

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 349**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C23C 2/02	(2006.01)
C22C 38/14	(2006.01)	C22C 18/00	(2006.01)
C22C 38/58	(2006.01)	C22C 38/02	(2006.01)
C23C 2/06	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
C23C 2/40	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01)	C22C 38/08	(2006.01)
C23C 2/28	(2006.01)	C22C 38/12	(2006.01)
C23C 28/02	(2006.01)	C22C 38/16	(2006.01)
B32B 15/01	(2006.01)	C22C 38/28	(2006.01)
C21D 8/04	(2006.01)	C22C 38/38	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2014 PCT/JP2014/061813**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14178358**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2014 E 14791670 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2993247**

54 Título: **Chapa de acero galvanizado y método para producirla**

30 Prioridad:

01.05.2013 JP 2013096427

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

22.03.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OKA MASAHARU;
FUJITA NOBUHIRO;
TAKAHASHI MANABU;
OKAMOTO RIKI y
MATSUMURA KENICHIROH**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 705 349 T3

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

DESCRIPCIÓN

Chapa de acero galvanizado y método para producirla

Campo técnico de la invención

5 La presente invención versa sobre una chapa de acero galvanizado de peso específico bajo y gran resistencia que tiene una propiedad de galvanización superior y una expansibilidad de agujeros, que se usa para un componente para automóviles o similar, y un método para producirla.

Técnica relacionada

10 Recientemente, como contramedida contra los problemas medioambientales, se ha deseado la reducción en el peso de los vehículos para reducir las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de combustible. Para reducir el peso de un vehículo, el alto templado del acero es un medio eficaz. Sin embargo, cuando el límite inferior del grosor de una chapa de acero está limitado debido a la rigidez requerida para un componente, el grosor de la chapa de acero no puede reducirse ni siquiera después de un alto templado del acero, y es difícil reducir el peso de un vehículo.

15 Por ejemplo, según se divulga, por ejemplo, en los Documentos de Patente 1 a 5, algunos de los presentes inventores propusieron una chapa de acero con alto contenido de Al en la que se reduce el peso específico añadiendo una gran cantidad de Al al acero. En las chapas de acero con alto contenido de Al dadas a conocer en los Documentos de Patente 1 a 5, se solucionan los problemas de una chapa de acero con alto contenido de Al de la técnica relacionada, que incluyen una producibilidad deficiente, tal como agrietamiento, que puede producirse durante el laminado, y baja ductilidad. Además, para mejorar la ductilidad, la forjabilidad en caliente y la forjabilidad en frío de una chapa de acero con alto contenido de Al, según se divulga, por ejemplo, en el Documento de Patente 6, los presentes inventores
20 propusieron un método de ajuste de una estructura de solidificación después de la colada para que sea una estructura fina equiaxial. Además, según se da a conocer, por ejemplo, en el Documento de Patente 7, los presentes inventores propusieron un método de mejora de la tenacidad de una chapa de acero con alto contenido de Al optimizando los componentes de la misma.

Documentos de la técnica anterior

25 **Documentos de Patente**

[Documento de Patente 1] Solicitud de patente japonesa no examinada, nº de primera publicación 2005-15909

[Documento de Patente 2] Solicitud de patente japonesa no examinada, nº de primera publicación 2005-29889

[Documento de Patente 3] Solicitud de patente japonesa no examinada, nº de primera publicación 2005-273004

[Documento de Patente 4] Solicitud de patente japonesa no examinada, nº de primera publicación 2006-176843

30 [Documento de Patente 5] Solicitud de patente japonesa no examinada, nº de primera publicación 2006-176844

[Documento de Patente 6] Solicitud de patente japonesa no examinada, nº de primera publicación 2008-261023

[Documento de Patente 7] Solicitud de patente japonesa no examinada, nº de primera publicación 2010-270377

[Documento de Patente 8] JP 2007 084913 A da a conocer una chapa de acero galvanizada y recocida que comprende una chapa de acero y una capa galvanizada, y su método de producción.

35 [Documento de Patente 9] EP 2 128 293 A1 da a conocer una chapa de acero de bajo peso específico y gran resistencia y un peso específico de 7,2 o menor.

Divulgación de la invención

Problemas que han de ser resueltos por la invención

40 Recientemente, se ha podido producir a escala industrial una chapa de acero con alto contenido de Al que tiene una ductilidad, una forjabilidad y una tenacidad superiores. Sin embargo, existe el problema de que la chapa de acero con alto contenido de Al tiene una propiedad de galvanización deficiente. Además, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero con alto contenido de Al es menor que la de una chapa de acero general para automóviles que tenga la misma resistencia y, así, el uso de la chapa de acero con alto contenido de Al es limitado. En consecuencia, las mejoras de la propiedad de galvanización y de la expansibilidad de agujeros son temas importantes para aumentar la
45 gama de aplicaciones de la chapa de acero con alto contenido de Al a componentes de automóviles. La chapa de acero con alto contenido de aluminio tiene, por ejemplo, una soldabilidad superior con arco. Sin embargo, la soldabilidad por puntos de la chapa de acero con alto contenido de Al es más baja que la de una chapa de acero general para automóviles que tenga la misma resistencia y, así, el uso de la chapa de acero con alto contenido de Al está limitado. Aquí, una propiedad de galvanización deficiente significa que se genera una zona falta de chapado en
50 la chapa de acero, que se reduce la adhesión del chapado o que tuvieron lugar los dos fenómenos.

La presente invención se ha realizado en consideración de las circunstancias reales anteriormente descritas, y un objeto de la misma es proporcionar una chapa de acero galvanizado de peso específico bajo y gran resistencia que tiene una propiedad de galvanización superior y expansibilidad de agujeros que es obtenida mejorando la propiedad de galvanización y la expansibilidad de agujeros de una chapa de acero con alto contenido de Al que tiene bajo peso específico a la que se añade Al, y proporcionar un método para producirla.

Medios para resolver el problema

Los presentes inventores investigaron las condiciones de la galvanización por inmersión en caliente para mejorar la propiedad de galvanización y la expansibilidad de agujeros de una chapa de acero con alto contenido de Al en función de los componentes químicos de la chapa de acero de peso específico bajo y gran resistencia con alto contenido de Al que tiene una ductilidad, una forjabilidad y una tenacidad superiores, que es sugerido por los presentes inventores en el Documento de Patente 7. En consecuencia, los presentes inventores descubrieron que la propiedad de galvanización y la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero con alto contenido de Al pueden ser mejoradas sometiéndola a galvanización por inmersión en caliente en condiciones apropiadas, tras someter a un tratamiento tal como el recocido, el descascarillado mecánico o el decapado a una chapa de acero laminada en caliente o a una chapa de acero laminada en frío, según sea necesario, y someter a un prechapado en Ni a la chapa de acero laminada en caliente o a la chapa de acero laminada en frío. Además, después de llevar a cabo la galvanización por inmersión en caliente, la chapa de acero con alto contenido de Al puede mejorar en términos de maleabilidad, resistencia del recubrimiento anticorrosivo, soldabilidad y similares sometiéndola a un tratamiento térmico de aleación en condiciones apropiadas. En lo sucesivo, una chapa de acero con alto contenido de Al puede ser denominada chapa de acero.

Además, para mejorar la soldabilidad por puntos de la chapa de acero galvanizado, que es la chapa de acero con alto contenido de Al creada por un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente y un tratamiento de aleación, según sea necesario, los presentes inventores investigaron elementos que disminuyen la soldabilidad por puntos. En consecuencia, los presentes inventores descubrieron los siguientes hechos: la soldabilidad por puntos de una chapa de acero galvanizado se ve muy afectada por el contenido de Mn de la misma; y la soldabilidad por puntos de la misma puede mejorar significativamente reduciendo el contenido de Mn de la misma.

El compendio de la presente invención es el siguiente.

- (1) Según un aspecto de la presente invención, una chapa de acero galvanizado incluye: una chapa de acero, y una capa galvanizada que se forma en una superficie de la chapa de acero; incluyendo la chapa de acero como componentes químicos, en masa porcentual, C: más del 0,100% al 0,500%, Si: 0,0001% a menos del 0,20%, Mn: más del 0,20% al 3,00%, Al: 3,0% a 10,0%, N: 0,0030% a 0,0100%, Ti: más del 0,100% al 1,000%, P: 0,00001% a 0,0200%, S: 0,00001% a 0,0100% y un resto que incluye Fe e impurezas; satisfaciendo la suma del contenido de C y del contenido de Ti $0,200 < C + Ti \leq 1,500$, en masa porcentual, satisfaciendo el producto del contenido de Al y del contenido de Si $Al \times Si \leq 0,8$, e incluyendo en la capa galvanizada como componentes químicos, en masa porcentual, Fe: 0,01% a 15%, Ni: 0,05% a 1,0%, Al: 0,15% a 2,0% y un resto que incluye Zn e impurezas; y teniendo la chapa de acero galvanizado un peso específico de 5,5 a menos de 7,5.
- (2) En la chapa de acero galvanizado según (1), la capa galvanizada puede ser una capa galvanizada por inmersión en caliente y puede incluir como componente químico, en masa porcentual, Fe: 0,01% a menos del 7%.
- (3) En la chapa de acero galvanizado según (1), la capa galvanizada puede ser una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior y puede incluir como componente químico, en masa porcentual, Fe: 7% a 15%.
- (4) En la chapa de acero galvanizado según uno cualquiera de (1) a (3), la chapa de acero puede incluir además, como componentes químicos, en masa porcentual, un elemento o dos o más elementos seleccionados del grupo constituido, en masa porcentual, por Nb: 0,300% o menos, V: 0,50% o menos, Cr: 3,00% o menos, Mo: 3,00% o menos, Ni: 5,00% o menos, Cu: 3,00% o menos, B: 0,0100% o menos, Ca: 0,0100% o menos, Mg: 0,0100% o menos, Zr: 0,0500% o menos, y RES: 0,0500% o menos.
- (5) En la chapa de acero galvanizado según uno cualquiera de (1) a (4), el contenido de Mn de la chapa de acero puede ser de más del 0,20% al 0,50%, en masa porcentual.
- (6) Según otro aspecto de la presente invención, un método para producir una chapa de acero galvanizado incluye: llevar a cabo un tratamiento de prechapado en Ni sobre una chapa de acero para fijar la cantidad de chapado de Ni entre 0,2 g/m² y 2 g/m² por superficie de una sola cara de la chapa de acero, estando constituida la chapa de acero, en cuanto a componentes químicos, en masa porcentual, por C: más del 0,100% al 0,500%, Si: 0,0001% a menos del 0,20%, Mn: más del 0,20% al 3,00%, Al: 3,0% a 10,0%, N: 0,0030% a 0,0100%, Ti: más del 0,100% al 1,000%, P: 0,00001% a 0,0200%, S: 0,00001% a 0,0100% y un resto que incluye Fe e impurezas, satisfaciendo la suma del contenido de C y del contenido de Ti $0,200 < C + Ti \leq 1,500$, en masa porcentual, y satisfaciendo el producto del contenido de Al y del contenido de Si $Al \times Si \leq 0,8$; llevar a cabo un tratamiento de calentamiento en la chapa de acero en la que se lleva a cabo el tratamiento de prechapado en Ni a una temperatura entre 430°C y 480°C a una velocidad de calentamiento de 20°C/seg o más; llevar a cabo un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente sumergiendo la chapa de acero en un baño de galvanización que tiene una temperatura de

baño entre 440°C y 470°C, y que está constituido, en masa porcentual, por Al: 0,1% a 0,4% y un resto que incluye Zn e impurezas.

- (7) En el método de producción de una chapa de acero galvanizado según (6), el método de producción de una chapa de acero galvanizado puede incluir, además, llevar a cabo un tratamiento térmico de aleación a una temperatura entre 470°C y 560°C durante un tiempo de calentamiento de 10 segundos a 40 segundos después de que se lleva a cabo el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente.

Efectos de la invención

Según los aspectos (1) a (7) anteriormente descritos, puede obtenerse una chapa de acero galvanizado de peso específico bajo y gran resistencia que tiene una alta producibilidad, una propiedad de galvanización superior y una expansibilidad de agujeros superior. Además, el aspecto (5) anteriormente descrito, puede obtenerse una chapa de acero galvanizado de peso específico bajo y gran resistencia que tiene no solo propiedad de galvanización superior y expansibilidad de agujeros, sino también soldabilidad por puntos superior, controlando el contenido de Mn de la chapa de acero galvanizado, lo cual es una aportación notable a la industria.

Breve descripción de los dibujos

La FIG 1 es un diagrama que muestra la relación entre el contenido de Mn de una chapa de acero galvanizada y recocida y la resistencia a la tracción transversal (RTT) de una unión soldada por puntos por resistencia eléctrica.

Realización de la invención

Los presentes inventores investigaron para mejorar la propiedad de galvanización y la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado, que es la chapa de acero con alto contenido de aluminio creada por el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente y el tratamiento de galvanización con recocción posterior, según sea necesario. Específicamente, los presentes inventores produjeron una chapa de acero laminada en caliente y una chapa de acero laminada en frío usando diversos tipos de acero que tenían diferentes cantidades de elementos de aleación en la composición química de la chapa de acero de peso específico bajo y gran resistencia con alto contenido de Al anteriormente descrita dados a conocer en el Documento de Patente 7 que tenía una ductilidad, una forjabilidad y una tenacidad superiores. Además, se somete a un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente a la chapa de acero laminada en caliente and chapa de acero laminada en frío producidas en las diversas condiciones, incluyendo el tratamiento de prechapado en Ni, y los presentes inventores evaluaron la propiedad de galvanización y la expansibilidad de agujeros antes o después del tratamiento de galvanización por inmersión en caliente. Por lo tanto, una chapa de acero galvanizado, que es una chapa de acero con alto contenido de Al que ha sido sometida al tratamiento de galvanización por inmersión en caliente y al tratamiento de galvanización con recocción posterior de esta realización tiene gran resistencia y bajo peso específico.

En cuanto a un método común de galvanización por inmersión en caliente, tras calentar la chapa de acero a una alta temperatura, se somete a un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente a una chapa de acero con alto contenido de aluminio en un proceso de enfriamiento. En el método común de galvanización por inmersión en caliente, se genera un lugar en el que no se forma una capa de chapado (falta de chapado) o la adhesión del chapado es baja. Por lo tanto, no puede obtenerse una propiedad de galvanización excelente. Sin embargo, los presentes inventores descubrieron por vez primera que someter a un prechapado en Ni a una chapa de acero laminada en caliente o a una chapa de acero laminada en frío tras someterla a un tratamiento tal como el recocido, el descascarillado mecánico o el decapado, según sea necesario, y que la propiedad de galvanización de una chapa de acero puede mejorar adicionalmente recalentando la chapa de acero después de llevar a cabo el prechapado en Ni, y galvanizando por inmersión en caliente la chapa de acero. Además, no puede obtenerse una expansibilidad de agujeros excelente en una chapa de acero galvanizado mediante el método común de galvanización por inmersión en caliente. Sin embargo, los presentes inventores descubrieron por vez primera que, sometiendo a un prechapado en Ni a una chapa de acero laminada en caliente o a una chapa de acero laminada en frío, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado puede mejorar calentando la chapa de acero a una temperatura entre 430°C y 480°C a una velocidad de calentamiento de 20°C/seg o más después de llevar a cabo el prechapado en Ni, y luego por una galvanización por inmersión en caliente, en la que la chapa de acero es sumergida en un baño de galvanización. Además, los presentes inventores descubrieron que la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado puede mejorar llevando a cabo un tratamiento térmico de aleación, preferentemente, después de que se lleva a cabo el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente a una temperatura de calentamiento de 470°C a 570°C durante un tiempo de calentamiento de 10 segundos a 40 segundos.

Además, los presentes inventores realizaron investigaciones para mejorar la soldabilidad por puntos de una chapa de acero galvanizado. Específicamente, los presentes inventores produjeron una chapa de acero laminada en caliente y una chapa de acero laminada en frío en el laboratorio usando diversos tipos de acero que tenían diferentes cantidades de elementos de aleación en la composición química de la chapa de acero de peso específico bajo y gran resistencia con alto contenido de Al anteriormente descrita dada a conocer en el Documento de Patente 7 que tiene una ductilidad, una forjabilidad y una tenacidad superiores. A continuación, se lleva a cabo la galvanización por inmersión en caliente, en la que la chapa de acero es sumergida en un baño de galvanización, después de someter a un prechapado en Ni

a la chapa de acero producida. Usando estas chapas obtenidas de acero galvanizado, la soldabilidad por puntos fue evaluada. Aquí, las resistencias a la tracción de las chapas obtenidas de acero galvanizado fueron de aproximadamente 500 MPa, el grosor fue de 2,3 mm en un caso en el que la chapa de acero antes del chapado era una chapa de acero laminada en caliente, y el grosor fue de 1,2 mm en un caso en el que la chapa de acero antes del chapado era la chapa de acero laminada en frío. La soldabilidad por puntos de la chapa de acero galvanizado fue evaluada en función de la resistencia a la tracción transversal de una unión soldada por puntos por resistencia eléctrica que se obtuvo en un ensayo de tracción según JIS Z 3137. Además, cuando t es el grosor de chapa de una chapa de acero galvanizado, se llevó a cabo una soldadura por puntos usando una soldadora ordinaria por puntos en condiciones de soldado que fueron reguladas de manera que el diámetro del botón fuera $5\sqrt{t}$ (mm). La FIG. 1 muestra el efecto del contenido de Mn de la chapa de acero galvanizado sobre la resistencia a la tracción transversal (RTT) de la chapa de acero galvanizado al tratamiento de galvanización con recocción posterior al que fue sometida la chapa de acero laminada en caliente. Se descubrió que, regulando el contenido de Mn de la chapa de acero galvanizado para que fuera un 0,5% en masa o menor, según se muestra en la FIG. 1, la RTT puede mejorar significativamente. En el caso en el que se sometió a un tratamiento de galvanización a la chapa de acero laminada en frío, como en el caso en el que se sometió a un tratamiento de galvanización a la chapa de acero laminada en caliente, se descubrió que, regulando el contenido de Mn de la chapa de acero galvanizado para que sea un 0,5% en masa o menor, puede mejorar significativamente la RTT. Además, el valor requerido de la RTT cambia dependiendo del grosor de la chapa de acero o de la resistencia a la tracción de la chapa de acero. Por ejemplo, en caso de que la chapa de acero laminada en caliente tenga un grosor de 2,3 mm, es preferible que la RTT sea 8,0 kN o más. Además, en caso de que la chapa de acero laminada en frío tenga un grosor de 1,2 mm, es preferible que la RTT sea 5,0 kN o más.

A continuación, se describirá la razón para limitar la composición química de una chapa de acero con alto contenido de Al, que es un metal básico de la chapa de acero galvanizado según una realización de la presente invención, que tiene una propiedad de galvanización superior y expansibilidad de agujeros. “%” representa “masa porcentual”.

C: más del 0,100% al 0,500%

El carbono es un elemento esencial para regular una estructura de solidificación para que sea una estructura fina equiaxial durante la colada. Por lo tanto, el contenido de C es más del 0,100%. Por otro lado, cuando el contenido de C es más del 0,500%, la tenacidad y la soldabilidad por arco de la chapa de acero galvanizado se deterioran. En consecuencia, el contenido de C es más del 0,100% al 0,500%.

Ti: más del 0,100% al 1,000%

El titanio es un elemento esencial para regular una estructura de solidificación para que sea una estructura fina equiaxial durante la colada. Por lo tanto, el contenido de Ti es más del 0,100%. Cuando el contenido de Ti es más del 1,000%, la tenacidad de la chapa de acero galvanizado disminuye. En consecuencia, el contenido de Ti es más del 0,100% al 1,000%. Además, para obtener un prechapado en Ni adecuado, el contenido de Ti es, preferentemente 0,300% o mayor. Esto es debido a que el titanio limita la difusión de Ni en el tratamiento de prechapado en Ni. Por lo tanto, el límite inferior del contenido de Ti es, preferentemente, 0,300%, más preferentemente 0,310%, y aún más preferentemente 0,320%.

$0,200\% < C + Ti < 1,500\%$

Para regular la estructura de solidificación para que sea una estructura equiaxial más fina durante la colada, la suma del contenido de C y del contenido de Ti, es decir, $C + Ti$, es más del 0,200% al 1,500%. Además, para obtener un prechapado en Ni adecuado, $C + Ti$ es, preferentemente, 0,300% o más, más preferentemente 0,400% o más, y aún más preferentemente 0,500% o mayor. El límite superior de $C + Ti$ es, preferentemente, 1,300%, más preferentemente 1,200%, y aún más preferentemente 1,000%.

Al: 3,0% o más a 10,0%

El aluminio es un elemento esencial para lograr un bajo peso específico de la chapa de acero galvanizado. Cuando el contenido de Al es inferior al 3,0%, el efecto del bajo peso específico es insuficiente, y el peso específico no puede ser reducido para que sea menos de 7,5. Cuando el contenido de Al es más del 10,0%, la precipitación de un compuesto intermetálico es significativa, y la ductilidad, la forjabilidad y la tenacidad disminuyen. En consecuencia, el contenido de Al está entre el 3,0% y el 10,0%. Para obtener una ductilidad superior, el límite superior del contenido de Al es, preferentemente, el 6,0%.

Si: 0,0001% a 0,20%

El silicio disminuye la propiedad de galvanización de la chapa de acero galvanizado en general. Además, el S es un elemento que disminuye la tenacidad de la chapa de acero galvanizado y es necesario reducir el contenido de Si de la chapa de acero galvanizado. Por lo tanto, el límite superior del contenido de Si es inferior al 0,20%. Por otro lado, el límite inferior del contenido de Si es 0,0001%, en consideración de las técnicas actuales de refinado y del coste de producción.

$Al \times Si \leq 0,8$

ES 2 705 349 T3

El producto del contenido de Al y del contenido de Si, es decir, Al×Si, es 0,8 o menor. En consecuencia, puede obtenerse una tenacidad muy superior. Es preferible que Al×Si se reduzca para que sea tan pequeño como sea posible. Aunque el límite inferior de Al×Si no está particularmente limitado, el límite inferior de Al×Si es, preferentemente, 0,03 en consideración de la técnica actual de refinado y del coste de producción.

5 Mn: más del 0,20% al 3,00%

El manganeso es un elemento efectivo para formar MnS para limitar la fragilidad intergranular causada por el azufre en solución sólida. Sin embargo, cuando el contenido de Mn es 0,20% o menor, el efecto no se presenta. Además, cuando el contenido de Mn es más del 3,00%, la tenacidad de la chapa de acero galvanizado disminuye. En consecuencia, el contenido de Mn es más del 0,20% al 3,00%.

10 Cuando el contenido de Mn es más del 0,50%, la soldabilidad por puntos de la chapa de acero galvanizado disminuye. En consecuencia, en un caso en el que se requiera la soldabilidad por puntos de la chapa de acero galvanizado, el límite superior del contenido de Mn es, preferentemente, el 0,50%.

P: 0,00001% a 0,0200%

15 El fósforo es un elemento de impureza que se segrega en la junta intergranular, disminuyendo la resistencia intergranular y la tenacidad de la chapa de acero galvanizado, y es preferible reducir el contenido de P de la chapa de acero galvanizado. Por lo tanto, el límite superior del contenido de P es 0,0200%. Además, el límite inferior del contenido de P es 0,00001%, en consideración de las técnicas actuales de refinado y del coste de producción.

S: 0,00001% a 0,0100%

20 El azufre es un elemento de impureza que disminuye la forjabilidad en caliente y la tenacidad de la chapa de acero galvanizado, y es preferible reducir el contenido de S de la chapa de acero galvanizado. Por lo tanto, el límite superior del contenido de S es 0,0100%. Además, el límite inferior del contenido de S es 0,00001%, en consideración de las técnicas actuales de refinado y del coste de producción.

N: 0,0030% a 0,0100%

25 El nitrógeno es un elemento esencial para la formación de un nitruro y/o de nitruro de carbono con Ti, es decir, TiN y Ti(C, N) para regular la estructura de solidificación para que sea una estructura fina equiaxial. Es efecto no se presenta cuando el contenido de N es menor del 0,0030%. Además, cuando el contenido de N es más del 0,0100%, la tenacidad de la chapa de acero galvanizado disminuye debido a la generación de TiN basto. En consecuencia, el contenido de N se encuentra entre el 0,0030% y el 0,0100%.

30 Los elementos anteriormente descritos son componentes básicos de la chapa de acero con alto contenido de Al, que es un metal básico de la chapa de acero galvanizado según la realización, y un resto distinto de los elementos anteriormente descritos incluye Fe e impurezas inevitables. Por lo tanto, la composición química anteriormente descrita es una composición básica de la chapa de acero con alto contenido de Al, que es un metal básico de la chapa de acero galvanizado según la realización de la presente invención. Sin embargo, además de estos componentes básicos, dependiendo del nivel deseado de resistencia y de otras características requeridas, pueden añadirse un elemento o dos o más elementos de Nb, V, Cr, Ni, Mo, Cu, B, Ca, Mg, Zr y RES a la chapa de acero con alto contenido de Al, que es un metal básico de la chapa de acero galvanizado según la realización, en lugar de una parte de Fe en el resto.

Nb: 0,300% o menos

40 El niobio es un elemento para formar un nitruro fino de carbono y es efectivo para limitar el engrosamiento de los granos cristalinos. Para mejorar la tenacidad de la chapa de acero galvanizado, es preferible añadir un 0,005% o más de Nb. Sin embargo, cuando se añade una cantidad excesiva de Nb, se engrosa un precipitado, y puede disminuir la tenacidad de la chapa de acero galvanizado. En consecuencia, el contenido de Nb es, preferentemente, un 0,300% o menor.

V: 0,50% o menos

45 Como el niobio, el vanadio es un elemento que forma un nitruro fino de carbono. Para limitar el engrosamiento de los granos cristalinos y mejorar la tenacidad de la chapa de acero galvanizado, es preferible añadir un 0,01% o más de V. Cuando el contenido de V es más del 0,50%, la tenacidad de la chapa de acero galvanizado puede disminuir. Por lo tanto, el límite superior del contenido de V es, preferentemente, el 0,50%.

Cr: 3,00% o menos

50 Mo: 3,00% o menos

Ni: 5,00% o menos

ES 2 705 349 T3

Cu: 3,00% o menos

El cromo, el molibdeno, el níquel y el cobre son elementos efectivos para mejorar la ductilidad y la tenacidad de la chapa de acero galvanizado.

5 Sin embargo, cuando cada uno del contenido de Cr, del contenido de Mo y del contenido de Cu es más del 3,00%, la tenacidad puede deteriorarse, junto con un aumento en la resistencia de la chapa de acero galvanizado. Además, cuando el contenido de Ni es más del 5,00%, la tenacidad puede deteriorarse junto con un aumento de la resistencia de la chapa de acero galvanizado. En consecuencia, el límite superior del contenido de Cr es, preferentemente, el 3,00%, el límite superior del contenido de Mo es, preferentemente, el 3,00%, el límite superior del contenido de Ni es, preferentemente, el 5,00%, y el límite superior del contenido de Cu es, preferentemente, el 3,00%. Además, para mejorar la ductilidad y la tenacidad de la chapa de acero galvanizado, el contenido de Cr es, preferentemente, el 0,05% o mayor, el contenido de Mo es, preferentemente, el 0,05% o mayor, el contenido de Ni es, preferentemente, el 0,05% o mayor, y el contenido de Cu es, preferentemente, el 0,10% o mayor.

B: 0,0100% o menos

15 El boro es un elemento que se segrega en la junta intergranular, para limitar la segregación intergranular del fósforo y el azufre. Sin embargo, cuando el contenido de B es más del 0,0100%, se genera un precipitado, y puede deteriorarse la forjabilidad en caliente de la chapa de acero galvanizado. En consecuencia, el contenido de B es 0,0100% o menor. Para mejorar la ductilidad, la tenacidad y la forjabilidad en caliente de la chapa de acero galvanizado mediante el reforzamiento intergranular, el contenido de B es, preferentemente, el 0,0003% o mayor.

Ca: 0,0100% o menos

20 Mg: 0,0100% o menos

Zr: 0,0500% o menos

RES: 0,0500% o menos

25 El calcio, el magnesio, el circonio y RES son elementos efectivos para controlar la forma de un sulfuro para limitar el deterioro en la forjabilidad en caliente y la tenacidad de la chapa de acero galvanizado causado por el azufre. Sin embargo, cuando se añaden cantidades excesivas, el efecto se satura. Por lo tanto, el contenido de Ca es, preferentemente, el 0,0100% o menor, el contenido de Mg es, preferentemente, el 0,0100% o menor, el contenido de Zr es, preferentemente, el 0,0500% o menor, y el contenido de RES es, preferentemente, el 0,0500% o menor. Además, para mejorar la tenacidad de la chapa de acero galvanizado, el contenido de Ca es, preferentemente, el 0,0010% o mayor, el contenido de Mg es, preferentemente, el 0,0005% o mayor, el contenido de Zr es, preferentemente, el 0,0010% o mayor, y el contenido de RES es, preferentemente, el 0,0010% o mayor.

A continuación se describirán las características de la chapa de acero galvanizado según la realización.

35 Cuando el peso específico de la chapa de acero galvanizado es 7,5 o más, el efecto de reducción de peso es menor en comparación con el peso específico que es equivalente a 7,86, que es el peso específico del hierro de una chapa de acero que es usada normalmente como chapa de acero para automóviles. Por lo tanto, el peso específico de la chapa de acero galvanizado es inferior a 7,5. Además, debido al intervalo de la composición química de la chapa de acero galvanizado, el peso específico de la chapa de acero galvanizado es 5,5 o más. El peso específico de la chapa de acero galvanizado se determina según la composición de componentes, y es preferible aumentar el contenido de Al, contribuyendo a la reducción en peso.

40 En cuanto a la resistencia a la tracción y la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado, en consideración de las características requeridas para una chapa de acero para automóviles, la resistencia a la tracción es, preferentemente, 440 MPa o mayor, y la expansibilidad de agujeros λ es, preferentemente, el 80% o mayor. Además, $RT \times \lambda$ es, preferentemente, 30000 MPa·% o más.

A continuación se describirán una capa galvanizada por inmersión en caliente y una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior de una chapa de acero galvanizado según la realización de la presente invención.

45 Una capa galvanizada por inmersión en caliente y una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior incluyen Fe, Ni, Al y un resto que incluye Zn e impurezas. En lo sucesivo, “%” representa “masa porcentual”.

50 En un caso en el que, para una chapa de acero galvanizado, se requieren una maleabilidad más preferida, además de resistencia a la corrosión, propiedades tales como la maleabilidad, la resistencia del recubrimiento anticorrosivo y la soldabilidad pueden mejorar llevando a cabo un tratamiento térmico de aleación después de llevar a cabo un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente. Específicamente, se lleva a cabo un tratamiento térmico de aleación después de llevar a cabo un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente en el que la chapa de acero es sumergida en un baño de galvanización de inmersión en caliente. Por lo tanto, el hierro se puede difundir en una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior y puede formarse una capa galvanizada que

está aleada. En consecuencia, el contenido de Fe de una capa galvanizada en una chapa de acero galvanizado según una realización de la presente invención está entre el 0,01% y el 15%.

El contenido de Fe de una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior en la que se lleva a cabo un tratamiento térmico de aleación se encuentra entre el 7% y el 15%. Cuando el contenido de Fe de la capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior es menor del 7%, se produce el desconchamiento de la chapa de acero galvanizado por deterioro de la resistencia al deslizamiento. Además, cuando el contenido de Fe de la capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior es mayor del 15%, se reduce la propiedad de granallado de la chapa de acero galvanizado.

En este caso, una chapa de acero galvanizada y recocida incluye una chapa de acero y una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior que se forma en una superficie de la chapa de acero; y la chapa de acero incluye como composición química, en masa porcentual, C: más del 0,100% al 0,500%, Si: 0,0001% a menos del 0,20%, Mn: más del 0,20% al 3,00%, Al: 3,0% a 10,0%, N: 0,0030% a 0,0100%, Ti: más del 0,100% al 1,000%, P: 0,00001% a 0,0200%, S: 0,00001% a 0,0100%, la suma del contenido de C y del contenido de Ti satisface $0,200 < C + Ti \leq 1,500$ en masa porcentual, el producto del contenido de Al y del contenido de Si satisface $Al \times Si \leq 0,8$ y un resto que incluye Fe e impurezas; y la capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior incluye, en masa porcentual, Fe: 7% a 15%, Ni: 0,05% a 1,0%, Al: 0,15% a 2,0% y un resto que incluye Zn e impurezas; y tiene un peso específico de 5,5 a menos de 7,5.

Por otro lado, el contenido de Fe de una capa galvanizada por inmersión en caliente en la que no se lleva a cabo un tratamiento térmico de aleación es inferior al 7%. Cuando el contenido de Fe de la capa galvanizada por inmersión en caliente es 7% o mayor, es necesario que esté sumergida mucho tiempo en el baño de galvanización, y la productividad se reduce muchísimo. Cuando el contenido de Fe de la capa galvanizada por inmersión en caliente es inferior al 7%, no pueden obtenerse efectos de mejora con un tratamiento de aleación para potenciar la maleabilidad, la resistencia del recubrimiento anticorrosivo y la soldabilidad de la chapa de acero galvanizado. Aunque el contenido de Fe de la capa galvanizada por inmersión en caliente sea inferior al 7%, la resistencia a la corrosión de la chapa de acero galvanizado que tiene una capa galvanizada por inmersión en caliente es buena.

En este caso, una chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente incluye una chapa de acero y una capa galvanizada por inmersión en caliente que se forma en una superficie de la chapa de acero; y la chapa de acero incluye como composición química, en masa porcentual, C: más del 0,100% al 0,500%, Si: 0,0001% a menos del 0,20%, Mn: más del 0,20% al 3,00%, Al: 3,0% a 10,0%, N: 0,0030% a 0,0100%, Ti: más del 0,100% al 1,000%, P: 0,00001% a 0,0200%, S: 0,00001% a 0,0100%, la suma del contenido de C y del contenido de Ti satisface $0,200 < C + Ti \leq 1,500$ en masa porcentual, el producto del contenido de Al y del contenido de Si satisface $Al \times Si \leq 0,8$, y un resto que incluye Fe e impurezas; y la capa galvanizada por inmersión en caliente incluye, en masa porcentual, Fe: 0,01% a menos del 7%, Ni: 0,05% a 1,0%, Al: 0,15% a 2,0% y un resto que incluye Zn e impurezas; y tiene un peso específico de 5,5 a menos de 7,5.

El contenido de Ni de una capa galvanizada por inmersión en caliente o de una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior se obtiene mediante un tratamiento de prechapado en Ni. El contenido de Ni de la capa galvanizada por inmersión en caliente o de la capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior es el 0,05% o mayor y el 1,0% o menor. Cuando el contenido de Ni de la capa galvanizada por inmersión en caliente o de la capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior es inferior al 0,05%, la resistencia a la corrosión de la chapa de acero galvanizado se deteriora. Cuando el contenido de Ni de la capa galvanizada por inmersión en caliente o de la capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior es mayor del 1,0%, se deteriora la propiedad de granallado de la chapa de acero galvanizado.

El contenido de Al de una capa galvanizada por inmersión en caliente o de una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior es el 0,15% o mayor y el 2,0% o menor. Cuando el contenido de Al de la capa galvanizada por inmersión en caliente o de la capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior es inferior al 0,15%, se deterioran la propiedad de granallado o la resistencia a la corrosión de la chapa de acero galvanizado. Cuando el contenido de Al de la capa galvanizada por inmersión en caliente o de la capa galvanizada por inmersión en caliente con recocción posterior es mayor del 2,0%, se reducen la capacidad de recubrimiento o la resistencia a la corrosión de la chapa de acero galvanizado.

Un baño de galvanización de inmersión en caliente que se usa para un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente incluye una cantidad de Al del 0,1% al 0,4%, y un resto que incluye Zn e impurezas. Según se ha descrito anteriormente, el prechapado en Ni se usa como fuente de Ni para suministrar Ni a una capa galvanizada.

La cantidad de chapado en un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente no está limitada en particular. Sin embargo, desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión de una chapa de acero galvanizado, la cantidad de chapado por superficie de una sola cara es, preferentemente, 5 g/m² o mayor. Con el fin de mejorar la capacidad de recubrimiento y similares, se puede llevar a cabo un chapado de la capa superior, o pueden llevarse a cabo diversos tratamientos —por ejemplo, tratamiento de cromado, fosfatado, tratamiento de mejora de la lubricidad y tratamiento de mejora de la soldabilidad— en una chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente y en una chapa de acero

galvanizada y recocida según una realización de la presente invención. Estos tratamientos no superan el alcance de la realización de la presente invención.

A continuación se describirá un método de producción de una chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente y de una chapa de acero galvanizada y recocida según la realización.

5 En la realización, se funde acero que tiene la composición química anteriormente descrita a una temperatura de recalentamiento del acero fundido de 50°C o menor, y la palanquilla obtenida es laminada en caliente. Además, pueden realizarse el descascarillado mecánico, el decapado, el laminado en frío, o el recocido. La unidad de temperatura para medir, por ejemplo, la temperatura de recalentamiento del acero fundido, la temperatura de fusión o la temperatura del acero fundido es el grado Celsius.

10 La temperatura de recalentamiento del acero fundido es un valor obtenido restando la temperatura del acero fundido durante el moldeo de la temperatura de fusión obtenida de la composición química; es decir, "Temperatura de recalentamiento de acero fundido = Temperatura del acero fundido - Temperatura de fusión".

15 Cuando la temperatura de recalentamiento del acero fundido es mayor de 50°C, el TiN o el Ti(C, N) cristalizado en el líquido es agregado y espesado. Por lo tanto, el TiN o el Ti(C, N) cristalizado en la fase líquida no funciona eficazmente como núcleos de solidificación de ferrita. Incluso cuando la composición química del acero fundido según la realización esté en el intervalo anteriormente descrito, la estructura de solidificación puede ser una estructura de granos columnares. Así, pueden producirse grietas en la pieza fundida. En consecuencia, la temperatura de recalentamiento del acero fundido es, preferentemente, 50°C o menor. Aunque no está limitado, el límite inferior de la temperatura de recalentamiento del acero fundido es, normalmente, 10°C.

20 Cuando la temperatura de calentamiento de la palanquilla en el proceso de laminado en caliente es inferior a 1100°C, el nitruro de carbono no está suficientemente diluido en sólido, y no pueden obtenerse la resistencia y la ductilidad necesarias. En consecuencia, el límite inferior de la temperatura de calentamiento es, preferentemente, 1100°C. El límite superior de la temperatura de calentamiento no está limitado en particular. Sin embargo, cuando la temperatura de calentamiento es superior a 1250°C, el tamaño de grano de los granos cristalinos aumenta y la forjabilidad en caliente puede disminuir. Por lo tanto, el límite superior de la temperatura de calentamiento es, preferentemente, 1250°C.

30 Cuando la temperatura final de laminación es menor de 800°C, la forjabilidad en caliente disminuye, y puede producirse un agrietamiento durante el laminado en caliente. En consecuencia, el límite inferior de la temperatura final de laminación es, preferentemente, 800°C. El límite superior de la temperatura final de laminación no está limitado en particular. Sin embargo, cuando la temperatura final de laminación es superior a 1000°C, aumenta el tamaño de grano de los granos cristalinos y puede producirse un agrietamiento durante el laminado en frío. Por lo tanto, el límite superior de la temperatura final de laminación es, preferentemente, 1000°C.

35 Cuando la temperatura de bobinado es inferior a 600°C, la recuperación y la recristalización de la ferrita es insuficiente, y la forjabilidad de la chapa de acero puede deteriorarse. En consecuencia, el límite inferior de la temperatura de bobinado es, preferentemente, 600°C. Por otro lado, cuando la temperatura de bobinado es superior a 750°C, los granos cristalinos de la ferrita recristalizada se engrosan, y la ductilidad, la forjabilidad en caliente y la forjabilidad en frío de la chapa de acero pueden disminuir. En consecuencia, el límite superior de la temperatura de bobinado es, preferentemente, 750°C.

40 Para eliminar la cascarilla generada durante el laminado en caliente, puede llevarse a cabo, por ejemplo, un descascarillado mecánico usando, por ejemplo, una enderezadora por tensión y/o decapado.

45 Para mejorar la ductilidad de la chapa de acero laminada en caliente, puede efectuarse un recocido después del laminado en caliente. Para la formación de un precipitado para mejorar la ductilidad, la temperatura de recocido de la chapa de acero laminada en caliente es, preferentemente, 700°C o mayor. Además, cuando la temperatura de recocido de la chapa de acero laminada en caliente es superior a 1100°C, los granos cristalinos se engrosan, y puede promoverse la fragilidad intergranular. En consecuencia, el límite superior de la temperatura de recocido de la chapa de acero laminada en caliente es, preferentemente, 1100°C.

Para eliminar la cascarilla después del recocido de la chapa de acero laminada en caliente, pueden llevarse a cabo un descascarillado mecánico y/o un decapado.

50 La chapa de acero laminada en caliente puede ser laminada en frío y recocida para producir una chapa de acero laminada en frío. En lo sucesivo, se describirán condiciones preferibles de producción de la chapa de acero laminada en frío.

55 La reducción por laminación en frío durante el laminado en frío es, preferentemente, el 20% o mayor desde el punto de vista de la productividad. Además, para promover la recristalización durante el recocido después del laminado en frío, la reducción por laminación en frío es, preferentemente, el 50% o mayor. Además, cuando la reducción por laminación en frío es superior al 95%, puede producirse agrietamiento durante el laminado en frío. En consecuencia, el límite superior de la reducción por laminación en frío es, preferentemente, el 95%.

La temperatura de recocido después del laminado en frío es, preferentemente, 600°C o mayor para promover suficientemente la recristalización y la recuperación. Por otro lado, cuando la temperatura de recocido después del laminado en frío es superior a 1100°C, los granos cristalinos se engrosan y puede promoverse la fragilidad intergranular. En consecuencia, el límite superior de la temperatura de recocido de la chapa de acero laminada en frío es, preferentemente, 1100°C.

La velocidad de enfriamiento después del recocido de la chapa de acero laminada en frío es, preferentemente, 20°C/s o mayor, la temperatura de detención del enfriamiento es, preferentemente, 450°C o menor. Esto es para evitar la fragilidad intergranular, que es causada por el engrosamiento de los granos cristalinos debido al crecimiento de los granos durante el enfriamiento y por la segregación de un elemento de impureza, como el fósforo, en una junta intergranular, y para mejorar la ductilidad. Aunque el límite superior de la velocidad de enfriamiento no está limitado, es técnicamente difícil fijar el límite superior de la velocidad de enfriamiento para que sea mayor de 500°C/seg. Además, dado que el límite inferior de la temperatura de detención del enfriamiento depende de la temperatura de un medio de enfriamiento, es difícil fijar el límite inferior de la temperatura de detención del enfriamiento a una temperatura inferior a la temperatura ambiental.

Para eliminar la cascarilla producida después del laminado en frío y del recocido, pueden efectuarse un descascarillado mecánico y/o un decapado. Además, después del laminado en frío y el recocido, puede llevarse a cabo una laminación de temple para corregir la forma y eliminar un límite de elasticidad. Durante la laminación de temple, cuando la proporción de alargamiento es menor del 0,2%, el efecto no es suficiente. Cuando la proporción de alargamiento es mayor del 2%, el límite de elasticidad aumenta significativamente y el alargamiento se reduce. En consecuencia, la proporción de alargamiento durante la laminación de temple es, preferentemente, el 0,2% o mayor y, preferentemente, el 2% o menor.

Antes de la galvanización por inmersión en caliente, es necesario llevar a cabo, por ejemplo, un tratamiento de prechapado en Ni en una superficie de una chapa de acero laminada en caliente o de una chapa de acero laminada en frío que se obtienen por el anterior método como un tratamiento intermedio. Cuando se efectúa un prechapado en Ni sobre la superficie de la chapa de acero, la superficie de la chapa de acero es activada. Por lo tanto, aunque se use una chapa de acero con alto contenido de Al, es posible obtener una buena propiedad de humectación del chapado y de galvanización. Sin embargo, para realizar el tratamiento preferido de prechapado en Ni en la chapa de acero con alto contenido de Al, es necesario limitar el contenido de Ti a un intervalo aconsejado según la indicación anterior.

Como método de tratamiento de prechapado en Ni pueden usarse tanto el electrochapado, como el chapado por inmersión, como el chapado por pulverización. La cantidad de chapado por superficie de una sola cara está entre 0,2 g/m² y 2 g/m². Cuando no se lleva a cabo un tratamiento de prechapado en Ni en la chapa de acero con alto contenido de aluminio, que es un metal básico de la chapa de acero galvanizado según una realización de la presente invención, no puede obtenerse una buena propiedad de humectación del chapado y de galvanización. Además, se produce una falta de chapado y no es posible evitar la degradación en la propiedad de galvanización de la chapa de acero galvanizado.

Además, antes del tratamiento de prechapado en Ni, una superficie de una chapa de acero laminada en caliente o de una chapa de acero laminada en frío en la que se lleva a cabo un tratamiento tal como recocido o descascarillado mecánico y/o decapado puede ser eliminada abradiendo 0,1 µm o más, según sea necesario. El tratamiento de prechapado en Ni se lleva a cabo después de que se elimine 0,1 µm o más de la superficie de la chapa de acero por abrasión, promoviéndose adicionalmente la aleación durante el tratamiento térmico de aleación después de que se lleve a cabo el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente. Por lo tanto, puede reducirse la temperatura de calentamiento durante el tratamiento térmico de aleación. Además, aunque no está claro el mecanismo por el cual ese promueve la aleación, se cree que se activa la superficie debido a la influencia de la tensión que se introduce en la superficie de la chapa de acero por la abrasión.

Como método de abrasión y eliminación de una porción de la superficie de una chapa de acero puede usarse pulido con cepillo, pulido por lija o pulido mecánico. Cuando la cantidad que se elimina por abrasión de la superficie de la chapa de acero es inferior a 0,1 µm, no puede obtenerse un efecto en el que se promueva la aleación. Para obtener el efecto en el que se promueve adicionalmente la aleación, la cantidad que se elimina por abrasión de la superficie de la chapa de acero es, preferentemente, 0,5 µm o mayor.

Después de que se lleva a cabo el tratamiento de prechapado en Ni, se somete a un tratamiento de calentamiento a la plancha de acero chapada, a una velocidad de calentamiento de 20°C/s o mayor, a una temperatura entre 430°C y 480°C. A continuación, en el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente, el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente se lleva a cabo sumergiendo la chapa de acero en el baño de galvanización de inmersión en caliente, en el que la temperatura del baño está entre 440°C y 470°C, el contenido de Al está entre el 0,1% y el 0,4% y el resto incluye Zn e impurezas. Acto seguido, según sea necesario, puede llevarse a cabo un tratamiento térmico de aleación a una temperatura de calentamiento entre 470°C y 560°C durante un tiempo de calentamiento de 10 segundos a 40 segundos. La expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado aumenta muchísimo por el tratamiento térmico de aleación asociado con el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente. Cuando la velocidad de calentamiento es inferior a 20°C/s en el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente, el níquel se difunde a la chapa de acero y no puede obtenerse una buena propiedad de galvanización. Además, cuando

la temperatura de calentamiento es inferior a 430°C o superior a 480°C en el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente, es fácil que se produzca una zona falta de chapado durante el chapado. Además, cuando la temperatura de calentamiento es inferior a 470°C en el tratamiento térmico de aleación, la aleación es insuficiente, y cuando la temperatura de calentamiento es superior a 560°C en el tratamiento térmico de aleación, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado puede deteriorarse debido al engrosamiento del carburo. Aunque el tiempo de aleación está determinado por el equilibrio entre el tiempo de aleación y la temperatura de aleación, el tiempo de aleación es adecuado en un intervalo de 10 segundos a 40 segundos. Cuando el tiempo de calentamiento es menor de 10 segundos, no es fácil promover la aleación, y cuando el tiempo de calentamiento es mayor de 40 segundos, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado puede deteriorarse debido al engrosamiento del carburo. Además, aunque no se lleve a cabo el tratamiento térmico de aleación, puede obtenerse el efecto de que mejore la expansibilidad de agujeros del acero galvanizado. Sin embargo, el tratamiento térmico de aleación se lleva a cabo y es posible obtener un mayor efecto de mejora. La razón de que mejore la expansibilidad de agujeros por el tratamiento térmico de aleación no está clara; se lleva a cabo un tratamiento de calentamiento durante un tiempo breve a una temperatura de calentamiento según se ha descrito anteriormente, y parte del carbono que está fijado como carburo es diluido moderadamente en sólido y difundido en la junta intergranular. Por lo tanto, se cree que la resistencia intergranular mejora.

Después de que se llevan a cabo el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente y el tratamiento térmico de aleación, es preferible que la laminación de temple se lleve a cabo para corregir la forma final y para eliminar el límite de elasticidad. Durante la laminación de temple, cuando la proporción de alargamiento es inferior al 0,2%, el efecto no es suficiente. Cuando la proporción de alargamiento es mayor del 1%, el límite de elasticidad aumenta significativamente y el alargamiento se reduce. En consecuencia, la proporción de alargamiento durante la laminación de temple está, preferentemente, entre el 0,2% y el 1%.

A continuación se describirán métodos de análisis para analizar componentes químicos de la capa galvanizada (composición de la capa galvanizada). En cuanto a la composición de la capa galvanizada, la capa galvanizada se disuelve en ácido clorhídrico y se obtiene la masa porcentual de cada componente de la capa galvanizada.

Ejemplos

En lo sucesivo se describirá con detalle el contenido técnico de la presente invención usando ejemplos de la presente invención.

Ejemplo 1

Se coló acero que tenía la composición química mostrada en la Tabla 1 a una temperatura de recalentamiento de acero fundido de 40°C, y fue laminado en caliente en las condiciones mostradas en la Tabla 2A. Después del laminado en caliente, se sometió a abrasión a una superficie de la chapa de acero laminada en caliente y se llevó a cabo un tratamiento de prechapado en Ni en las condiciones mostradas en la Tabla 2A. Además, se sometió a la chapa de acero prechapada en Ni a un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente y, a parte de la misma, a un tratamiento térmico de aleación en las condiciones mostradas en la Tabla 2A. Además, en un caso en el que no se llevó a cabo el tratamiento térmico de aleación después de que se lleva a cabo el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente, se usó un baño de galvanización, en el que la temperatura del baño era 460°C y tenía Al: 0,2% a 0,4%, y un resto que incluía Zn e impurezas como composición de componentes en masa porcentual. Además, en un caso en el que se llevó a cabo el tratamiento térmico de aleación, se usó un baño de galvanización, en el que la temperatura del baño era 460°C y tenía Al: 0,1% a 0,3% y un resto que incluía Zn e impurezas como composición de componentes en masa porcentual. El grosor de la chapa de acero laminada en caliente antes del chapado fue 2,3 mm.

Se evaluaron el peso específico, la resistencia a la tracción, la expansibilidad de agujeros, la soldabilidad por puntos, el aspecto del chapado indicado por la presencia de una zona falta de chapado, la composición de la capa de chapado y la adhesión del chapado de la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente y de la chapa de acero galvanizada y recocida obtenidas. Además, se evaluó, como comparación, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero laminada en caliente antes del tratamiento de chapado.

El peso específico de la chapa de acero galvanizado fue medido usando un picnómetro. La resistencia a la tracción en las propiedades mecánicas de la chapa de acero galvanizado fue evaluada llevando a cabo un ensayo de tracción según JIS Z 2241 para medir la resistencia a la tracción (RT) usando la pieza de prueba nº 5 que se preparó para que la dirección longitudinal sea perpendicular a la dirección del laminado de la chapa de acero. La expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado fue evaluada llevando a cabo un ensayo de expansión de agujeros según el estándar T 1001 de la JFS (Federación Siderúrgica Japonesa) para medir la proporción de expansión de agujeros (λ). Se midió $RT \times \lambda$ como el índice de forjabilidad de la chapa de acero galvanizado, y se evaluaron como válidos los resultados de $RT \times \lambda$ de 30000 MPa·% o más.

La soldabilidad por puntos de la chapa de acero galvanizado fue evaluada en función de la resistencia a la tracción transversal de una unión soldada por puntos por resistencia eléctrica según JIS Z 3137. La soldadura por puntos se llevó a cabo usando una soldadora ordinaria por puntos en condiciones de soldado que fueron reguladas de modo que el diámetro del botón fuera $5 \times \sqrt{t}$ (mm) con un grosor de chapa de t (mm).

ES 2 705 349 T3

5 El aspecto del chapado de la chapa de acero galvanizado fue evaluado por el chapado o la falta de chapado usando la observación visual. En cuanto a la composición de la capa galvanizada, la capa galvanizada es disuelta en ácido clorhídrico y se obtiene la masa porcentual de cada componente de la capa galvanizada. En cuanto al contenido de Fe de la capa galvanizada, cuando el contenido de Fe era el 7% o mayor y el 15% o menor en masa porcentual en la capa galvanizada de la chapa de acero galvanizado y recocida en la que se llevó a cabo el tratamiento térmico de aleación, se determinó en cuál la aleación había avanzado más. Por otro lado, el contenido de Fe de la capa galvanizada de la chapa de acero galvanizado en la que no se llevó a cabo un tratamiento térmico de aleación era inferior al 7%. Cuando el contenido de Ni de la capa galvanizada estaba entre el 0,05% y el 1,0% en masa porcentual, se evaluó como "Válido". Cuando el contenido de Al de la capa galvanizada estaba entre el 0,15% y el 2,0% en masa porcentual, se evaluó como "Válido".

10 En cuanto a la propiedad de galvanización, se llevó a cabo un ensayo de embutición de 25 mm y se midió la densidad fotográfica mediante una prueba de homologación. En consecuencia, cuando la densidad fotográfica fue inferior al 30%, se evaluó como "Válida".

15 Las Tablas 2A y 2B muestran los resultados de la evaluación del peso específico, la resistencia a la tracción (RT), la expansibilidad de agujeros (λ), $RT \times \lambda$, RTT, el aspecto del chapado indicado por la presencia de falta de chapado, la composición de la capa galvanizada y la adhesión del chapado de la chapa de acero galvanizado. Una RTT de 8,0 kN o mayor fue evaluada como "Válida" en consideración del grosor y del nivel de resistencia a la tracción de la chapa de acero galvanizado. En los elementos de evaluación, los valores que fueron evaluados como "Deficientes" están subrayados.

20 Los laminados en caliente n^{os} 1 a 10 y 16 a 25 fueron ejemplos según la presente invención, en los cuales todas las características fueron evaluadas como "Válida", y se obtuvo una chapa de acero galvanizado que tenía las características deseadas. Además, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizado por inmersión en caliente fue mayor que la de la chapa de acero laminada en caliente antes del chapado. Además, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizada y recocida fue mayor que la de la chapa de acero laminada en caliente antes del chapado.

25 Por otro lado, los laminados en caliente n^{os} 11 a 15 y 26 a 30, en los que la composición química no estaba en el intervalo de la presente invención y las condiciones de producción no estaban en el intervalo preferido de la presente invención fueron ejemplos comparativos, en los que una cualquiera de las características fue evaluada como "Deficiente".

30 TABLA 1

Acero n°	COMPOSICIÓN QUÍMICA (% masa)																				OBSERVACIONES	
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	V	Cr	Mo	Ni	Cu	B	Ca	Mg	RES	Zr	C+Ti		AlxSi
A	0,107	0,02	1,45	0,0092	0,0019	4,5	0,0058	0,402												0,509	0,090	EJEMPLOS
B	0,114	0,03	1,28	0,0073	0,0015	4,2	0,0045	0,382	0,02											0,496	0,126	
C	0,121	0,05	1,53	0,0085	0,0027	4,7	0,0037	0,347			0,2									0,468	0,235	
D	0,156	0,04	1,16	0,0126	0,0018	4,4	0,0063	0,415							0,0012					0,571	0,176	
E	0,218	0,09	0,62	0,0136	0,0007	5,9	0,0038	0,523	0,03	0,12							0,0025			0,741	0,531	
F	0,185	0,02	1,85	0,0068	0,0023	7,7	0,0072	0,345					0,10	0,20				0,0048		0,530	0,154	
G	0,327	0,06	0,82	0,0081	0,0019	6,5	0,0056	0,437				0,20				0,0035				0,764	0,390	
H	0,134	0,10	1,24	0,0063	0,0026	4,1	0,0061	0,175							0,0015				0,0134	0,309	0,410	
I	<u>0,027</u>	<u>1,86</u>	1,27	0,0147	<u>0,0149</u>	7,8	0,0046	0,152							0,0018					<u>0,179</u>	<u>14,508</u>	EJEMPLO COMPARATIVO
J	<u>0,583</u>	<u>0,56</u>	0,73	0,0162	0,0072	8,2	0,0038	<u>0,043</u>	0,02		0,30									0,626	<u>4,592</u>	
K	<u>0,005</u>	<u>0,31</u>	0,52	<u>0,0264</u>	0,0063	9,5	<u>0,0134</u>	<u>1,610</u>		0,15							0,0036			<u>1,615</u>	<u>2,945</u>	
L	0,158	0,17	2,83	0,0118	0,0081	<u>12,5</u>	0,0048	<u>0,024</u>					0,20	0,40		0,0018				<u>0,182</u>	<u>2,125</u>	
M	<u>0,048</u>	<u>2,62</u>	<u>0,13</u>	0,0172	<u>0,0231</u>	8,3	<u>0,0019</u>	0,135				0,10								<u>0,183</u>	<u>21,746</u>	

(Nota) Los valores subrayados no estaban en el intervalo de la presente invención.

TABLA 2A

LAMINADO EN CALIENTE N°	ACERO N°	CONDICIONES DE LAMINADO EN CALIENTE			CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	CONDICIONES DEL TRATAMIENTO INTERMEDIO		CONDICIONES DE GALVANIZACIÓN				PESO ESPECÍFICO
		TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DE ACABADO (°C)	TEMPERATURA DE BOBINADO (°C)	EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	CANTIDAD DE ABRASIÓN DE LA SUPERFICIE (µm)	CANTIDAD DE CHAPADO DE Ni (g/m ²)	VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DEL TRATAMIENTO DE ALEACIÓN (°C)	TIEMPO DEL TRATAMIENTO DE ALEACIÓN (seg)	
1	A	1150	850	700	85	1,0	0,5	30	460	520	15	7,27
2	B	1170	880	720	89	0,5	0,3	40	470	520	15	7,30
3	C	1160	850	700	87	0,7	0,6	30	460	520	20	7,25
4	D	1150	840	710	95	1,0	0,7	50	480	510	15	7,28
5	E	1230	870	740	81	0,2	1,2	30	460	530	15	7,13
6	F	1150	850	700	83	0,8	0,5	30	460	540	15	6,97
7	G	1170	880	720	84	1,0	0,4	40	470	530	15	7,01
8	H	1160	850	700	99	1,2	0,6	30	460	520	30	7,31
9	A	1150	840	710	75	-	1,3	30	460	550	15	7,27
10	A	1210	920	730	76	-	1,1	30	460	550	15	7,27
11	<u>I</u>	1150	840	630	31	-	-	30	460	560	<u>45</u>	6,98
12	<u>J</u>	1160	860	640	27	-	-	<u>10</u>	470	<u>570</u>	15	6,86
13	<u>K</u>	1140	830	700	30	-	0,3	30	<u>490</u>	<u>580</u>	30	6,91
14	<u>L</u>	1150	840	660	31	1,0	0,5	50	480	560	15	6,67
15	<u>M</u>	1130	830	730	33	1,0	0,5	30	460	560	15	6,82
16	A	1150	850	700	85	1,0	0,5	30	460	-	-	7,27
17	B	1170	880	720	89	0,5	0,3	40	470	-	-	7,30
18	C	1160	850	700	87	0,7	0,6	30	460	-	-	7,25
19	D	1150	840	710	95	1,0	0,7	50	480	-	-	7,28
20	E	1230	870	740	81	0,2	1,2	30	460	-	-	7,13
21	F	1110	820	620	83	0,8	0,5	30	460	-	-	6,97
22	G	1160	840	640	84	1,0	0,4	40	470	-	-	7,01
23	H	1140	850	710	99	1,2	0,6	30	460	-	-	7,31
24	A	1130	840	680	75	-	1,3	30	460	-	-	7,27
25	A	1210	920	730	76	-	1,1	30	460	-	-	7,27
26	<u>I</u>	1150	840	630	31	-	-	30	460	-	-	6,98
27	<u>J</u>	1160	860	640	27	-	-	<u>10</u>	470	-	-	6,86
28	<u>K</u>	1140	830	700	30	-	0,3	30	<u>490</u>	-	-	6,91
29	<u>L</u>	1150	840	660	31	1,0	0,5	50	480	-	-	6,67
30	<u>M</u>	1130	830	730	33	1,0	0,5	30	460	-	-	6,82

(Nota) Los aceros subrayados en Acero N° no estaban en el intervalo de la presente invención, y los valores subrayados en otros conceptos eran condiciones o propiedades que no estaban en el intervalo preferible.

TABLA 2B

LAMINADO EN CALIENTE N°	ACERO N°	PROPIEDADES MECÁNICAS				SOLDABILIDAD POR PUNTOS RTT (kN)	PRESENCIA DE FALTA DE CHAPADO	PROPIEDADES DE GALVANIZACIÓN				ADHESIÓN DEL CHAPADO	OBSERVACIONES
		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (RT) (MPa)	EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	RT × λ (MPa·%)	COMPOSICIÓN DE LA CAPA DE GALVANIZACIÓN								
					Fe (%)			Ni (%)	Al (%)	Zn E IMPUREZAS (%)			
1	A	484	106	51304	9,2	NO	11,2	0,3	0,4	88,1	○	EJEMPLOS	
2	B	465	109	50685	9,0	NO	10,7	0,2	0,5	88,6	○		
3	C	496	108	53568	9,8	NO	11,0	0,5	0,6	87,9	○		
4	D	475	115	54625	9,3	NO	10,8	0,5	0,4	88,3	○		
5	E	516	102	52632	9,1	NO	10,5	0,8	0,7	88,0	○		
6	F	562	103	57886	9,4	NO	10,4	0,4	1,0	88,2	○		
7	G	543	105	57015	9,9	NO	10,2	0,2	0,9	88,7	○		
8	H	487	125	60875	9,8	NO	11,6	0,5	0,3	87,6	○		
9	A	503	101	50803	9,5	NO	11,4	0,9	0,5	87,2	○		
10	A	515	100	51500	9,8	NO	11,7	0,7	0,4	87,2	○		
11	<u>I</u>	562	<u>36</u>	<u>20232</u>	<u>4.8</u>	<u>SÍ</u>	<u>6.3</u>	<u>0.0</u>	0,7	93,0	⊗	EJEMPLO COMPARATIVO	
12	<u>J</u>	692	<u>31</u>	<u>21452</u>	<u>2.9</u>	<u>SÍ</u>	<u>5.8</u>	<u>0.0</u>	0,8	93,4	⊗		
13	<u>K</u>	581	<u>35</u>	<u>20335</u>	<u>4.5</u>	<u>SÍ</u>	<u>5.5</u>	0,2	0,9	93,4	⊗		
14	<u>L</u>	553	<u>35</u>	<u>19355</u>	<u>2.6</u>	<u>SÍ</u>	<u>4.2</u>	0,3	<u>2.1</u>	93,4	⊗		
15	<u>M</u>	546	<u>38</u>	<u>20748</u>	<u>4.8</u>	<u>SÍ</u>	<u>5.2</u>	0,3	0,8	93,7	⊗		
16	A	487	96	46752	8,3	NO	1,7	0,3	0,3	97,7	○	EJEMPLOS	
17	B	469	98	45962	8,1	NO	1,9	0,2	0,4	97,5	○		
18	C	499	98	48902	8,7	NO	2,4	0,5	0,5	96,6	○		
19	D	479	104	49816	8,2	NO	1,5	0,5	0,3	97,7	○		
20	E	519	92	47748	8,4	NO	1,3	0,8	0,6	97,3	○		
21	F	566	91	51506	8,2	NO	2,1	0,4	0,9	96,6	○		
22	G	546	95	51870	8,8	NO	1,4	0,2	0,8	97,6	○		
23	H	591	114	67374	8,6	NO	2,0	0,5	0,2	97,3	○		
24	A	506	86	43516	8,4	NO	1,5	0,9	0,4	97,2	○		
25	A	519	85	44115	8,7	NO	2,3	0,7	0,3	96,7	○		
26	<u>I</u>	565	<u>26</u>	<u>14690</u>	<u>4.4</u>	<u>SÍ</u>	2,0	<u>0.0</u>	0,6	97,4	⊗	EJEMPLO COMPARATIVO	
27	<u>J</u>	596	<u>20</u>	<u>11920</u>	<u>2.6</u>	<u>SÍ</u>	1,3	<u>0.0</u>	0,7	98,0	⊗		
28	<u>K</u>	584	<u>25</u>	<u>14600</u>	<u>4.1</u>	<u>SÍ</u>	2,1	0,2	0,8	96,9	⊗		
29	<u>L</u>	557	<u>24</u>	<u>13368</u>	<u>2.3</u>	<u>SÍ</u>	2,3	0,3	2,1	95,3	⊗		
30	<u>M</u>	549	<u>28</u>	<u>15372</u>	<u>4.5</u>	<u>SÍ</u>	1,5	0,3	0,7	97,5	⊗		

(Nota) Los aceros subrayados en Acero N° no estaban en el intervalo de la presente invención, y los valores subrayados en otros conceptos eran condiciones o propiedades que no estaban en el intervalo preferible.

Ejemplo 2

Se coló acero que tenía la composición química mostrada en la Tabla 1 a una temperatura de recalentamiento de acero fundido de 40°C, y fue laminado en caliente en las condiciones mostradas en la Tabla 2A. A continuación, la chapa de acero laminada en caliente fue laminada en frío y recocida en las condiciones mostradas en la Tabla 3A. Después del laminado en frío, se sometió a abrasión a una superficie de la chapa de acero laminada en frío y se llevó a cabo un tratamiento de prechapado en Ni en las condiciones mostradas en la Tabla 3A. Además, se sometió a la chapa de acero prechapada en Ni a un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente y, a parte de la misma, a un tratamiento térmico de aleación en las condiciones mostradas en la Tabla 3A. Además, se usó el mismo baño de galvanización que en el Ejemplo 1 en el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente. El grosor de la chapa de acero laminada en frío antes del chapado fue 1,2 mm.

Igual que en el Ejemplo 1, se evaluaron el peso específico, la resistencia a la tracción, la expansibilidad de agujeros, la soldabilidad por puntos, el aspecto del chapado indicado por la presencia de falta de chapado, la composición de la capa galvanizada y la adhesión del chapado de la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente y de la chapa de acero galvanizada y recocida obtenidas. Además, se evaluó, como comparación, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero laminada en frío antes del tratamiento de chapado.

Las Tablas 3A y 3B muestran los resultados de la evaluación del peso específico, la resistencia a la tracción (RT), la expansibilidad de agujeros (λ), $RT \times \lambda$, RTT, el aspecto del chapado indicado por la presencia de falta de chapado, la composición de la capa galvanizada y la adhesión del chapado de la chapa de acero galvanizado. Una RTT de 5 kN o mayor fue evaluada como "Válida" en consideración del grosor y del nivel de resistencia a la tracción de la chapa de acero galvanizado. En los elementos de evaluación, los valores que fueron evaluados como "Deficientes" están subrayados.

Los laminados en frío n^{os} 1 a 10 y 16 a 25 fueron ejemplos según la presente invención, en los cuales todas las características fueron evaluadas como "Válida", y se obtuvo una chapa de acero galvanizado que tenía las características deseadas. Además, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente fue mayor que la de la chapa de acero laminada en frío antes del chapado. Además, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero galvanizada y recocida fue mayor que la de la chapa de acero laminada en frío antes del chapado.

Por otro lado, los laminados en frío n^{os} 11 a 15 y 26 a 30, en los que la composición química no estaba en el intervalo de la presente invención y las condiciones de producción no estaban en el intervalo preferido de la presente invención fueron ejemplos comparativos, en los que una cualquiera de las características fue evaluada como "Deficiente".

TABLA 3A

LAMINADO EN FRÍO N°	ACERO N°	LAMINADO EN CALIENTE N°	CONDICIONES DE LAMINADO EN FRÍO				CONDICIONES DE RECOCIDO DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO	CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO	CONDICIONES DEL TRATAMIENTO INTERMEDIO			CONDICIONES DE GALVANIZACIÓN			PESO ESPECÍFICO
			REDUCCIÓN DEL LAMINADO EN FRÍO (%)	TEMPERATURA DE RECOCIDO (°C)	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE DETENCIÓN DEL ENFRIAMIENTO (°C)			EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	CANTIDAD DE ABRASIÓN DE LA SUPERFICIE (μm)	CANTIDAD DE CHAPADO DE Ni (g/m^2)	VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DEL TRATAMIENTO DE ALEACIÓN (°C)	
1	A	1	50	840	50	25	73	1,0	0,3	30	460	520	15	7,27	
2	B	2	50	850	70	35	77	0,6	0,5	50	480	520	15	7,30	
3	C	3	50	860	60	25	75	0,7	0,6	30	460	520	20	7,25	
4	D	4	50	850	50	40	83	1,2	0,8	40	470	510	15	7,28	

ES 2 705 349 T3

LAMINADO EN FRÍO Nº	ACERO Nº	LAMINADO EN CALIENTE Nº	CONDICIONES DE RECOCIDO DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO				CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO	CONDICIONES DEL TRATAMIENTO INTERMEDIO		CONDICIONES DE GALVANIZACIÓN				PESO ESPECÍFICO
			REDUCCIÓN DEL LAMINADO EN FRÍO (%)	TEMPERATURA DE RECOCIDO (°C)	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE DETENCIÓN DEL ENFRIAMIENTO (°C)		EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	CANTIDAD DE ABRASIÓN DE LA SUPERFICIE (µm)	CANTIDAD DE CHAPADO DE Ni (g/m ²)	VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DEL TRATAMIENTO DE ALEACIÓN (°C)	
5	E	5	50	870	40	50	70	0,3	1,3	30	460	530	15	7,13
6	F	6	50	860	60	25	71	0,7	0,4	40	470	540	15	6,97
7	G	7	50	900	80	60	72	1,0	0,6	30	460	530	15	7,01
8	H	8	50	830	90	50	92	1,4	0,5	30	460	520	30	7,31
9	A	1	50	860	40	80	62	-	1,2	40	460	550	15	7,27
10	A	1	50	840	60	60	61	-	1,4	30	460	550	15	7,27
11	<u>I</u>	11	50	840	50	50	<u>29</u>	-	-	30	460	560	<u>45</u>	6,98
12	<u>J</u>	12	50	820	60	40	<u>26</u>	-	-	<u>10</u>	470	<u>570</u>	15	6,86
13	<u>K</u>	13	50	850	40	80	<u>28</u>	-	0,3	40	<u>500</u>	<u>580</u>	30	6,91
14	<u>L</u>	14	50	830	50	70	<u>29</u>	1,2	0,6	50	470	560	15	6,67
15	<u>M</u>	15	50	870	30	120	<u>31</u>	1,0	0,5	30	460	560	15	6,82
16	A	16	50	840	50	25	73	1,0	0,3	30	460	-	-	7,27
17	B	17	50	850	70	35	77	0,6	0,5	50	480	-	-	7,30
18	C	18	50	860	60	25	75	0,7	0,6	30	460	-	-	7,25
19	D	19	50	850	50	40	83	1,2	0,8	40	470	-	-	7,28
20	E	20	50	870	40	50	70	0,3	1,3	30	460	-	-	7,13
21	F	21	50	860	60	25	71	0,7	0,4	40	470	-	-	6,97
22	G	22	50	900	80	60	72	1,0	0,6	30	460	-	-	7,01
23	H	23	50	830	90	50	92	1,4	0,5	30	460	-	-	7,31
24	A	16	50	860	40	80	62	-	1,2	40	460	-	-	7,27
25	A	16	50	840	60	60	61	-	1,4	30	460	-	-	7,27
26	<u>I</u>	26	50	840	50	50	<u>29</u>	-	-	<u>30</u>	460	-	-	6,98
27	<u>J</u>	27	50	820	60	40	<u>26</u>	-	-	<u>10</u>	470	-	-	6,86
28	<u>K</u>	28	50	850	40	80	<u>28</u>	-	0,3	40	<u>500</u>	-	-	6,91
29	<u>L</u>	29	50	830	50	70	<u>29</u>	1,2	0,6	50	470	-	-	6,67
30	<u>M</u>	30	50	870	30	120	<u>31</u>	1,0	0,5	30	460	-	-	6,82

(Nota) Los aceros subrayados en Acero Nº no estaban en el intervalo de la presente invención, y los valores subrayados en otros conceptos eran condiciones o propiedades que no estaban en el intervalo preferible.

TABLA 3B

LAMINADO EN FRÍO N°	ACERO N°	PROPIEDADES MECÁNICAS			SOLDABILIDAD POR PUNTOS	PRESENCIA DE FALTA DE CHAPADO	PROPIEDADES DE GALVANIZACIÓN				ADHESIÓN DEL CHAPADO	OBSERVACIONES
		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (RT) (MPa)	EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	RT × λ (MPa-%)			COMPOSICIÓN DE LA CAPA DE GALVANIZACIÓN					
							RTT (kN)	Fe (%)	Ni (%)	Al (%)		
1	A	518	103	53354	5,7	NO	11,4	0,2	0,3	88,1	○	EJEMPLOS
2	B	500	107	53500	5,6	NO	10,9	0,3	0,4	88,4	○	
3	C	530	105	55650	5,9	NO	11,2	0,5	0,5	87,8	○	
4	D	510	113	57630	5,6	NO	10,9	0,5	0,3	88,3	○	
5	E	551	100	55100	5,5	NO	10,7	0,8	0,6	87,9	○	
6	F	596	101	60196	5,7	NO	10,6	0,3	0,9	88,2	○	
7	G	578	102	58956	5,9	NO	10,4	0,4	0,8	88,4	○	
8	H	521	122	63562	5,8	NO	11,8	0,3	0,2	87,7	○	
9	A	538	92	49496	5,8	NO	11,6	0,8	0,4	87,2	○	
10	A	549	91	49959	5,9	NO	11,8	0,9	0,3	87,0	○	
11	I	597	<u>34</u>	<u>20298</u>	<u>3,2</u>	<u>SI</u>	<u>6,5</u>	<u>0,0</u>	0,6	92,9	⊗	EJEMPLO COMPARATIVO
12	J	726	<u>31</u>	<u>22506</u>	<u>1,9</u>	<u>SI</u>	<u>5,9</u>	<u>0,0</u>	0,7	93,4	⊗	
13	K	516	<u>33</u>	<u>17028</u>	<u>3,3</u>	<u>SI</u>	<u>5,7</u>	0,2	0,8	93,3	⊗	
14	L	587	<u>34</u>	<u>19958</u>	<u>1,8</u>	<u>SI</u>	<u>4,4</u>	0,4	<u>2,1</u>	93,1	⊗	
15	M	581	<u>36</u>	<u>20916</u>	<u>3,5</u>	<u>SI</u>	<u>5,4</u>	0,3	0,7	93,6	⊗	
16	A	521	94	48974	5,2	NO	1,8	0,2	0,2	97,8	○	EJEMPLOS
17	B	504	95	47880	5,1	NO	2,0	0,3	0,3	97,4	○	
18	C	532	96	51072	5,4	NO	2,5	0,5	0,4	96,6	○	
19	D	514	101	51914	5,2	NO	1,7	0,5	0,2	97,6	○	
20	E	553	91	50323	5,1	NO	1,5	0,8	0,5	97,2	○	
21	F	601	90	54090	5,2	NO	2,2	0,3	0,8	96,7	○	
22	G	581	92	53452	5,4	NO	1,6	0,4	0,7	97,3	○	
23	H	625	111	69375	5,3	NO	2,1	0,3	0,2	97,4	○	
24	A	541	83	44903	5,3	NO	1,7	0,8	0,4	97,1	○	
25	A	554	82	45428	5,4	NO	2,4	0,9	0,3	96,4	○	
26	I	601	<u>32</u>	<u>19232</u>	<u>2,8</u>	<u>SI</u>	2,1	<u>0,0</u>	0,5	97,4	⊗	EJEMPLO COMPARATIVO
27	J	630	<u>30</u>	<u>18900</u>	<u>1,7</u>	<u>SI</u>	1,5	<u>0,0</u>	0,6	97,9	⊗	
28	K	619	<u>32</u>	<u>19808</u>	<u>2,9</u>	<u>SI</u>	2,2	0,2	0,7	96,9	⊗	
29	L	601	<u>33</u>	<u>19833</u>	<u>1,5</u>	<u>SI</u>	2,4	0,4	<u>2,1</u>	95,1	⊗	
30	M	584	<u>34</u>	<u>19856</u>	<u>3,1</u>	<u>SI</u>	1,6	0,3	0,6	97,5	⊗	

(Nota) Los aceros subrayados en Acero N° no estaban en el intervalo de la presente invención, y los valores subrayados en otros conceptos eran condiciones o propiedades que no estaban en el intervalo preferible.

Ejemplo 3

- 5 Se coló acero que tenía la composición química mostrada en la Tabla 4 a una temperatura de recalentamiento de acero fundido de 40°C, y fue laminado en caliente en las condiciones mostradas en la Tabla 5A. Después del laminado en caliente, se sometió a abrasión a una superficie de la chapa de acero laminada en caliente y se llevó a cabo un tratamiento de prechapado en Ni en las condiciones mostradas en la Tabla 5A. Además, se sometió a la chapa de

ES 2 705 349 T3

acero prechapada en Ni a un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente y, a parte de la misma, a un tratamiento térmico de aleación en las condiciones mostradas en la Tabla 5A. Además, se usó el mismo baño de galvanización que en el Ejemplo 1 en el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente. El grosor de la chapa de acero laminada en frío antes del chapado fue 2,3 mm.

5 Igual que en el Ejemplo 1, se evaluaron el peso específico, la resistencia a la tracción, la expansibilidad de agujeros, la soldabilidad por puntos, el aspecto del chapado indicado por la presencia de falta de chapado, la composición de la capa galvanizada y la adhesión del chapado de la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente y de la chapa de acero galvanizada y recocida obtenidas. Además, se evaluó, como comparación, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero laminada en caliente antes del tratamiento de chapado.

10 Las Tablas 5A y 5B muestran los resultados de la evaluación del peso específico, la resistencia a la tracción (RT), la expansibilidad de agujeros (λ), $RT \times \lambda$, RTT, el aspecto del chapado indicado por la presencia de falta de chapado, la composición de la capa galvanizada y la adhesión del chapado de la chapa de acero galvanizado. Una RTT de 10 kN o mayor fue evaluada como "Válida" en consideración del grosor y del nivel de resistencia a la tracción de la chapa de acero galvanizado. En los elementos de evaluación, los valores que fueron evaluados como "Deficientes" están subrayados.

15 Los laminados en caliente n^{os} 31 a 40 y 41 a 50 fueron ejemplos según la presente invención, en los cuales todas las características fueron evaluadas como "Válida", y se obtuvo una chapa de acero galvanizado que tenía las características deseadas. Además, todas las RTT de los laminados en caliente n^{os} 31 a 40 y 41 a 50 fueron 13 kN o más, y la soldabilidad por puntos de la chapa de acero galvanizado mejoró adicionalmente en comparación con los laminados en caliente n^{os} 1 a 10 y 16 a 25 del Ejemplo 1 en los que el contenido de Mn de la chapa de acero galvanizado era superior al 0,5%.

TABLA 4

Acero n°	COMPOSICIÓN QUÍMICA (% masa)																				OBSERVACIONES	
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	V	Cr	Mo	Ni	Cu	B	Ca	Mg	RES	Zr	C+Ti		Al×Si
N	0,115	0,03	0,32	0,0048	0,0016	4,3	0,0032	0,413												0,528	0,129	EJEMPLOS
O	0,109	0,05	0,21	0,0042	0,0018	4,4	0,0053	0,396	0,02											0,505	0,220	
P	0,127	0,07	0,48	0,0035	0,0032	4,8	0,0042	0,352			0,20									0,479	0,336	
Q	0,143	0,04	0,35	0,0046	0,0025	4,5	0,0061	0,401							0,0013					0,544	0,180	
R	0,211	0,08	0,27	0,0038	0,0008	5,6	0,0045	0,516	0,01	0,13							0,0028			0,727	0,448	
S	0,174	0,05	0,44	0,0027	0,0017	7,5	0,0068	0,362					0,10	0,20				0,0042		0,536	0,375	
T	0,315	0,07	0,38	0,0049	0,0025	6,3	0,0051	0,452				0,10				0,0031				0,767	0,441	
U	0,126	0,12	0,42	0,0032	0,0015	4,2	0,0038	0,163							0,0016				0,0117	0,289	0,504	

TABLA 5A

LAMINADO EN CALIENTE N°	ACERO N°	CONDICIONES DE LAMINADO EN CALIENTE			CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	CONDICIONES DEL TRATAMIENTO INTERMEDIO		CONDICIONES DE GALVANIZACIÓN				PESO ESPECÍFICO
		TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DE ACABADO (°C)	TEMPERATURA DE BOBINADO (°C)		EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	CANTIDAD DE ABRASIÓN DE LA SUPERFICIE (µm)	CANTIDAD DE CHAPADO DE Ni (g/m ²)	VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DEL TRATAMIENTO DE ALEACIÓN (°C)	
31	N	1160	840	720	88	0,8	0,4	40	470	520	15	7,29
32	O	1150	870	700	92	1,0	0,5	30	460	510	20	7,28
33	P	1170	860	710	90	0,7	0,3	50	480	520	15	7,24
34	Q	1160	850	690	98	1,2	0,6	30	470	510	15	7,27
35	R	1220	880	740	84	0,3	1,1	40	460	520	20	7,10
36	S	1120	830	630	87	0,9	0,4	50	470	540	15	6,99
37	T	1180	860	660	88	0,8	0,5	30	460	530	15	7,10
38	U	1130	840	700	99	1,3	0,6	30	460	520	25	7,29
39	N	1150	850	690	79	-	1,1	40	470	560	15	7,29
40	N	1230	930	740	80	-	1,5	30	460	550	15	7,29
41	N	1160	840	720	88	0,8	0,4	40	470	-	-	7,29
42	O	1150	870	700	92	1,0	0,5	30	460	-	-	7,28
43	P	1170	860	710	90	0,7	0,3	50	480	-	-	7,24
44	Q	1160	850	690	98	1,2	0,6	30	470	-	-	7,27
45	R	1220	880	740	84	0,3	1,1	40	460	-	-	7,10
46	S	1120	830	630	87	0,9	0,4	50	470	-	-	6,99
47	T	1180	860	660	88	0,8	0,5	30	460	-	-	7,10
48	U	1130	840	700	99	1,3	0,6	30	460	-	-	7,29
49	N	1150	850	690	79	-	1,1	40	470	-	-	7,29
50	N	1230	930	740	80	-	1,5	30	460	-	-	7,29

TABLA 5B

LAMINADO EN CALIENTE Nº	ACERO Nº	PROPIEDADES MECÁNICAS				SOLDABILIDAD POR PUNTOS	PROPIEDADES DE GALVANIZACIÓN					OBSERVACIONES	
		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (RT) (MPa)	EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	RT × λ (MPa·%)	RTT (kN)		PRESENCIA DE FALTA DE CHAPADO	COMPOSICIÓN DE LA CAPA DE GALVANIZACIÓN					ADHESIÓN DEL CHAPADO
								Fe (%)	Ni (%)	Al (%)	Zn E IMPUREZAS (%)		
31	N	454	111	50394	14,3	NO	10,8	0,2	0,3	88,7	○	EJEMPLOS	
32	O	437	114	49818	14,1	NO	11,3	0,3	0,4	88,0	○		
33	P	467	113	52771	14,9	NO	10,9	0,2	0,6	88,3	○		
34	Q	451	120	54120	14,2	NO	11,1	0,4	0,4	88,1	○		
35	R	504	107	53928	14,0	NO	10,4	0,8	0,7	88,1	○		
36	S	527	108	56916	14,3	NO	10,2	0,3	0,9	88,6	○		
37	T	530	110	58300	15,0	NO	10,3	0,4	0,8	88,5	○		
38	U	468	130	60840	14,8	NO	11,4	0,5	0,3	87,8	○		
39	N	473	106	50138	14,6	NO	11,6	0,8	0,5	87,1	○		
40	N	486	105	51030	14,8	NO	11,5	0,9	0,4	87,2	○		
41	N	458	101	46258	13,2	NO	1,5	0,2	0,2	98,1	○	EJEMPLOS	
42	O	439	103	45217	13,1	NO	1,8	0,3	0,3	97,6	○		
43	P	471	104	48984	13,7	NO	2,3	0,2	0,5	97,0	○		
44	Q	452	109	49268	13,1	NO	1,6	0,4	0,3	97,7	○		
45	R	508	97	49276	13,0	NO	1,4	0,8	0,6	97,2	○		
46	S	529	96	50784	13,2	NO	2,2	0,3	0,8	96,7	○		
47	T	534	101	53934	13,9	NO	1,6	0,4	0,7	97,3	○		
48	U	472	119	56168	13,7	NO	1,9	0,5	0,2	97,4	○		
49	N	477	91	43407	13,4	NO	1,6	0,8	0,4	97,2	○		
50	N	490	90	44100	13,7	NO	2,2	0,9	0,3	96,6	○		

Ejemplo 4

5 Se coló acero que tenía la composición química mostrada en la Tabla 4 a una temperatura de recalentamiento de
 6 acero fundido de 40°C, y fue laminado en caliente en las condiciones mostradas en la Tabla 5A. A continuación, la
 7 chapa de acero laminada en caliente fue laminada en frío y recocida en las condiciones mostradas en la Tabla 6A.
 8 Después del laminado en frío, se sometió a abrasión a una superficie de la chapa de acero laminada en frío y se llevó
 9 a cabo un tratamiento de prechapado en Ni en las condiciones mostradas en la Tabla 6A. Además, se sometió a la
 10 chapa de acero prechapada en Ni a un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente y, a parte de la chapa
 11 de acero prechapada en Ni, a un tratamiento térmico de aleación en las condiciones mostradas en la Tabla 6A.
 12 Además, se usó el mismo baño de galvanización que en el Ejemplo 1 en el tratamiento de galvanización por inmersión
 13 en caliente. El grosor de la chapa de acero laminada en frío antes del chapado fue 1,2 mm.

14 Igual que en el Ejemplo 2, se evaluaron el peso específico, la resistencia a la tracción, la expansibilidad de agujeros,
 15 la soldabilidad por puntos, el aspecto del chapado indicado por la presencia de falta de chapado, la composición de la
 capa galvanizada y la adhesión del chapado de la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente y de la chapa

ES 2 705 349 T3

de acero galvanizada y recocida obtenidas. Además, se evaluó, como comparación, la expansibilidad de agujeros de la chapa de acero laminada en frío antes del tratamiento de chapado.

5 Las Tablas 6A y 6B muestran los resultados de la evaluación del peso específico, la resistencia a la tracción (RT), la expansibilidad de agujeros (λ), $RT \times \lambda$, RTT, el aspecto del chapado indicado por la presencia de falta de chapado, la composición de la capa galvanizada y la adhesión del chapado de la chapa de acero galvanizado. Una RTT de 5,0 kN o mayor fue evaluada como "Válida" en consideración del grosor y del nivel de resistencia a la tracción de la chapa de acero galvanizado. En los elementos de evaluación, los valores que fueron evaluados como "Deficientes" están subrayados.

10 Los laminados en frío n^{os} 31 a 40 y 41 a 50 fueron ejemplos según la presente invención, en los cuales todas las características fueron evaluadas como "Válida", y se obtuvo una chapa de acero galvanizado que tenía las características deseadas. Además, todas las RTT de los laminados en caliente n^{os} 31 a 40 y 41 a 50 fueron 7 kN o más, y la soldabilidad por puntos de la chapa de acero galvanizado mejoró adicionalmente en comparación con los laminados en caliente n^{os} 1 a 10 y 16 a 25 del Ejemplo 2 en los que el contenido de Mn de la chapa de acero galvanizado era superior al 0,5%.

15 TABLA 6A

LAMINADO EN FRÍO N°	ACERO N°	LAMINADO EN CALIENTE N°	CONDICIONES DE LAMINADO EN FRÍO				CONDICIONES DE RECOCIDO DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO	CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO	CONDICIONES DEL TRATAMIENTO INTERMEDIO		CONDICIONES DE GALVANIZACIÓN				PESO ESPECÍFICO
			REDUCCIÓN DEL LAMINADO EN FRÍO (%)	TEMPERATURA DE RECOCIDO (°C)	VELOCIDAD DE ENFRÍAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE DETENCIÓN DEL ENFRÍAMIENTO (°C)			EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	CANTIDAD DE ABRASIÓN DE LA SUPERFICIE (μm)	CANTIDAD DE CHAPADO DE Ni (g/m ²)	VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DEL TRATAMIENTO DE ALEACIÓN (°C)	
31	N	31	50	820	60	25	73	0,9	0,3	30	470	520	15	7,29	
32	O	32	50	860	50	50	77	0,8	0,4	40	480	510	15	7,28	
33	P	33	50	850	70	25	75	1,0	0,5	30	460	520	20	7,24	
34	Q	34	50	840	80	35	83	0,9	1,0	50	460	510	15	7,27	
35	R	35	50	870	50	40	70	0,4	1,2	40	470	530	15	7,10	
36	S	36	50	850	60	25	71	0,8	0,5	40	470	540	15	6,99	
37	T	37	50	900	70	50	72	1,2	0,5	30	460	530	15	7,10	
38	U	38	50	840	80	60	92	1,5	0,7	30	470	520	30	7,29	
39	N	31	50	850	40	70	62	-	1,3	40	460	550	15	7,29	
40	N	31	50	830	50	50	61	-	1,2	30	460	550	15	7,29	
41	N	41	50	820	60	25	73	0,9	0,3	30	470	-	-	7,29	
42	O	42	50	860	50	50	77	0,8	0,4	40	480	-	-	7,28	
43	P	43	50	850	70	25	75	1,0	0,5	30	460	-	-	7,24	
44	Q	44	50	840	80	35	83	0,9	1,0	50	460	-	-	7,27	

ES 2 705 349 T3

LAMINADO EN FRÍO N°	ACERO N°	LAMINADO EN CALIENTE N°	CONDICIONES DE LAMINADO EN FRÍO				CONDICIONES DE RECOCIDO DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO	CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO	CONDICIONES DEL TRATAMIENTO INTERMEDIO	CONDICIONES DE GALVANIZACIÓN				PESO ESPECÍFICO
			REDUCCIÓN DEL LAMINADO EN FRÍO (%)	TEMPERATURA DE RECOCIDO (°C)	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO (°C/seg)	TEMPERATURA DE DETECCIÓN DEL ENFRIAMIENTO (°C)				EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ)	CANTIDAD DE ABRASIÓN DE LA SUPERFICIE (µm)	CANTIDAD DE CHAPADO DE Ni (g/m²)	VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO (°C/seg)	
45	R	45	50	870	50	40	70	0,4	1,2	40	470	-	-	7,10
46	S	46	50	850	60	25	71	0,8	0,5	40	470	-	-	6,99
47	T	47	50	900	70	50	72	1,2	0,5	30	460	-	-	7,10
48	U	48	50	840	80	60	92	1,5	0,7	30	470	-	-	7,29
49	N	41	50	850	40	70	62	-	1,3	40	460	-	-	7,29
50	N	41	50	830	50	50	61	-	1,2	30	460	-	-	7,29

TABLA 6B

LAMINADO EN FRÍO N°	ACERO N°	PROPIEDADES MECÁNICAS				SOLDABILIDAD POR PUNTOS	PROPIEDADES DE GALVANIZACIÓN					OBSERVACIONES	
		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (RT) (MPa)	EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	RT x λ (MPa-%)	RTT (kN)		PRESENCIA DE FALTA DE CHAPADO	COMPOSICIÓN DE LA CAPA DE GALVANIZACIÓN					ADHESIÓN DEL CHAPADO
								Fe (%)	Ni (%)	Al (%)	Zn E IMPUREZAS (%)		
31	N	485	103	49955	8,2	NO	10,6	0,2	0,2	89,0	○	EJEMPLOS	
32	O	469	107	50183	8,1	NO	11,2	0,3	0,4	88,1	○		
33	P	498	105	52290	8,6	NO	11,1	0,5	0,5	87,9	○		
34	Q	487	113	55031	8,1	NO	10,9	0,5	0,3	88,3	○		
35	R	535	100	53500	8,0	NO	10,3	0,8	0,6	88,3	○		
36	S	559	101	56459	8,2	NO	10,4	0,3	0,8	88,5	○		
37	T	561	102	57222	8,5	NO	10,3	0,4	0,7	88,6	○		
38	U	498	122	60756	8,3	NO	11,2	0,3	0,2	88,3	○		
39	N	503	92	46276	8,3	NO	11,4	0,8	0,4	87,4	○		

ES 2 705 349 T3

LAMINADO EN FRÍO Nº	ACERO Nº	PROPIEDADES MECÁNICAS				SOLDABILIDAD POR PUNTOS	PROPIEDADES DE GALVANIZACIÓN					OBSERVACIONES	
		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (RT) (MPa)	EXPANSIBILIDAD DE AGUJEROS (λ) (%)	RT × λ (MPa·%)	RTT (kN)		PRESENCIA DE FALTA DE CHAPADO	COMPOSICIÓN DE LA CAPA DE GALVANIZACIÓN					ADHESIÓN DEL CHAPADO
								Fe (%)	Ni (%)	Al (%)	Zn E IMPUREZAS (%)		
40	N	516	91	46956	8,4	NO	11,6	0,9	0,3	87,2	○	EJEMPLOS	
41	N	489	94	45966	7,7	NO	1,3	0,2	0,2	98,3	○		
42	O	571	95	54245	7,6	NO	1,6	0,3	0,3	97,8	○		
43	P	502	96	48192	7,9	NO	2,1	0,5	0,4	97,0	○		
44	Q	583	101	58883	7,6	NO	1,7	0,5	0,3	97,5	○		
45	R	540	91	49140	7,5	NO	1,5	0,8	0,5	97,2	○		
46	S	560	90	50400	7,7	NO	2,1	0,3	0,7	96,9	○		
47	T	566	92	52072	7,9	NO	1,8	0,4	0,6	97,2	○		
48	U	502	111	55722	7,8	NO	1,7	0,3	0,2	97,8	○		
49	N	507	83	42081	7,8	NO	1,5	0,8	0,4	97,3	○		
50	N	520	82	42640	7,9	NO	2,1	0,9	0,3	96,7	○		

Aplicabilidad industrial

Según la presente invención, puede obtenerse una chapa de acero galvanizado de peso específico bajo y gran resistencia que tiene una alta producibilidad, una propiedad de galvanización superior y una expansibilidad de agujeros superior, lo cual es una aportación notable a la industria.

5

REIVINDICACIONES

1. Una chapa de acero galvanizado que comprende:

una chapa de acero; y

una capa galvanizada que está formada en la superficie de la chapa de acero, estando constituida la chapa de acero, en cuanto a componentes químicos, en masa porcentual, por:

C: más del 0,100% al 0,500%,

Si: 0,0001% a menos del 0,20%,

Mn: más del 0,20% al 3,00%,

Al: 3,0% a 10,0%,

N: 0,0030% a 0,0100%,

Ti: más del 0,100% al 1,000%,

P: 0,00001% a 0,0200%,

S: 0,00001% a 0,0100%, y, opcionalmente, uno o más de:

Nb: 0,300% o menos,

V: 0,50% o menos,

Cr: 3,00% o menos,

Mo: 3,00% o menos,

Ni: 5,00% o menos,

Cu: 3,00% o menos,

B: 0,0100% o menos,

Ca: 0,0100% o menos,

Mg: 0,0100% o menos,

Zr: 0,0500% o menos, y

RES: 0,0500% o menos, y

un resto que incluye Fe e impurezas,

en la que la suma del contenido de C y del contenido de Ti satisface $0,200 < C + Ti \leq 1,500$, en masa porcentual,

el producto del contenido de Al y del contenido de Si satisface $Al \times Si \leq 0,8$;

la capa galvanizada está constituida, en cuanto a componentes químicos, en masa porcentual, por:

Fe: 0,01% a 15%,

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

Al: 0,15% a 2,0%, y

un resto que incluye Zn e impurezas, y

la chapa de acero galvanizado tiene un peso específico de 5,5 a menos de 7,5.

2. La chapa de acero galvanizado según la reivindicación 1

en la que la capa galvanizada es una capa galvanizada por inmersión en caliente e incluye, como componente químico, en masa porcentual:

Fe: 0,01% a menos del 7%.

3. La chapa de acero galvanizado según la reivindicación 1

en la que la capa galvanizada es una capa galvanizada por inmersión en caliente con recocido posterior e incluye, como componente químico, en masa porcentual:

Fe: 7% a 15%.

- 5 4. La chapa de acero galvanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 que, además, comprende como componentes químicos, en masa porcentual:

un elemento o dos o más elementos seleccionados del grupo constituido por:

Nb: 0,300% o menos,

V: 0,50% o menos,

10 Cr: 3,00% o menos,

Mo: 3,00% o menos,

Ni: 5,00% o menos,

Cu: 3,00% o menos,

B: 0,0100% o menos,

15 Ca: 0,0100% o menos,

Mg: 0,0100% o menos,

Zr: 0,0500% o menos, y

RES: 0,0500% o menos.

5. La chapa de acero galvanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4

20 en la que el contenido de Mn de la chapa de acero es más del 0,20% al 0,50%, en masa porcentual.

6. Un método de producción de una chapa de acero galvanizado, comprendiendo el método:

llevar a cabo un tratamiento de prechapado en Ni sobre una chapa de acero para fijar la cantidad de chapado de Ni entre 0,2 g/m² y 2 g/m² por superficie de una sola cara de la chapa de acero, estando constituida la chapa de acero, en cuanto a componentes químicos, en masa porcentual, por:

25 C: más del 0,100% al 0,500%,

Si: 0,0001% a menos del 0,20%,

Mn: más del 0,20% al 3,00%,

Al: 3,0% a 10,0%,

N: 0,0030% a 0,0100%,

30 Ti: más del 0,100% al 1,000%,

P: 0,00001% a 0,0200%,

S: 0,00001% a 0,0100%, y, opcionalmente, uno o más de:

Nb: 0,300% o menos,

V: 0,50% o menos,

35 Cr: 3,00% o menos,

Mo: 3,00% o menos,

Ni: 5,00% o menos,

Cu: 3,00% o menos,

ES 2 705 349 T3

B: 0,0100% o menos,

Ca: 0,0100% o menos,

Mg: 0,0100% o menos,

Zr: 0,0500% o menos, y

5 RES: 0,0500% o menos, y

un resto que incluye Fe e impurezas,

en el que la suma del contenido de C y del contenido de Ti satisface $0,200 < C + Ti \leq 1,500$, en masa porcentual,

el producto del contenido de Al y del contenido de Si satisface $Al \times Si \leq 0,8$;

10 llevar a cabo un tratamiento de calentamiento en la chapa de acero en la que se lleva a cabo el tratamiento de prechapado en Ni a una temperatura entre 430°C y 480°C a una velocidad de calentamiento de 20°C/seg o más; y

llevar a cabo un tratamiento de galvanización por inmersión en caliente sumergiendo la chapa de acero en un baño de galvanización que tiene una temperatura de baño entre 440°C y 470°C, y que está constituido, en masa porcentual, por Al: 0,1% a 0,4% y un resto que incluye Zn e impurezas.

15 7. El método de producción de una chapa de acero galvanizado según la reivindicación 6 que, además, comprende:

llevar a cabo un tratamiento térmico de aleación a una temperatura entre 470°C y 560°C durante un tiempo de calentamiento de 10 segundos a 40 segundos después de que se lleva a cabo el tratamiento de galvanización por inmersión en caliente.

FIG. 1

