero comparativo	
A	620	60	810	90	100	5	30	Acero comparativo	
A	650	60	820	90	100	5	30	Acero de la invención	
A	650	60	815	90	100	5	30	Acero de la invención	
A	640	60	820	90	100	5	30	Acero de la invención	
A	620	60	815	90	100	5	30	Acero de la invención	
A	630	60	842	90	100	5	30	Acero de la invención	
A	652	60	812	90	100	5	30	Acero de la invención	
B	630	60	800	90	100	5	30	Acero de la invención	
E	620	60	800	90	100	6	30	Acero de la invención	
D	600	60	820	90	100	7	30	Acero de la invención	
E	620	60	800	90	100	5	30	Acero de la invención	
F	615	60	815	90	100	8	30	Acero de la invención	
G	600	60	820	90	100	6	30	Acero de la invención	



Especie de acero	Laminado en caliente		Laminado en frío		Recocido						Comentarios
	Temperatura de tensado /°C	Relación de reducción Laminado en frío /%	Temperatura de recocido/ °C	Relación de reducción Laminado en frío /%	Temperatura de recocido/ °C	Tiempo de mantenimiento de recocido/s	Tasa de enfriamiento de temperatura máxima de calentamiento a 750°C /°C/s	Tasa de enfriamiento a 500 a 750°C /°C/s	Tiempo de mantenimiento 350 a 500°C / s		
H	620	60	820	60	820	90	100	5	30	Acero de la invención	
I	620	60	835	60	835	90	100	5	30	Acero de la invención	
J	640	60	820	60	820	90	100	5	30	Acero de la invención	
K	670	60	820	60	820	90	100	4	30	Acero de la invención	
a	680	60	820	60	820	90	100	7	30	Acero comparativo	
b	685	60	800	60	800	90	100	5	30	Acero comparativo	
e	686	60	800	60	800	90	100	6	30	Acero comparativo	
d	686	60	805	60	805	90	100	6	30	Acero comparativo	
e	620	60	810	60	810	90	100	5	30	Acero comparativo	
f	650	60	790	60	790	90	100	7	30	acero comparativo	

La letra subrayada en negrita indica fuera del rango de acuerdo con la presente invención.

(continuación)

Especie de acero	Revestimiento para la aleación										Comentarios
	(Temperatura de inmersión de lámina) - Baño de galvanoplastia; °C	log (PH <sub>2</sub> O/PH <sub>2</sub> )	Contenido de nitrógeno /%	W <sub>Fe</sub> /%	(W <sub>A1</sub> -W <sub>Fe</sub> ) /%	Temperatura de aleación /°C	Tiempo pasado desde el baño de galvanoplastia al horno de aleación/s				
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Acero de la invención			
A	10	-3	90	0,025	0,10	540	1,5	Acero comparativo			
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Acero comparativo			
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Acero comparativo			
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Acero comparativo			
A	-50	-1	96	0,025	0,08	540	1,5	Acero comparativo			
A	60	-6	96	0,025	0,09	540	1,5	Acero comparativo			
A	10	-3	96	0,070	0,05	540	1,5	Acero comparativo			
A	10	-3	96	0,005	0,40	540	1,5	Acero comparativo			
A	10	-3	96	0,025	0,10	430	1,5	Acero comparativo			
A	10	-3	96	0,025	0,25	490	1,5	Acero de la invención			
A	10	-3	96	0,025	0,15	590	1,5	Acero de la invención			
A	10	-3	96	0,025	0,10	620	1,5	Acero comparativo			
A	10	-3	96	0,025	0,10	520	10,0	Acero comparativo			
A	10	-2,5	96	0,025	0,10	540	1,5	Acero de la invención			
A	10	-4,5	96	0,025	0,10	540	1,5	Acero de la invención			
A	10	-3	96	0,015	0,10	540	1,5	Acero de la invención			
A	10	-3	96	0,040	0,10	540	1,5	Acero de la invención			
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Acero de la invención			
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Acero de la invención			
B	10	-3	96	0,025	0,10	530	1,5	Acero de la invención			
e	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero de la invención			
D	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero de la invención			
E	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero de la invención			

F	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero de la invención
G	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero de la invención
H	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero de la invención
I	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero de la invención
J	40	-3	96	0,025	0,11	600	6,0	Acero de la invención
K	-30	-3	96	0,025	0,08	440	6,0	Acero de la invención
a	10	-3	96	0,025	0,10	650	1,5	Acero comparativo
b	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero comparativo
e	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero comparativo
d	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero comparativo
e	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero comparativo
f	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Acero comparativo

La letra subrayada en negrita indica fuera del rango de acuerdo con la presente invención.

(continuación)

Especie de acero	Estructura de la lámina de acero subyacente										Comentarios
	F /%	B /%	Y retenida /%	M /%	p /%	Resistencia a la tracción /MPa					
A	5	55	30	10	0	1056	Acero de la invención				
A	40	49	5	5	1	853	Acero comparativo				
A	41	42	10	5	2	820	Acero comparativo				
A	42	41	5	4	8	854	Acero comparativo				
A	40	49	6	5	0	965	Acero comparativo				
A	4	52	38	6	0	1110	Acero comparativo				
A	3	50	41	6	0	1090	Acero comparativo				
A	4	53	35	8	0	1010	Acero comparativo				
A	5	51	32	12	0	1100	Acero comparativo				
A	62	6	15	2	15	980	Acero comparativo				
A	8	45	35	12	0	1120	Acero de la invención				
A	10	50	25	15	0	1350	Acero de la invención				
A	54	25	3	3	15	952	Acero comparativo				
A	53	35	10	2	0	1020	Acero comparativo				
A	32	52	15	1	0	995	Acero de la invención				
A	32	53	12	3	0	1100	Acero de la invención				
A	25	59	11	5	0	1230	Acero de la invención				
A	5	60	25	10	0	1020	Acero de la invención				
A	6	59	23	12	0	1150	Acero de la invención				
A	8	58	24	10	0	1210	Acero de la invención				
B	21	64	15	0	0	995	Acero de la invención				
e	25	55	19	1	0	1010	Acero de la invención				
D	20	60	19	1	0	1000	Acero de la invención				
E	15	64	21	0	0	995	Acero de la invención				
F	18	70	12	0	0	1015	Acero de la invención				
G	19	63	18	0	0	1003	Acero de la invención				
H	22	50	10	18	0	1105	Acero de la invención				
I	32	49	18	1	0	995	Acero de la invención				
J	21	54	17	5	3	1035	Acero de la invención				

Especie de acero	Estructura de la lámina de acero subyacente								Comentarios
	F /%	B /%	Y retenida /%	M /%	p /%	Resistencia a la tracción /MPa			
K	22	40	16	0	22	1023			Acero de la invención
a	16	43	14	25	2	1675			Acero comparativo
b	65	19	9	2	5	585			Acero comparativo
e	52	35	0	1	12	520			Acero comparativo
d	52	41	0	3	4	535			Acero comparativo
e	33	43	0	15	9	1520			Acero comparativo
f	51	42	0	2	5	525			Acero comparativo

La letra subrayada en negrita indica fuera del alcance de acuerdo con la presente invención. F: Ferrita, B: bainita, γ: austenita, M: martensita, P: perlita.

(continuación)

Especie de acero	Perfil de revestimiento						Adhesión del revestimiento	Comentarios
	(1) Espesor de Capa $\Gamma$ / $\mu\text{m}$	(2) Espesor de Capa $\Gamma$ / $\mu\text{m}$	$((1)+(2)) / \mu\text{m}$	$((1)/(2))$	(3) Espesor de la capa $\zeta$ + espesor de la capa $\delta$ / $\mu\text{m}$	$(3) / [(1)+(2)]$		
A	0,2	0,9	1,1	0,2	6,9	6,3	A	Acero de la invención
A	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	C	Acero comparativo
A	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	C	Acero comparativo
A	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	C	Acero comparativo
A	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	C	Acero comparativo
A	0,5	0,4	0,9	1,3	7,1	7,9	C	Acero comparativo
A	1,5	0,8	2,3	1,9	5,7	2,5	C	Acero comparativo.
A	0,8	0,7	1,5	1,1	6,5	4,3	C	Acero comparativo
A	1,4	1,3	2,7	1,1	5,3	2,0	C	Acero comparativo
A	0,9	1,5	2,4	0,6	5,6	2,3	C	Acero comparativo
A	0,3	0,5	0,8	0,6	7,2	9,0	A	Acero de la invención
A	0,8	0,9	1,7	0,9	2,3	1,4	A	Acero de la invención
A	2,5	2,6	5,1	1,0	5,3	1,0	C	Acero comparativo
A	1,6	1,1	2,7	1,5	5,3	2,0	C	Acero comparativo
A	0,2	0,9	1,1	0,2	6,9	6,3	A	Acero de la invención
A	0,2	0,5	0,7	0,4	7,2	10,3	A	Acero de la invención
A	0,2	0,5	0,7	0,4	7,3	10,4	A	Acero de la invención
A	0,2	0,4	0,6	0,5	7,2	12,0	A	Acero de la invención
A	0,2	0,5	0,7	0,4	7,2	10,3	A	Acero de la invención
A	0,3	0,6	0,9	0,5	7,3	8,1	A	Acero de la invención
B	0,1	0,3	0,4	0,3	7,6	19,0	A	Acero de la invención
C	0,2	0,9	1,1	0,2	6,9	6,3	A	Acero de la invención
D	0,1	0,3	0,4	C,3	7,6	19,0	A	Acero de la invención
E	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	A	Acero de la invención
F	0,2	1,1	1,3	0,2	6,7	5,2	A	Acero de la invención
G	0,0	0,8	0,9	0,0	7,2	9,0	A	Acero de la invención
H	0,1	0,9	1,0	0,1	7,0	7,0	A	Acero de la invención

Especie de acero	Perfil de revestimiento						Comentarios	
	(1) Espesor de Capa $\Gamma_1$ / $\mu\text{m}$	(2) Espesor de Capa $\Gamma$ / $\mu\text{m}$	$((1)+(2)) / \mu\text{m}$	$((1)/(2))$	(3) Espesor de la capa $\zeta$ + espesor de la capa $\delta$ / $\mu\text{m}$	(3)/ [(1)+(2)]		Adhesión del revestimiento
I	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	A	Acero de la invención
J	0,6	1,3	1,9	0,5	2,3	2,3	s	Acero de la invención
K	0,05	0,06	0,1	0,8	30,5	30,5	15	Acero de la invención
<b>a</b>	1,3	1,2	2,5	1,1	5,5	5,5	C	Acero comparativo
<b>b</b>	0,3	0,1	0,4	3,0	7,6	7,6	C	Acero comparativo
<b>c</b>	2,0	0,9	2,9	2,2	5,1	5,1	C	Acero comparativo
<b>d</b>	1,0	2,0	3,0	0,5	5,0	5,0	C	Acero comparativo
<b>e</b>	1,7	1,6	3,3	1,1	5,5	5,5	C	Acero comparativo
<b>f</b>	1,6	1,0	2,6	1,6	5,4	5,4	C	Acero comparativo

La letra subrayada en negrita indica fuera del alcance de acuerdo con la presente invención

**Aplicabilidad industrial**

De acuerdo con la presente invención, se puede proporcionar una lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia de excelente adhesión del revestimiento. La producción de la lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia puede ser relativamente fácil y se puede realizar de forma estable. En consecuencia, la lámina de acero galvanizada en caliente aleada de alta resistencia de acuerdo con la presente invención puede ser particularmente óptima como una lámina de acero para los automóviles que persiguen la reducción de peso en los últimos años, su valor industrial puede ser notablemente alto.



**REIVINDICACIONES**

1. Una lámina de acero galvanizada en caliente aleada, que es una lámina de acero que comprende, en % en masa,

C: de 0,10 a 0,4%,

Si: de 0,01 a 0,5%,

Mn: de 1,0 a 3,0%,

O: 0,006% o menos,

P: 0,04% o menos,

S: 0,01% o menos,

Al: de 0,1 a 3,0%,

N: 0,01% o menos, y

opcionalmente un miembro o dos o más miembros de, en % en masa,

Cr: de 0,05 a 1,0%,

Ni: de 0,05 a 1,0%,

Cu: de 0,05 a 1,0%,

Nb: de 0,005 a 0,3%,

Ti: de 0,005 a 0,3%,

V: de 0,005 a 0,5%,

B: de 0.0001 a 0,01%,

Ca: de 0.0005 a 0,04%,

Mg: de 0.0005 a 0,04%,

La: de 0.0005 a 0,04%,

Ce: de 0.0005 a 0,04%, y

Y: de 0.0005 a 0,04%,

el resto es Fe e impurezas inevitables,

en la que la estructura de la lámina de acero además comprende, en términos de fracción de volumen, 40% o más del contenido total de bainita y martensita, de 8 a 60% de austenita retenida, y menor de 40% de ferrita, con el resto que es una estructura inevitable, se aplica una galvanización en caliente de aleación a la superficie de la lámina de acero;

en la que el espesor total del espesor  $T_{\Gamma 1}$  de la capa  $\Gamma 1$  y el espesor  $T_{\Gamma}$  de la capa  $\Gamma 1$  en la capa galvanizada en caliente aleada es  $2 \mu\text{m}$  o menos y la relación  $(T_{\Gamma 1}/T_{\Gamma})$  del espesor entre la fase  $\Gamma 1$  y la fase  $\Gamma$  es 1 o menos; y la relación  $\{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\Gamma 1}+T_{\Gamma})\}$  del espesor total del espesor  $T_{\zeta}$  de la capa  $\zeta$  y el espesor  $T_{\delta}$  de la capa  $\delta$  en la capa galvanizada en caliente aleada al espesor total de la capa  $\Gamma 1$  y la capa  $\Gamma$  es de 1,5 a 90.

2. Una lámina de acero galvanizada en caliente aleada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la lámina de acero que además comprende un miembro o dos o más miembros de, en % en masa,

Cr: de 0,05 a 1,0%,

Ni: de 0,05 a 1,0%,

Cu: de 0,05 a 1,0%,

Nb: de 0,005 a 0,3%,

Ti: de 0,005 a 0,3%,

V: de 0,005 a 0,5%,

B: de 0.0001 a 0,01%,

Ca: de 0.0005 a 0,04%,

Mg: de 0.0005 a 0,04%,

La: de 0.0005 a 0,04%,

Ce: de 0.0005 a 0,04%, y

Y: de 0.0005 a 0,04%,

3. Un proceso para producir una lámina de acero galvanizada en caliente aleada, que comprende:

calentar un material de acero que comprende, en % en masa,

C: de 0,10 a 0,4%,

Si: de 0,01 a 0,5%,

Mn: de 1,0 a 3,0%,

O: 0,006% o menos,

P: 0,04% o menos,

S: 0,01% o menos,

Al: de 0,1 a 3,0%, y

N: 0,01% o menos, y

opcionalmente un miembro o dos o más miembros de, en % en masa,

Cr: de 0,05 a 1,0%,

Ni: de 0,05 a 1,0%,

Cu: de 0,05 a 1,0%,

Nb: de 0,005 a 0,3%,

Ti: de 0,005 a 0,3%,

V: de 0,005 a 0,5%,

B: de 0.0001 a 0,01%,

Ca: de 0.0005 a 0,04%,

Mg: de 0.0005 a 0,04%,

La: de 0.0005 a 0,04%,

Ce: de 0.0005 a 0,04%, y

Y: de 0.0005 a 0,04%,

el resto es Fe e impurezas inevitables, a 1,100 a 1,300°C y luego someter la lámina de acero a un tratamiento de laminado en caliente a una temperatura de laminado de acabado de la temperatura Ar3 o más;

tensar la lámina de acero laminada en caliente a una temperatura de tensado de 700°C o menos y luego laminar en frío de la lámina de acero; recocer la lámina de acero laminada en frío a una temperatura de calentamiento máxima de 750 a 900°C; enfriar la lámina de acero recocida a una temperatura de inmersión del baño de galvanoplastia a una tasa de enfriamiento de 3 a 200°C/seg en el intervalo de 500 a 750°C y luego mantener la lámina de acero a 350 a 500°C durante 10 a 1.000 segundos;

realizar un tratamiento de galvanoplastia mediante la inmersión de la lámina de acero en un baño de galvanización en caliente que tiene una concentración de Al  $W_{Al}$  y una concentración de Fe  $W_{Fe}$  que cumple, en % en masa, las siguientes expresiones relacionales (1) y (2), en una temperatura de la lámina de acero que varía, en la inmersión en un baño de galvanoplastia, de una temperatura 40°C más baja que la temperatura del baño de galvanización en caliente a una temperatura 50°C mayor que la temperatura del baño de galvanización en caliente,

## ES 2 686 569 T3

en una atmósfera de nitrógeno que tiene un contenido de nitrógeno de 95% en masa o más, en que el valor de logaritmo ( $P_{H_2O}/P_{H_2}$ ) de la relación entre la presión parcial de hidrógeno  $P_{H_2}$  y presión parcial de vapor de agua  $P_{H_2O}$  es de -5 a -2:

$$0.01 \leq W_{Fe} \leq 0.05 \quad (1)$$

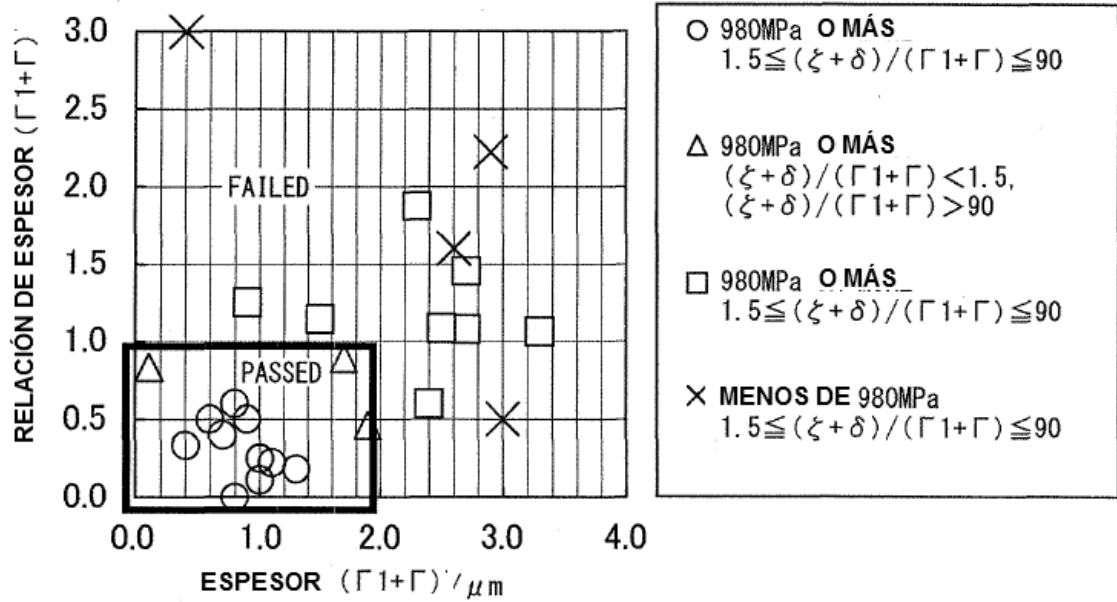
$$0.07 \leq (W_{Al} - W_{Fe}) \leq 0.30 \quad (2)$$

y después de eso,

realizar un tratamiento de aleación, en el que tiempo desde que la lámina de acero sale del baño de galvanoplastia hasta entrar en un horno de calentamiento de aleación es de 0,5 a 6 segundos y la temperatura de calentamiento de aleación de la capa de revestimiento es de 440 a 600°C;

en el que  $Ar3=901-325xC+33xSi-92x(Mn+Ni/2+Cr/2+Cu/2+Mo/2)$ , en el que C, Si, Mn, Ni, Cr, Cu y Mo indican los contenidos (% en masa) de los componentes respectivos y lleva 0 cuando el componente no está contenido.

Fig.1



RELACIÓN ENTRE LA RELACIÓN DE ESPESOR  $(\Gamma_1+\Gamma)$ , ESPESOR  $(\Gamma_1+\Gamma)$  Y ADHESIÓN DEL REVESTIMIENTO