

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 106**

51 Int. Cl.:

C23C 2/06	(2006.01)	C22C 18/04	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01)	C22C 38/02	(2006.01)
C22C 38/06	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
C22C 38/58	(2006.01)	C22C 38/14	(2006.01)
C23C 2/28	(2006.01)	C22C 38/20	(2006.01)
B32B 15/01	(2006.01)	C22C 38/22	(2006.01)
B21D 22/00	(2006.01)	C22C 38/24	(2006.01)
C21D 8/02	(2006.01)	C22C 38/26	(2006.01)
C23C 2/04	(2006.01)	C22C 38/28	(2006.01)
C23C 2/40	(2006.01)	C22C 38/32	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2014 PCT/JP2014/061269**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014 WO14175256**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2014 E 14788810 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2990501**

54 Título: **Lámina de acero aleado galvanizada por inmersión en caliente para su uso en estampación en caliente y método de fabricación de una parte de acero**

30 Prioridad:

26.04.2013 JP 2013094129

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2019

73 Titular/es:

KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBESTEEL, LTD.) (100.0%)
2-4, Wakinohama-Kaigandori 2-chome, Chuo-ku Kobe-shi, Hyogo 651-8585, JP

72 Inventor/es:

MINOWA, TAKESHI;
KOJIMA, TAKESHI y
IRIE, HIROSHI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 715 106 T3

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

DESCRIPCIÓN

Lámina de acero aleado galvanizada por inmersión en caliente para su uso en estampación en caliente y método de fabricación de una parte de acero

5 La presente invención se refiere a una lámina de acero recocida y galvanizada por inmersión en caliente para estampación en caliente, un método de fabricación de una parte de acero y el uso de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente en estampación en caliente. La invención se refiere preferentemente a una lámina de
10 acero galvanizada por inmersión en caliente, para la estampación en caliente, que es favorablemente útil en el campo de productos formados en finas láminas de acero aplicados principalmente a carrocerías y un método de producción de una parte de acero en la que se usa esta lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente. En lo sucesivo en el presente documento, la parte de acero puede denominarse "producto estampado en caliente" o "parte".

15 En los últimos años, como una técnica capaz de conseguir una compatibilidad entre un aumento en la resistencia del acero y la conformación de la misma en una forma complicada, se ha sugerido una técnica de estampación en caliente, que es una técnica de prensar, a alta temperatura, una lámina de acero (una lámina de acero laminada en caliente o decapada obtenida sometiendo una lámina original a laminado en caliente o decapado; una lámina de
20 acero laminada en frío; o una lámina de acero galvanizada en la que cualquiera una de estas láminas de acero se usa como lámina de acero de base) para producir un producto de acero. La estampación en caliente se denomina, por ejemplo, conformación en caliente o prensado en caliente, y es un método de calentamiento de la lámina de acero a una alta temperatura no inferior al intervalo de temperatura (punto de transformación Ac) de austenita + ferrita y, a continuación, prensando la lámina de acero. De acuerdo con la estampación en caliente, se pueden obtener partes de vehículos que tienen cada una una forma complicada mientras que al mismo tiempo las partes
25 tienen una alta resistencia.

La bibliografía de patente 1 desvela una lámina de acero laminada en caliente y decapada o una lámina de acero laminada en frío como una lámina de acero útil en el método de estampación en caliente. Se desvela que elevando la proporción de Si en la lámina de acero laminada en caliente y decapada o lámina de acero laminada en frío al 0,7
30 % o más, se realiza una mejora en la resistencia de unión de una región soldada por puntos de la misma (la resistencia puede hacerse referencia como la "resistencia de soldadura de la región soldada por puntos"; lo mismo aplicará a lo siguiente). La bibliografía de patente 1 también desvela que cuando se controla de forma adecuada una relación entre Ti y N y se hace que B esté presente en un estado de solución sólida, la lámina de acero frena su deterioración en la conformabilidad en caliente mediante un aumento en la proporción de Si.

35 Cuando se produce una parte de vehículo mediante conformación por prensado, una lámina de acero laminada en caliente o decapada o una lámina de acero laminada en frío, como se ha descrito anteriormente, se usa como una lámina de acero para suministrarse a la conformación por prensado. Además, desde el punto de vista de mejora de resistencia a la corrosión, también se usa una lámina de acero galvanizada obtenida mediante la galvanización de
40 cualquiera una de estas láminas de acero. Las láminas de acero galvanizadas se clasifican a *grosso modo* principalmente en láminas de acero galvanizadas con zinc y láminas de acero chapadas con Al. Las láminas de acero galvanizadas con zinc se usan ampliamente, considerando la resistencia a la corrosión, entre otros.

45 El zinc, que constituye la capa de revestimiento de galvanización de las láminas de acero galvanizadas con zinc, tiene un punto de fusión de 419 °C y un punto de ebullición de 907 °C para volverse en una fase líquida o fase de gas en un intervalo de temperatura en el que la lámina de acero se estampa en caliente. En la etapa de estampación en caliente, generalmente, la lámina de acero se calienta en la atmósfera. Por lo tanto, zinc activo en el estado de fase líquida o fase de gas se oxida fácilmente de modo que se genera fácilmente óxido de zinc (película de óxido) en la superficie de la lámina de acero.

50 Se obtiene una parte de coche mediante la estampación en caliente de una lámina de acero y sometiendo el resultante a tratamiento químico o revestimiento por electrodeposición. Sin embargo, cuando se forma finamente óxido de zinc (película de óxido) sobre la superficie de una lámina de acero de base en la etapa de estampación en caliente, aparece tal problema que una película de revestimiento formada por el revestimiento se desconcha (la adhesión de la película de revestimiento se ve reducida).

60 Como método para evitar este problema, la bibliografía de patente 2 desvela la siguiente técnica: una técnica de mejora de la adhesión de la película de revestimiento formando una película de revestimiento de óxido que contiene Ti, Zr, Si o algún otro en un tratamiento químico después de la estampación en caliente. Sin embargo, tal tratamiento químico es desfavorable puesto que el tratamiento es distinto de los tratamientos de fosfato habituales de modo que necesita cambiarse un líquido para el tratamiento o se imponen otras restricciones sobre el proceso de producción. Adicionalmente, en la técnica de la bibliografía de patente 2, mediante el uso de dos hornos de calentamiento, se controla la temperatura de calentamiento en la etapa de estampación en caliente y, de este modo, se acorta el período de calentamiento. De este modo, el desarrollo de la película de óxido de zinc se controla. Aunque
65 en cualquier etapa de estampación en caliente se usa normalmente un horno de calentamiento, la técnica a la que se hace referencia en el presente documento requiere dos hornos de calentamiento para aumentar los costes para

instalaciones y en el proceso de producción. La lámina de acero de base que se desvela en la bibliografía de patente 2 tiene una concentración de Si del 0,5 % o inferior para tener el problema de no ganas una alta resistencia de soldadura en una región soldada por puntos de la misma.

5 La bibliografía de patente 3 desvela una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de alta resistencia con fosfatabilidad superior.

Bibliografía de patentes 1: documento JP 2007-169679 A

Bibliografía de patentes 2: documento JP 2007-56307 A

10 Bibliografía de patentes 3: documento EP 2 112 247 A1

En vista de la situación anteriormente mencionada, se ha realizado la presente invención. Un objeto de la misma es proporcionar una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente, para la estampación en caliente, que sea excelente en la siguiente propiedad en caso de usar, en una etapa de estampación en caliente, una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente que contiene 0,7 % o más de Si para que sea excelente en resistencia de unión de región soldada por puntos incluso cuando casi se imponen restricciones sobre la etapa de estampación en caliente: la adhesión de una película de revestimiento después de la etapa de estampación en caliente y revestimiento de la película de revestimiento. Otro objeto de la misma es proporcionar un método de fabricación de una parte de acero en la que se usa la lámina de acero galvanizada en caliente.

La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención para la estampación en caliente, que ha solucionado los problemas anteriores, comprende una lámina de acero de base de 0,10 a 0,5 % de C, de 0,7 a 2,5 % de Si, de 1,5 a 3 % de Mn y de 0,01 a 0,5 % de Al y, opcionalmente, al menos uno de los siguientes (a) a (e)

25 (a) más del 0 % y 0,005 % o menos de B,

(b) más del 0 % y 0,10 % o menos de Ti,

(c) más del 0 % y 2,5 % o menos en total de al menos un elemento de Cr y Mo,

(d) más del 0 % y 0,1 % o menos en total de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Nb, Zr y V y

30 (e) más del 0 % y 1 % o menos en total de al menos un elemento de Cu y Ni y

siendo el resto hierro e impurezas inevitables, en donde las impurezas inevitables contienen

0,02 % o menos de P,

35 0,01 % o menos de S y

0,001 % o más y 0,01 % o menos de N, y

una capa de revestimiento de galvanización que tiene una concentración de Mn de soluto del 0,20 % al 2,0 %; y tiene un peso de revestimiento de capa de revestimiento de galvanización de 30 a 75 g/m² y una concentración de oxígeno del 0,10 al 0,50 % en una interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base, los símbolos de "%" anteriormente mencionadas representando cada uno "% en masa". El peso de revestimiento de capa de revestimiento de galvanización denota el peso de revestimiento de capa de revestimiento de galvanización por superficie de la lámina de acero (lo mismo aplicará a lo siguiente).

La presente invención también incluye un método para fabricar una parte de acero, en donde se realiza la estampación en caliente como una temperatura de inicio de estampación de punto de Ms a 750 °C, usando la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente anteriormente mencionada.

La presente invención también incluye el uso de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente anteriormente mencionada en estampación en caliente.

De acuerdo con la presente invención, la concentración de Si en el acero es del 0,7 % o más. Por lo tanto, se puede proporcionar una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente para la estampación en caliente que sea excelente en resistencia de unión de su región soldada por puntos y que sea excelente en adhesión de la película de revestimiento después de que la lámina se haya sometido a estampación en caliente y revestimiento sin restringir la etapa de la estampación en caliente sustancialmente.

La Fig. 1A es un gráfico que muestra los resultados de una espectrometría de emisión óptica por descarga luminiscente (GD-OES) del Experimento n.º 3 en la Tabla 2 en Ejemplos.

La Fig. 1B es un gráfico que muestra los resultados de una espectrometría de emisión óptica por descarga luminiscente del Experimento n.º 9 en la Tabla 2 en Ejemplos.

Los inventores han repetidos investigaciones para obtener una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente sobre la cual se debe mejorar una región de soldadura por punto en resistencia de unión aumentando la proporción de Si en su lámina de acero de basa al 0,7 % o más y sobre la cual la adhesión de una película de revestimiento tiene que ser excelente después de que la lámina de acero se haya sometido a estampación en

caliente y revestimiento de la película de revestimiento. Como resultado, los inventores han encontrado que lo siguiente resulta muy eficaz:

- 5 (A) La concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización se aumenta.
- (B) El peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización se limita a un nivel predeterminado o inferior.
- (C) Los óxidos se limitan en una interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base (la concentración de oxígeno interfacial se limita a un nivel predeterminado o inferior).

10 En lo sucesivo en el presente documento, se realizará una descripción detallada sobre los requisitos (A) a (C) así como de las circunstancias que ha logrado la presente invención. La lámina de acero de base se refiere a una lámina de acero laminada en caliente o decapada o una lámina de acero laminada en frío. Lo mismo aplicará a lo siguiente.

15 Los inventores han examinado inicialmente las causas de deterioración de una lámina de acero galvanizada en la adhesión de una lámina de revestimiento después de que la lámina de acero se someta a estampación en caliente y revestimiento. Como resultado, los inventores han afirmado que las causas son las siguientes:

20 (A) Una cuestión de que en el momento del calentamiento de la lámina de acero galvanizada en la etapa de estampación en caliente, los siguientes son pobres en adhesión sobre la capa de revestimiento de galvanización: uno o más óxidos de capa superficial (uno o más óxidos simples u óxidos complejos de uno o más componentes en la lámina de acero de base o la capa de revestimiento de galvanización, tal como Si, Mn, Fe y/o Zn; lo mismo aplicará a lo siguiente) formados sobre/en la superficie frontal (la superficie en contacto con la atmósfera) de la capa de revestimiento de galvanización.

25 (ii) Una cuestión que, en particular, el desarrollo del/de los óxido(s) de capa superficial avanza, mediante el cual se generan vacíos entre el/los óxido(s) de capa superficial (la capa de óxido) y la capa de revestimiento de galvanización, de modo que los vacíos provocan una disminución adicional en la adhesión.

30 Por lo tanto, los inventores han realizado investigaciones más exhaustivas sobre un medio para limitar el desarrollo del/de los óxido(s) de capa superficial en el momento de calentamiento en la etapa de estampación en caliente y aumentando adicionalmente la adhesión entre el/los óxido(s) de capa superficial producido(s) y la capa de revestimiento de galvanización. Como resultado, los inventores han encontrado que: en el momento de calentamiento de la etapa de estampación en caliente, Mn que se ha disipado en una porción de capa superficial que está presente en el lado en contacto con la atmósfera de la capa de revestimiento de galvanización (en lo sucesivo

35 en el presente documento, la porción se puede denominar como una "porción de capa superficial de capa de revestimiento de galvanización") produce una ventaja de limitar el desarrollo del/de los óxido(s) de capa superficial (es decir, de producir óxido que contiene Mn), que es pequeña en velocidad de desarrollo, como un óxido de capa superficial); y además el Mn produce una ventaja de aumentar la adhesión entre el/los óxido(s) de capa superficial producidos) y la capa de revestimiento de galvanización, mejorando, de este modo, la adhesión de la película de revestimiento.

45 Adicionalmente, para realizar el efecto y ventajas de forma suficiente, en el momento de calentamiento en la etapa de estampación en caliente, Mn necesita estar presente en (o alcanzar) la porción de capa superficial de la capa de revestimiento de galvanización antes de que el/los óxido(s) de capa superficial se produzcan en una cantidad para grande para su desarrollo. Los inventores han encontrado, como un medio específico para la necesidad, que se hace que Mn esté de antemano presente en una proporción predeterminada o más en la capa de revestimiento de galvanización, tal se describe en el elemento (A).

50 Mn es un elemento contenido en la lámina de acero de base. Para provocar Mn en la lámina de acero de base para que alcance la proporción de capa superficial de capa de revestimiento de galvanización, es necesario prolongar el período de calentamiento. Sin embargo, si el período de calentamiento en la etapa de estampación en caliente se vuelve largo, se producen óxidos de capa superficial bajo en adhesión a la capa de revestimiento de galvanización que se desarrollan antes de que Mn en la lámina de acero de base alcance la proporción de capa superficial de la capa de revestimiento de galvanización. Tal como se ha descrito anteriormente, por lo tanto, resulta eficaz hacer que

55 Mn esté de antemano presente en una proporción predeterminada o más en la capa de revestimiento de galvanización y difundir el Mn en una gran proporción rápidamente en la porción de capa superficial de la capa de revestimiento de galvanización en el momento de calentamiento en la etapa de estampación en caliente.

60 Los inventores han investigado adicionalmente la concentración de Mn, en la capa de revestimiento de galvanización, para producir las ventajas. Como resultado, se ha comprendido que cuando la concentración de Mn (% en masa) se establece al 0,20 % o más, la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente puede obtener una adhesión excelente de la película de revestimiento. La concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización es preferentemente del 0,22 % o más, más preferentemente del 0,24 % o más, incluso más preferentemente del 0,30 % o más, incluso más preferentemente del 0,35 % o más. Teniendo en cuenta la

65 composición de componentes en la lámina de acero de base en la presente invención y condiciones de producción de la misma que se describirán a continuación, el límite superior de la concentración de Mn en la capa de

revestimiento de galvanización es de aproximadamente el 2,0 %.

Mn en la capa de revestimiento de galvanización está presente en un estado de solución sólida (en el estado de Mn de soluto) en la capa de revestimiento de galvanización. Esto se debe al efecto anteriormente mencionado y ventajas que se mostrarían no solo por Mn en el estado de un compuesto tal como un óxido, sino por el estado de Mn de soluto.

Para aumentar la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización tal como se ha descrito anteriormente, es recomendable controlar lo siguiente de forma adecuada, tal como se describirá a continuación: la concentración de Mn en el acero y las condiciones para reducir el recocido (la temperatura de recocido (temperatura de empapado) y período de recocido (período de empapado) en una atmósfera reductora) antes del galvanizado.

Para limitar el desarrollo del óxido de capa superficial, también es necesario (B) controlar el peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización en un nivel predeterminado o inferior, tal como se describirá a continuación.

En el momento del calentamiento en la etapa de estampación en caliente, se genera la oxidación anteriormente mencionada de la superficie de la capa de revestimiento de galvanización y se difunden componentes de aleación adicionales desde la lámina de acero de base a la capa de revestimiento de galvanización de modo que avanza la aleación de la capa de revestimiento de galvanización. Normalmente, según la aleación de la capa de revestimiento de galvanización avanza más, el punto de fusión de la capa de revestimiento de galvanización se vuelve superior. Por lo tanto, la licuefacción anteriormente mencionada de zinc (la producción de zinc fundido) se limite de modo que la producción de óxido de zinc (película de óxido) también se ve limitada. Sin embargo, cuando el peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización (peso de revestimiento de galvanización) se vuelve grande, los componentes de aleación no se difunden suficientemente desde la lámina de acero de base a la porción de capa superficial de la capa de revestimiento de galvanización, es decir, la aleación no avanza, de modo que se genera zin fundido en la porción de capa de superficie de capa de revestimiento de galvanización para provocar un problema que la producción de óxido de zinc (película de óxido) promueve.

Por lo tanto, en la presente invención, el peso de revestimiento de capa de revestimiento de galvanización se controla en una cantidad predeterminada o inferior para disminuir la cantidad de zinc fundido generado en la etapa de estampación en caliente, limitando, de este modo, la producción/desarrollo de cualquier óxido de capa superficial. Específicamente, el peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización se establece en 75 g/m^2 o inferior. El límite superior del peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización es preferentemente de 70 g/m^2 o menos, más preferentemente de 68 g/m^2 o menos, incluso más preferentemente de 65 g/m^2 o menos, incluso más preferentemente de 63 g/m^2 o menos, incluso más preferentemente de 60 g/m^2 o menos, incluso más preferentemente de 58 g/m^2 o menos, incluso más preferentemente de 55 g/m^2 o menos, lo más preferentemente de 50 g/m^2 o menos. Para limitar la producción/desarrollo del óxido de capa superficial, es más preferente que el peso de revestimiento de la capa galvanizada por inmersión en caliente sea inferior. Sin embargo, para hacer que la capa de revestimiento de galvanización muestra una resistencia a la corrosión excelente, que es un papel original de la capa de revestimiento de galvanización, el peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización es de 30 g/m^2 o más, más preferentemente de 35 g/m^2 o más, incluso más preferentemente de 40 g/m^2 o más, incluso más preferentemente de 45 g/m^2 o más.

Adicionalmente, para promover la difusión de los componentes de aleación desde la lámina de acero de base a la capa de revestimiento de galvanización, es recomendable (C) hacer que cualquier óxido que impida la difusión de los componentes de aleación (en lo sucesivo en el presente documento también denominado como cualquier "óxido interfacial) esté presente lo menos posible en la interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base. Para comprender la cantidad de óxido interfacial cuantitativamente en la presente invención, la concentración de oxígeno en la interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base (en lo sucesivo en el presente documento también denominado como la "concentración de oxígeno interfacial) se ha usado como un índice para evaluar la cantidad de óxido interfacial, tal como se ha analizado en los Ejemplos que se describirán a continuación. Como se mostrará en los Ejemplos, que se describirán a continuación, los inventores han encontrado que para que la lámina de acero puede asegurar una excelente adhesión de la lámina de revestimiento, es suficiente que la concentración de oxígeno interfacial (% en masa) se establezca al 0,50 % o menos. La concentración de oxígeno interfacial es preferentemente del 0,48 % o menos, más preferentemente del 0,46 % o menos. Des del punto de vista de producción y otros, el límite inferior de la concentración de oxígeno interfacial es de aproximadamente el 0,10 %. La concentración de oxígeno interfacial se analizará mediante un método descrito en los Ejemplos, que se describirá a continuación.

Para establecer la concentración de oxígeno interfacial al 0,50 % o menos, es recomendable controlar las condiciones de recocido de forma adecuada, tal como se describirá a continuación.

La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención tiene, sobre al menos una de las superficies de la lámina de acero, la capa de revestimiento de galvanización que tiene la estructura anteriormente mencionada.

Lo siguiente describirá la composición de componentes de la lámina de acero de base de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención. Sobre la composición de componentes de la lámina de acero original (lámina de acero de base) usada en la invención, lo siguiente se presupone que aumenta la resistencia de unión de su porción soldada por puntos: la proporción de Si se establece al 0,7 % o más. Además,

5 para establecer la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización a una proporción predeterminada o más, la composición de componentes se caracteriza por que la proporción de Mn en el acero se establece a un valor predeterminado o más, tal como se describirá a continuación.
[C: del 0,10 al 0,5 %]

10 C es un elemento que contribuye, como elemento de resistencia de soluto, a una mejora en la resistencia de la lámina de acero de estampación en caliente, es decir, una parte de acero de la misma. Para que la lámina de acero pueda obtener una alta resistencia deseada de 980 MPa o más mediante la estampación en caliente, la proporción de C se establece al 0,10 % o más. La proporción de C es preferentemente del 0,13 % o más, más preferentemente del 0,15 % o más, incluso más preferentemente del 0,17 % o más. Sin embargo, si la proporción de C se vuelve excesiva, el producto estampado en caliente disminuye en soldabilidad. Por lo tanto, la proporción de C se establece al 0,5 % o menos. La proporción de C es preferentemente del 0,40 % o menos, más preferentemente del 0,35 % o menos, incluso más preferentemente del 0,30 % o más.

[Si: del 0,7 al 2,5 %]

20 Si es un elemento que contribuye en una mejora en la resistencia de unión de la región soldada por punto del producto estampado en caliente. Si también tiene una ventaja de evitar la parte estampada en caliente de que se atempera en una etapa de enfriamiento lenta después de la estampación en caliente, manteniendo, de este modo, la resistencia de la parte. Adicionalmente, Si es un elemento para producir austenita retenida para contribuir también en una mejora de la parte en términos de ductilidad. Para hacer que la lámina de acero muestre estas ventajas eficazmente, la proporción de Si se establece al 0,7 % o más. La proporción de Si es preferentemente del 0,75 % o más, más preferentemente del 0,80 % o más, incluso más preferentemente del 0,90 % o más, incluso más preferentemente del 1,0 % o más. Sin embargo, si la proporción de Si se vuelve excesiva, el acero se vuelve demasiado alto en resistencia de modo que se aumenta una carga sobre encabezado cuando se produce la lámina de acero de base. Adicionalmente, se generan escalas que contienen SiO₂ sobre la superficie de la lámina de acero de base cuando el acero se lamina en caliente. Por lo tanto, después de galvanizarse, la lámina de acero se deteriora en la naturaleza superficial. Por lo tanto, la proporción de Si se establece al 2,5 % o menos. La proporción de Si es preferentemente del 2,3 % o menos, más preferentemente del 2,1 % o menos.

35 [Mn: del 1,5 al 3 %]

el Mn es un elemento necesario para establecer la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización a un valor predeterminado o más para hacer que la lámina de acero asegure una adhesión excelente de la película de revestimiento. Para establecer la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización al valor predeterminado o más, es necesario en la etapa de aleación en la producción de la lámina de acero galvanizada difundir Mn desde la lámina de acero de base a la capa de revestimiento de galvanización. Aumentando la proporción de Mn en la lámina de acero de base, la difusión de Mn se puede promover de modo que la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización puede aumentarse más eficazmente. Además, el Mn es un elemento útil para aumentar la capacidad de templado para limitar una alta resistencia del producto estampado en caliente de que varíe. Para hacer que el acero muestre estas ventajas suficientemente, la proporción de Mn se establece al 1,5 % o más. La proporción de Mn es preferentemente del 1,7 % o más, más preferentemente del 1,9 % o más, incluso más preferentemente del 2,1 % o más. Entretanto, si la proporción de Mn se vuelve excesiva, el acero se vuelve demasiado alto en resistencia de modo que se aumenta una carga sobre encabezado cuando se produce la lámina de acero de base. Por lo tanto, la proporción de Mn se establece al 3 % o menos. La proporción de Mn es preferentemente del 2,8 % o menos, más preferentemente del 2,5 % o menos.

[Al: del 0,01 al 0,5 %]

55 Al es un elemento necesario para la desoxidación. Por lo tanto, la proporción de Al se establece al 0,01 % o más. La proporción de Al es preferentemente del 0,03 % o más. Sin embargo, si la proporción de Al se vuelve excesiva, la ventaja se satura y alúmina adicional u otras inclusiones aumentan para deteriorar la trabajabilidad. Por lo tanto, la proporción de Al se establece al 0,5 % o menos. La proporción de Al es preferentemente del 0,3 % o menos.

60 La lámina de acero de base que constituye la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención para la estampación en caliente de la presente invención para la estampación en caliente contiene básicamente los componentes anteriormente mencionadas y, contiene, como el resto de la misma, hierro e impurezas inevitables. Las impurezas inevitables son, por ejemplo, P, S y N.

65 P es un elemento que produce un mal efecto en la resistencia de unión de la región soldada por puntos. Si la proporción de P es excesiva, P segrega en una superficie finalmente solidificada de perlas producidas por la soldadura por puntos, de modo que las perlas se vuelven quebradizas para reducir la resistencia de unión. Por

ES 2 715 106 T3

consiguiente, la proporción de P se establece al 0,02 % o menos. La proporción de P es más preferentemente del 0,015 % o menos.

5 De forma equivalente a P, S es un elemento que produce un mal efecto en la resistencia de unión de la región soldada por puntos. Si la proporción de S es excesiva, la descomposición de límites de grano en las perlas se ve promovida por la segregación de límite de granos en las perlas, de modo que la región soldada por puntos se ve reducida en resistencia de unión. Por consiguiente, la proporción de S se establece al 0,01 % o menos. La proporción de S es más preferentemente del 0,008 % o menos.

10 N se une a B para disminuir la proporción de B de soluto, proporcionando, de este modo, un mal efecto sobre la capacidad de templado. Si la proporción de N es excesiva, la cantidad de precipitación de un nitruro aumenta para producir un mal efecto sobre la dureza. Por lo tanto, la proporción de N se establece al 0,01 % o menos. La proporción es más preferentemente del 0,008 % o menos. Teniendo en cuenta los costes en la producción de acero, entre otros, la proporción de N es del 0,001 % o más.

15 Además de los componentes anteriormente mencionados, se pueden añadir a la presente invención adicionalmente elementos opcionales que se describen a continuación, según se requiera.

[B: más del 0 % y 0,005 % o menos]

20 B es un elemento para mejorar la capacidad de templado del acero. Para hacer que el acero muestre esta ventaja, es preferente incorporar B en una proporción del 0,0003 % o más. La proporción de B es más preferentemente del 0,0005 % o más, incluso más preferentemente del 0,0010 % o más. Entretanto, si la proporción de B es más del 0,005 %, se precipita un boruro grueso en el producto estampado en caliente de modo que el producto se ve deteriorado en dureza. Por lo tanto, la proporción de B se establece preferentemente al 0,005 % o menos. La proporción es preferentemente del 0,004 % o menos.

[Ti: más del 0 % y 0,10 % o menos]

30 Ti es un elemento que tiene un papel para fijar N para asegurar el efecto de templado basándose en B. Ti también tiene una ventaja de hacer la microestructura fina. Haciendo la microestructura fina, la parte de acero mejora en ductilidad. Para hacer que el acero muestre tales ventajas suficientemente, la proporción de Ti se establece preferentemente al 0,01 % o más. La proporción es más preferentemente del 0,02 % o más. Sin embargo, si la proporción de Ti es excesiva, la lámina de acero se deteriora en ductilidad. Por lo tanto, la proporción de Ti se establece preferentemente al 0,10 % o menos. La proporción es más preferentemente del 0,07 % o menos.

35 [Al menos un elemento de Cr y Mo: más del 0 % y 2,5 % o menos en total]

40 Cr y Mo son elementos eficaces para mejorar la lámina de acero de base en capacidad de templado. Cuando la lámina contiene estos elementos, es esperable que una variación en la dureza del producto estampado en caliente resultante se vea reducida. Estos elementos pueden usarse solos o en combinación de dos los dos. Para hacer que el acero muestre tales efectos eficazmente, la proporción total de estos elementos se establece preferentemente al 0,01 % o más. Cuando el acero contiene Cr o Mo solo, la proporción total es la proporción del elemento solo. Cuando los dos elementos se usan en combinación, la proporción total es la proporción del total de los dos. La proporción total es más preferentemente del 0,05 % o más, incluso más preferentemente del 0,10 % o más. Sin embargo, si la proporción total de estos elementos se vuelve excesiva, las ventajas se saturan y costes adicionales aumentan. Por lo tanto, el límite superior de los mismos se establece preferentemente al 2,5 % o menos. La proporción total es más preferentemente del 2,2 % o menos, incluso más preferentemente del 1,9 % o menos, incluso más preferentemente del 1,6 % o menos, incluso más preferentemente del 1 % o menos, incluso más preferentemente del 0,5 % o menos, lo más preferentemente del 0,3 % o menos.

50 [Al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Nb, Zr y V: más del 0 % y 0,1 % o menos en total]

55 Nb, Zr y V tiene una ventaja de hacer la microestructura fina y tienen una ventaja de mejorar la ductilidad de la parte mediante la microestructura hecha fina. Para hacer que el acero muestre tales ventajas eficazmente, la proporción total de estos elementos se establece preferentemente al 0,01 % o más. La proporción es más preferentemente del 0,02 % o más. Cuando el acero contiene Nb, Zr o V solo, la proporción total es la proporción del elemento solo. Cuando dos de los elementos se usan en combinación, la proporción total es la proporción del total de los dos elementos. Sin embargo, si la proporción total de estos elementos se vuelve excesiva, las ventajas se saturan y costes adicionales aumentan. Por lo tanto, el límite superior de los mismos se establece preferentemente al 0,1 % o menos. - El límite superior es más preferentemente del 0,05 % o menos.

[Al menos un elemento de Cu y Ni: más del 0 % y 1 % o menos en total]

65 Cu y Ni son elementos que se añaden opcionalmente cuando se desee para proporcionar una resistencia de destrucción retrasada al producto estampado en caliente. Estos elementos pueden usarse solos o en combinación

de dos los dos. Para hacer que el acero muestre tales efectos eficazmente, la proporción total de estos elementos se establece preferentemente al 0,01 % o más. Cuando el acero contiene Cu o Ni solo, la proporción total es la proporción del elemento solo. Cuando los dos elementos se usan en combinación, la proporción total es la proporción del total de los dos. La proporción total es más preferentemente del 0,05 % o más. Sin embargo, si la proporción de estos elementos se vuelve excesiva, el exceso provoca la generación de un defecto superficial cuando se produce la lámina de acero. Por lo tanto, el límite superior de los mismos se establece preferentemente al 1 % o menos. El límite superior es más preferentemente del 0,5 % o menos.

En la presente invención, el método de producción de la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente no se ve limitado. La lámina de acero galvanizada puede producirse mediante las siguientes etapas: colada de un acero de componentes predeterminados → calentamiento → laminado en caliente → decapado (→ laminado en frío opcional) → recocido → etapa de galvanización por inmersión en caliente → etapa de aleación. Para establecer la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización en el intervalo anteriormente mencionado, es preferente controlar lo siguiente de forma adecuada tal como se detallará a continuación: condiciones (la temperatura de recocido y el período de recocido) de recocido (tratamiento térmico en una atmósfera reductora) en la etapa de recocido.

En lo sucesivo en el presente documento, el método de producción se describirá junto el orden de las etapas.

Inicialmente, un acero que cumple los componentes anteriormente mencionaos se somete a colada y se calienta. Las condiciones para el calentamiento no están particularmente limitadas. Por lo tanto, se pueden adoptar de forma adecuada condiciones útiles normales. El calentamiento se realiza preferentemente a una temperatura de aproximadamente de 1100 a 1300 °C.

A continuación, el acero de laminada en caliente. Las condiciones para el laminado en caliente no están particularmente limitadas. Por lo tanto, se pueden adoptar de forma adecuada condiciones útiles normales. Aproximadamente, las condiciones son preferentemente las siguientes:

Temperatura de suministro finalista (TSF): de 800 a 950 °C

Temperatura de bobinado (TB): de 500 a 700 °C

El límite superior del grosor de la lámina de la lámina de acero (lámina de acero laminada en caliente) obtenida mediante el laminado en caliente es preferentemente de 3,5 mm o inferior. El espesor de la lámina es más preferentemente del 3,0 mm o inferior, más preferentemente de 2,5 mm o inferior.

Después del laminado en caliente, la lámina de acero de decapa para producir una lámina de acero laminada en caliente y decapada. En esta etapa de decapado, resulta suficiente para al menos dos escalas de laminado en caliente que se retiren por el decapado. Por ejemplo, en una bobina que se somete a una temperatura de alto bobinado después del laminado en caliente, se puede formar una capa de óxido de límite de granos basándose en un óxido de Si o Mn cerca de un interfaz entre las escalas de laminado en caliente y la lámina de acero de base. Sin embargo, el resto de la capa de óxido de límite de grano no produce ningún mal efecto sobre la capacidad de galvanización, que proporciona, por ejemplo, zonas desnudas. Por lo tanto, no es necesariamente esencial retirar la capa de óxido de límite de grano en la etapa de acidez. Sin embargo, es preferente desde el punto de vista de estabilización de propiedades de la superficie, como el aspecto externo y rugosidad, retirar la capa de óxido de límite de grano lo máximo posible. Un método de decapado útil normalmente para retirar una capa de óxido de límite de grano se puede adoptar de forma adecuada. Es preferente realizar el decapado durante de 20 a 300 segundos, usando, por ejemplo, ácido clorhídrico calentado a 80 a 90 °C. En este momento, es preferente añadir, al ácido clorhídrico, un promotor de decapado (por ejemplo, un compuesto que tenga un grupo mercapto) o un inhibidor (por ejemplo, un compuesto de amina orgánica) en una cantidad adecuada.

Un grosor preferente de la lámina de acero laminada en caliente y decapada obtenida de este modo también es sustancialmente igual al de la lámina de acero laminada en caliente anteriormente mencionada.

Después del decapado, la lámina de acero se puede laminar en frío opcionalmente para producir una lámina de acero laminada en frío. La lámina de acero galvanizada de la presente invención es favorablemente útil en miembros de vehículos, en particular, para fabricar vehículos ligeros. Por lo tanto, su lámina de acero de base es preferentemente una lámina de acero laminada en frío desde el punto de vista de la precisión de dimensión y planitud de la misma.

La reducción de laminado en frío se controla preferentemente en un intervalo de aproximadamente el 20 a 70 %, teniendo en cuenta la productividad en fábricas, entre otros. El límite superior del grosor de la lámina de la lámina de acero laminada en frío obtenida de este modo es preferentemente de 2,5 mm o inferior. El espesor de la lámina es más preferentemente del 2,0 mm o inferior, incluso más preferentemente del 1,8 mm o inferior.

A continuación, la lámina de acero laminada en caliente y decapada o lámina de acero laminada en frío obtenida tal como se ha descrito anteriormente (en lo sucesivo en el presente documento la lámina puede representarse

mediante la lámina de acero de base de la misma) se suministra en una etapa de galvanización continua de un modo de horno reductor. En general, una etapa realizada en una línea de galvanización por inmersión en caliente de un modo de horno reductor se divide en una etapa de pretratamiento, una etapa de recocido y una etapa de galvanización (incluido un tratamiento de aleación). La etapa de recocido de la línea de galvanización por inmersión en caliente está compuesta normalmente de un horno reductor y una zona de enfriamiento. En la presente invención, es preferente controlar las condiciones para el recocido en el horno reductor (la temperatura de tratamiento término y período en una atmósfera reductora) de forma adecuada, tal como se describirá a continuación. Por supuesto, el método en la presente invención no se limita a la realización anteriormente mencionada. Por lo tanto, la línea de galvanización por inmersión en caliente puede llevarse a cabo mediante una línea de recocido continua de un modo de horno no oxidante. En lo sucesivo en el presente documento, la etapa de galvanización se describirá basándose en la realización referida en el presente documento.

En primer lugar, la lámina de acero de base se somete a pretratamiento. El pretratamiento es un tratamiento que se lleva a cabo normalmente para retirar aceite (aceite y grasa) y suciedad sobre la superficie de la lámina de acero. Este tratamiento se lleva a cabo típicamente mediante desengrasado alcalino. Un alcalino usado en el desengrasado alcalino no queda particularmente limitado siempre que el alcalino sea un alcalino capaz de retirar aceite y grasa y otras como un jabón soluble en agua. El alcalino es preferentemente, por ejemplo, hidróxido de sodio o un silicato. Con el fin de mejorar el rendimiento de desengrasado, se puede llevar a cabo lo siguiente: limpieza electrolítica, tratamiento de purificación y/o un tratamiento de adición de agente de superficie/refuerzo. En la presente invención, el método para el pretratamiento no queda particularmente limitado siempre y cuando el método consiga un desengrasado adecuado de la superficie de la lámina de acero. Por lo tanto, se pueden combinar dos o más de los tratamientos anteriormente mencionado entre sí según se considere. Cuando se lleva a cabo el desengrasado alcalino como pretratamiento, la lámina de acero se aclara en caliente para retirar el líquido de desengrasado que se adhiere sobre la lámina de acero y, a continuación, se seca con, por ejemplo, un secador.

A continuación, la lámina de acero de base pretratada se pone en un horno reductor y se recuece en un horno reductor (tratada térmicamente en una atmósfera reductora). Sobre las condiciones para el recocido en este momento, es preferente que el período de residencia (denominado también como el período de recocido o "período de empapado") en el intervalo (referido también como la temperatura de recocido o "temperatura de empapado") de 500 a 700° se establezca en un intervalo de 30 a 270 segundos. El tratamiento de recocido en este intervalo de temperatura también se denomina el tratamiento de empapado. El valor de límite inferior de la temperatura de recocido es más preferentemente 530 °C o superior, incluso más preferentemente 560 °C o superior, incluso más preferentemente 600 °C o superior. El valor de límite superior de la temperatura de recocido es más preferentemente 680 °C o inferior, más preferentemente 660 °C o inferior. El valor de límite inferior del período de recocido es más preferentemente de 60 segundos o más, incluso más preferentemente de 90 segundos o más. El valor de límite superior del período de recocido es más preferentemente de 240 segundos o menos, incluso más preferentemente de 210 segundos o menos. Desde el punto de vista de ahorros energéticos, antes de introducirse en el horno reductor, la lámina de acero pretratada puede precalentarse en un horno de precalentamiento que tiene una atmósfera reductora que tiene un gas de escape. Las condiciones para el precalentamiento en este momento no quedan particularmente limitados siempre y cuando las condiciones sean aquellas para la atmósfera reductora.

Las condiciones de recocido se han decidido mediante muchos experimentos básicos desde el punto de vista (1) que en esta etapa de recocido Si o Mn se concentran en la superficie de la lámina de acero de base para limitar la producción de cualquier óxido a base de Si u óxido a base de Mn (óxido interfacial), de modo que la difusión de Mn se ve promovida desde la lámina de acero de base hasta la capa de revestimiento de galvanización en una etapa de tratamiento de aleación que se describirá a continuación para aumentar la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización; y el punto de vista (2) que la concentración de Si (la producción del óxido a base de Si) en la superficie de la lámina de acero de base se limita para reducir un óxido a base de Fe muy fino sobre la superficie de la lámina de acero de base, de modo que se pierden las zonas desnudas.

Desde el punto de vista (1), si la temperatura de recocido es demasiado alta sobre el límite superior de la misma, o el período de recocido es demasiado largo, se producen fácilmente un óxido a base de Si y un óxido a base de Mn sobre la superficie de la lámina de acero de base. Cuando estos óxidos están presentes entre la lámina de acero de base y la capa de revestimiento de galvanización, la difusión de Mn desde la lámina de acero de base hasta la capa de revestimiento de galvanización se interrumpe en la etapa de aleación. Como resultado, es complicado mantener la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización a un nivel predeterminado o más. Además, incluso cuando el óxido a base de Mn se lleva a la capa de revestimiento de galvanización en la etapa de galvanización, la recepción no contribuye a ninguna mejora en la adhesión anteriormente mencionada de la película de revestimiento de la estampación en caliente, tal como se describió anteriormente.

Se puede concluir lo siguiente desde el punto de vista (2): Si el límite superior/inferior de la temperatura de recocido y el límite superior/el límite inferior del período de recocido se encuentra cada uno fuera del intervalo anteriormente mencionado, se generan zonas desnudas. En particular, si la temperatura de recocido es demasiado alta o el período de recocido es demasiado prolongado, se produce fácilmente un óxido a base de Si sobre la superficie de modo que se generan fácilmente zonas desnudas. Entretanto, si la temperatura de recocido es demasiado baja o el período de recocido es demasiado corto, un óxido a base de Fe permanece fácilmente de modo que se generan fácilmente zonas desnudas, también. Específicamente, para no generar ninguna zona desnuda, es preferente

controlar las condiciones de recocido de forma adecuada en luz de un equilibrio entre la temperatura y el período en el momento de recocido. Por ejemplo, cuando la temperatura de recocido es alta, el período de recocido puede hacerse corto. Entretanto, cuando la temperatura de recocido es baja, el período de recocido puede hacerse largo.

- 5 Para aumentar la concentración de Mn fácilmente en la capa de revestimiento de galvanización, es preferente hacer la temperatura de recocido inferior dentro del intervalo anteriormente mencionado (de 500 a 700 °C). Por ejemplo, la temperatura de recocido se establece preferentemente en el intervalo de 500 a 650 °C. La temperatura es más preferentemente de 500 a 600 °C. Cuando la temperatura de recocido se hace inferior de este modo, es preferente prolongar el período de calentamiento. El período de recocido se establece preferentemente, por ejemplo, a 45 segundos o más tiempo. El período es más preferentemente de 60 segundos o más.

15 En un caso que se lleva a cabo como en la presente invención, un acero que contiene Si en una gran proporción se galvaniza, en general, aparte del caso de ser usado para la estampación en caliente, el siguiente método se adopta, en general, para evitar la generación de zonas desnudas: por ejemplo, un método de pregalvanización de la lámina de acero antes de la etapa de recocido; o un método redox de oxidar la lámina de acero antes del recocido reductor en el horno reductor. En la presente invención, sin embargo, estos métodos son innecesarios puesto que la galvanización se lleva a cabo después de que se lleve a cabo un recocido reductor adecuado, tal como se detallará a continuación. El método para la pregalvanización da como resultado un aumento en costes debido a una introducción de instalaciones especiales. Cuando se produce una capa de revestimiento de galvanización mediante el método redox, se detecta un elemento fácilmente oxidable tal como Mn en la capa de revestimiento de galvanización (Experimentos n.º 9 y 10 en los Ejemplos, que se describirán a continuación). Sin embargo, el Mn detectado no sería Mn de soluto, que contribuye a una mejora en la adhesión de la película de revestimiento, sino Mn que produce un óxido a base de Mn. El óxido a base de Mn permanece fácilmente como óxido interfacial. El óxido interfacial interrumpe la difusión de Mn desde la lámina de acero de base hasta la capa de revestimiento de galvanización en el tratamiento de aleación. Por lo tanto, el óxido a base de Mn no es preferente para una excelente adhesión de la película de revestimiento a la lámina de acero galvanizado.

20 La atmósfera y el punto de rocío en el momento de reducción no están particularmente limitados siempre y cuando estos estén dentro de un intervalo que no permita la generación de ninguna zona desnuda. Por ejemplo, es preferente usar un gas mezclado de H₂-N₂, establecer la concentración de H₂ en el intervalo del 1 al 30 % y establecer el punto de rocío en el intervalo de -10 a -60 °C. El intervalo de punto de rocío es preferentemente de -30 a -60 °C, más preferentemente de -35 a -60 °C, incluso más preferentemente de -40 a -60 °C, incluso más preferentemente de -45 a 60 °C. Específicamente, es recomendable controlar el período de recocido de forma adecuada en luz de la relación anteriormente mencionada entre la temperatura y el período en el momento de recocido.

30 A continuación, la lámina de acero de base sacada del horno reductor se engría en la zona de enfriamiento. La zona de enfriamiento está compuesta normalmente de una zona de enfriamiento lento, una zona de enfriamiento rápido y una zona de ajuste (también denominada una zona de retención). Es suficiente para el método de enfriamiento que se lleve en condiciones normalmente útiles para no generar ninguna zona desnuda. El método es, por ejemplo, un método de soplar gas para una atmósfera reductora sobre la lámina de acero para enfriar la lámina de acero.

45 La etapa de recocido continua se lleva a cabo de este modo y, posteriormente, las superficies frontales y traseras de la lámina de acero se galvanizan. De forma detallada, la lámina de acero se somete a una etapa de galvanización por inmersión en caliente (incluida una etapa de tratamiento de aleación) para formar una capa galvanizada por inmersión en caliente.

50 La etapa de galvanización por inmersión en caliente no queda particularmente limitada. Por lo tanto, se puede adoptar un método normalmente útil. Por ejemplo, es suficiente para la temperatura de un baño de galvanización por inmersión en caliente que se controle, de este modo, en el intervalo de aproximadamente 430 a 500 °C. En la presente invención, el peso de revestimiento del galvanizado por inmersión en caliente es de 75 g/m² o inferior. El peso de revestimiento de la galvanización se puede ajustar mediante limpieza con gas o cualquier otro método.

55 La etapa de aleación no queda particularmente limitada, tampoco. Por lo tanto, se puede adoptar un método normalmente útil. Por ejemplo, es suficiente para la temperatura de aleación que se controle en el intervalo de aproximadamente 500 a 700 °C. Para promover la aleación que aumente la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización, la temperatura de aleación se establece preferentemente a 560 °C o superior. La temperatura es más preferentemente de 600 °C o superior, incluso más preferentemente 650 °C o superior.

60 La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente obtenida de este modo se usa de forma adecuada como una lámina de acero para la estampación en caliente.

65 La presente invención también incluye un método para fabricar una parte de acero que es caracteriza por llevar a cabo estampación en caliente, usando la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente. Una etapa para la estampación en caliente no está particularmente limitada. Por lo tanto, se puede adoptar un método normalmente útil. La etapa de estampación en caliente incluye una etapa de calentamiento, una etapa de estampación y una

ES 2 715 106 T3

etapa de enfriamiento. Para obtener la parte de acero con buenas propiedades, es preferente adoptar las condiciones que se describen a continuación en cada una de las etapas.

[Etapas de calentamiento]

5 En la etapa de calentamiento, se calienta la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente. La temperatura de calentamiento se establece preferentemente en el punto Ac_1 o superior. La temperatura de calentamiento es más preferentemente {el punto Ac_1 + (el punto Ac_3 - el punto Ac_1)/4} °C o superior, incluso más preferentemente {el punto Ac_1 + (el punto Ac_3 - el punto Ac_1)/2} °C o superior, incluso más preferentemente {el punto Ac_1 + (el punto Ac_3 - el punto Ac_1 x 3/4)} °C o superior. El límite superior de la temperatura de calentamiento es preferentemente (el punto Ac_3 + 180) °C o inferior, más preferentemente (el punto Ac_3 + 150) °C o inferior. La restricción de la temperatura de calentamiento hace posible limitar la microestructura que constituye la parte de acero de que se vuelva áspera para aumentar la ductilidad y flexibilidad. La temperatura de calentamiento puede establecerse a una temperatura inferior al punto de Ac_3 .

15 El punto Ac_1 , el punto Ac_3 y el punto Ms que se describirán a continuación se calculan de acuerdo con las fórmulas (1), (2) y (3) que se describen en "The Physical Metallurgy of Steels, Leslie" (publicado por Maruzen Corp. el 31 de mayo de 1985; pág. 273) y que se muestran a continuación. En las fórmulas (1) a (3), cada par de paréntesis [] representa el contenido en porcentaje (% en masa) de un elemento dentro de estos. Es suficiente para el contenido en porcentaje de un elemento que no esté contenido en la lámina de acero para establecerse al 0 % en masa para hacer un cálculo.

$$\text{El punto } Ac_1 \text{ (}^\circ\text{C)} = 723 - 10,7 \times [\text{Mn}] - 16,9 \times [\text{Ni}] + 29,1 \times [\text{Si}] + 16,9 \times [\text{Cr}] \quad (1)$$

$$25 \quad \text{El punto } Ac_3 \text{ (}^\circ\text{C)} = 910 - 203 \times ([\text{C}]^{0,5}) - 15,2 \times [\text{Ni}] + 44,7 \times [\text{Si}] + 31,5 \times [\text{Mo}] - 30 \times [\text{Mn}] - 11 \times [\text{Cr}] - 20 \times [\text{Cu}] + 700 \times [\text{P}] + 400 \times [\text{Al}] + 400 \times [\text{Ti}] \quad (2)$$

$$\text{El punto } Ms \text{ (}^\circ\text{C)} = 561 - 474 \times [\text{C}] - 33 \times [\text{Mn}] - 17 \times [\text{Ni}] - 17 \times [\text{Cr}] - 21 \times [\text{Mo}] \quad (3)$$

30 En la etapa de calentamiento, la temperatura de la lámina de acero no necesita medirse constantemente. Cuando la temperatura de la lámina de acero se mide en un ensayo preliminar y las condiciones para el control de temperatura son controlables, la temperatura puede no medirse cuando se fabrica el producto. La tasa de elevación de temperatura hasta la temperatura más alta en el momento de calentamiento no queda particularmente limitada. Un método para el calentamiento, se puede adoptar el siguiente: calentamiento de horno, calentamiento de conducción eléctrica, calentamiento por inducción o cualquier otro.

35 Después de que la temperatura de la lámina de acero alcance la temperatura de calentamiento anteriormente mencionada, el límite inferior del período para mantener la temperatura de calentamiento no queda particularmente limitado. El límite inferior se establece del siguiente modo: por ejemplo, 15 segundos o más tiempo, más preferentemente de 30 segundos o más, incluso más preferentemente de 60 segundos o más. Entretanto, el límite superior del período de retención es más preferentemente de 30 minutos o menos, más preferentemente de 15 minutos o menos, incluso más preferentemente 7 minutos o menos para hacer que el desarrollo de granos de austenita se limite para mejorar su calibrado en la conformación en caliente y la rugosidad y otras propiedades de la parte conformada. Para hacer que la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente garantice una mejor adhesión de la película de revestimiento, el período de retención es incluso más preferentemente de 6 minutos o menos, más preferentemente de 5 minutos o menos.

50 La atmósfera de calentamiento no queda particularmente limitada siempre y cuando la atmósfera permita condiciones en las que la capa de revestimiento de galvanización no se encienda. Cuando se forma una película de óxido sobre la superficie de la capa de revestimiento de galvanización, se puede limitar el encendido. Por lo tanto, la atmósfera de calentamiento es, preferentemente, por ejemplo, la atmósfera de aire. Sin embargo, incluso cuando se usa una atmósfera oxidante o atmósfera reductora, no se provoca ningún problema siempre y cuando la atmósfera permita las condiciones en las que la superficie esté revestida con una película de óxido.

55 [Etapas de estampación]

60 En la etapa de estampación, la lámina de acero calentada en la etapa de calentamiento se estampa (conforma por prensado). La temperatura del inicio de la estampación (prensado en caliente) es el punto Ms de 750 °C. Mediante el establecimiento de esta temperatura en un intervalo desde el punto de Ms hasta el punto de calentamiento anteriormente mencionado ambos incluidos, se consigue el trabajo fácilmente y se puede reducir suficientemente una carga adicional en el tiempo de estampado (carga de conformación de conformación por presión). La temperatura de inicio de estampado es más preferentemente de 450 °C o superior, incluso más preferentemente 500 °C o superior. La temperatura de inicio de estampado es preferentemente de 700 °C o inferior, más preferentemente de 650 °C o inferior.

65 [Etapas de enfriamiento]

- En la etapa de enfriamiento, la lámina de acero calentada en la etapa de calentamiento se enfría. Modos en el enfriamiento en esta etapa incluyen enfriamiento natural. Por lo tanto, el enfriamiento de la lámina de acero se inicia justo después de la etapa de calentamiento. El método de enfriamiento no está particularmente limitado. Ejemplos de los mismos incluyen un método de enfriamiento que usa agua, aceite, bruma i algún otro; un método de retener la lámina de acero estampada en la herramienta de estampación, enfriando, de este modo, la lámina de acero mediante esta herramienta; y una combinación de estos métodos.
- En la etapa de enfriamiento, la tasa de enfriamiento no queda particularmente limitada. Por ejemplo, en un intervalo de temperatura desde la temperatura de calentamiento anteriormente mencionada hasta el punto de Ms, la tasa de enfriamiento promedia puede establecerse a 2 °C/segundos o más. La tasa de enfriamiento promedio es más preferentemente de 5 °C/segundos o más, incluso más preferentemente de 7 °C/segundo o más. La tasa de enfriamiento promedia es preferentemente de 70 °C/segundos o menos, más preferentemente de 60 °C/segundo o menos, incluso más preferentemente de 50 °C/segundo o menos.
- En un ejemplo de la etapa de estampación en caliente, por ejemplo, se usa un método en el que la lámina de acero se calienta al punto de transformación de Ac₃ o superior para convertirla en austenita y, entonces, la conformación o formación de la lámina de acero se acaba (en el momento en el que la herramienta alcanza la posición de punto muerto inferior) a una temperatura de aproximadamente 550 °C o superior.
- Normalmente, en la etapa de estampación en caliente, la totalidad de la lámina de acero se somete a endurecimiento de templado. Sin embargo, solo su región parcial puede someterse a endurecimiento de templado limitando su región para el calentamiento o región que se pone en contacto con la herramienta con la región parcial de la lámina de acero.
- Cuando la lámina de acero de la presente invención se usa para fabricar una parte de acero (preferentemente para fabricar una parte de acero en las condiciones anteriormente mencionadas) mediante estampación en caliente, no se genera fácilmente una adhesión de zinc sobre la herramienta mediante zinc fundido que permanece en su capa de revestimiento de galvanización, de modo que se pueden reducir los costes para gestionar la herramienta. Además, no se genera fragilización por metal líquido (LME), tampoco, para proporcionar una parte de acero en estabilidad de calidad. La parte de acero resultante es útil para, por ejemplo, vehículos.

Ejemplos

- En lo sucesivo en el presente documento, la presente invención se describirá específicamente a modo de ejemplos prácticos de la misma. Sin embargo, la invención no se limita mediante los ejemplos. Por supuesto, los ejemplos pueden modificarse de forma adecuada y llevarse a cabo siempre y cuando los ejemplos modificados conformen las materias objetos de los mismos que se han descrito anteriormente o que se describirán a continuación en el presente documento. Los ejemplos modificados se incluyen cada uno en el alcance técnico de la invención.
- Una placa de acero que tiene cada composición de componente químico que se muestra en la Tabla 1 se calentó a 1.200 °C y, a continuación, se sometió a "laminado en caliente [laminación de suministro final → bobinado] de acuerdo con un método descrito en la Tabla 1 → tratamiento de desescalado basado en etapa de decapado → bobinado en frío" para proporcionar una lámina de acero lamina en frío como una lámina de acero original. En la Tabla 1, se representan la temperatura de suministro final y la temperatura de bobinado mediante TSF y TB, respectivamente.

La composición de la Lámina de Acero Original n.º C no se encuentra dentro del alcance de la presente invención

[Tabla 1]

Lámina de acero original n.º	Composición de componente (el resto: hierro e impurezas inevitables) de la lámina de acero original (lámina de acero de base) (unidad: "% en masa" sobre cualquier elemento distinto a B y "ppm en masa" sobre B)														Laminado en caliente			Laminado en frío	Después de la estampación en caliente			
	C	Si	Mn	P	S	N	Al	B	Ti	Cr	Mo	Nb	Zr	V	Cu	Ni	TSF °C	TB °C	Grosor mm	Grosor mm	Resistencia a la tracción	Resistencia de soldadura
A	0,22	1,15	2,2	0,01	0,0009	0,0036	0,043	21	0,025	-	-	-	-	-	-	-	920	650	2,3	1,4	O	O
B	0,23	1,12	1,2	0,01	0,0010	0,0039	0,040	20	0,031	0,2	-	-	-	-	-	-	880	500	2,3	1,4	O	O
C	0,215	0,04	1,21	0,008	0,0006	0,0041	0,042	38	0,038	0,25	-	-	-	-	0,01	-	880	600	2,6	1,4	O	x
D	0,10	1,80	2,1	0,01	0,0030	0,0039	0,036	-	0,060	0,2	-	-	-	-	-	-	880	600	2,6	1,4	O	O
E	0,21	1,10	2,2	0,01	0,0009	0,0046	0,045	10	G021	0,1	-	0,01	-	-	-	-	920	850	2,3	1,4	O	O
F	0,22	1,20	2,5	0,01	0,0009	0,0041	0,037	20	0,012	0,1	-	-	0,01	-	-	-	920	650	2,3	1,4	O	O
G	0,30	1,10	2,3	0,01	0,0009	0,0040	0,041	15	0,015	0,1	-	-	-	0,01	-	-	920	650	2,3	1,4	O	O
H	0,20	1,00	2,4	0,01	0,0009	0,0042	0,040	18	0,022	0,1	-	-	-	-	0,04	-	920	650	2,3	1,4	O	O
I	0,25	1,20	2,1	0,01	0,0009	0,0043	0,042	11	0,018	0,1	-	-	-	-	-	0,03	920	650	2,3	1,4	O	O
J	0,24	1,10	1,9	0,01	0,0009	0,0043	0,043	20	0,019	0,1	0,01	-	-	-	-	-	920	650	2,3	1,4	O	O
K	0,17	1,35	2,2	0,01	0,0010	0,0044	0,040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900	600	2,3	1,4	O	O

5 Cada una de las láminas de acero laminadas en frío obtenidas de este modo se usó y se midió sobre elementos individuales que se describen a continuación.

La medición de la resistencia a la tracción después de que la lámina de acero se hubiera estampado en caliente:

10 La lámina de acero laminada en frío se cortó para proporcionar un ensayo en blanco en forma de tiras (longitud: 30 mm y anchura: 210 mm). El ensayo en blanco se usó y sometió a un patrón caliente que simulaba la estampación en

caliente, del siguiente modo:

En primer lugar, el ensayo en blanco se recoció en una atmósfera reductora de H_2/N_2 al 5 % que tenía un punto de rocío de -45 °C a 600 °C durante 90 segundos, que simuló el recocido antes de la galvanización y, a continuación, se enfrió a temperatura ambiente. Posteriormente, el ensayo en blanco se puso de nuevo en un horno de calentamiento, la temperatura del cual se mantuvo a 930 °C en la atmósfera de aire y permaneció dentro de este durante 4 minutos. El ensayo en blanco se calentó para volver a la temperatura de una porción superficial del centro del ensayo en blanco (una porción superficial del centro de la lámina) a 930 °C . A continuación, el ensayo en blanco se extrajo de horno de calentamiento y se enfrió inmediatamente con agua.

Se cortó una pieza de ensayo JIS-#5 del ensayo en blanco sometido al experimento que simulaba la estampación en caliente y se sometió a un ensayo de tracción mediante un método descrito en el documento JIS Z 2201 para medir la resistencia a la tracción de la lámina de acero estampada en caliente. En este ensayo de tracción, la velocidad de tracción se estableció a 10 mm/min . Cuando la resistencia a la tracción de la lámina de acero estampada en caliente fue de 980 MPa o más, la lámina de acero se consideró que era aceptable (○); o cuando la resistencia a la tracción fue inferior a 980 MPa , la lámina de acero se consideró que era inaceptable (×).

La medición de la resistencia a la soldadura después de que la lámina de acero se hubiera estampado en caliente:

El mismo ensayo en blanco que se sometió al experimento de simulación de estampación en caliente se sometió a un ensayo de soldadura por puntos que se describe a continuación. Se midió su región unida sobre la resistencia del mismo (carga de rotura de unión cruzada; la resistencia de soldadura de la región soldada por puntos). La corriente de soldadura se ajustó para establecer el diámetro de la perla a $4 \times \sqrt{t}$ (t: grosor de lámina). Cuando la resistencia de soldadura fue de $3,0\text{ kN}$ o más, la lámina de acero se consideró que era aceptable (○); o cuando la resistencia de soldadura fue inferior a $3,0\text{ kN}$, la lámina de acero se consideró que era inaceptable (×).

Condiciones de la pieza de ensayo: pieza de ensayo para tensión cruzada (de acuerdo con JIS Z 3137)

Soldador: soldador por puntos AC de fase única

Electrodos: un tipo de radio de cúpula que tiene un diámetro de punto de 6 mm

Fuerza de presurización: 4 kN

Período de presurización inicial: 60 ciclos

Período de conducción eléctrica: 10 ciclos (frecuencia de fuente de energía: 60 Hz)

Producción de cada lámina de acero galvanizada:

A continuación, cada una de las láminas de acero laminadas en frío resultante (las láminas de acero originales individuales que se muestran en la Tabla 1) se cortó para proporcionar una pieza de ensayo de $100\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ de tamaño. Esta pieza de ensayo se sometió a desengrasado electrolítico en un 3 % de ortosilicato de sodio de 60 °C de temperatura a 20 A durante 20 segundos y, a continuación, se lavó con agua corriente durante 5 segundos. En un simulador de galvanización, la pieza de ensayo desengrasada con alcalino de este modo se usó y recoció en una atmósfera reductora de H_2/N_2 al 5 % en un punto de rocío de -45 °C en condiciones (un período de empapado y una temperatura de empapado) que se describen en la Tabla 2 y, a continuación, se enfrió desde la temperatura de empapado en la Tabla 2 a 460 °C a una tasa de enfriamiento promedio de 5 a 15 °C/segundo . A continuación, el resultante se galvanizó en un baño de galvanización de zinc (temperatura de baño: 460 °C) compuesto de $0,13\%$ de Al y Zn como el resto y, a continuación, se limpió. A continuación, el acero se sometió a tratamiento de aleación en las condiciones descritas en la Tabla 2 para proporcionar una lámina de acero galvánica por inmersión en caliente. En lo sucesivo en el presente documento, la lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente puede denominarse simplemente como la "lámina de acero recocida y galvanizada".

En la Tabla 2, en los experimentos 9 y 10, el recocido se llevó a cabo mediante un método redox. Sobre las condiciones para la producción que incluye este método, la relación de aire-fuel se estableció en el intervalo de $0,9$ a $1,4$ en una zona de oxidación. En una zona reductora, la lámina de acero se redujo y empapó a 800 a 900 °C en una atmósfera que contenía hidrógeno y nitrógeno y que tenía un punto de rocío de -30 a -60 °C y, a continuación, se enfrió a 460 °C a una tasa de enfriamiento promedio de 5 a 15 °C/segundo . La lámina de acero se galvanizó, a continuación, en un baño de galvanización de zinc (concentración de Al: del $0,05$ al $0,2\%$ y temperatura de baño: de 450 a 470 °C), se limpió y, a continuación, se sometió a tratamiento de aleación en condiciones que se muestran en la Tabla 2.

Cada una de las láminas de acero galvanizadas por inmersión en caliente se usó para realizar las evaluaciones que se describen a continuación.

Medición del peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización:

La lámina de acero recocida y galvanizada se sumergió en una solución en la que se añadió hexametilentetramina al 18 % de ácido clorhídrico para disolver solo la capa de revestimiento de galvanización. Desde un cambio en la masa antes y después de la disolución, el peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización se calculó.

Medición de la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización:

La composición de componentes (en particular, concentración de Mn) en la capa de revestimiento de galvanización de cada una de las láminas de acero recocidas y galvanizadas por inmersión en caliente resultantes se analizó del siguiente modo: la lámina de acero recocida y galvanizada se sumergió en una solución en la que se añadió hexametilentetramina al 18 % de ácido clorhídrico para disolver solo la capa de revestimiento de galvanización. La solución resultante se analizó mediante análisis espectroquímico de emisión con plasma acoplado inductivamente (ICP) (una máquina usada para tal: ICPS-7510, fabricada por Shimadzu Corp.) para obtener la concentración de Mn en la capa de revestimiento de galvanización.

Medición de la concentración de oxígeno en la interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base de cada una de las láminas de acero recocidas y galvanizadas:

Se midió la concentración de oxígeno en la interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base de cada una de las láminas de acero recocidas y galvanizadas por inmersión en caliente, usando una máquina GD-OES (GDA 750, fabricada por Spectrum Analytik GmbH). De forma detallada, en este método de análisis, en una lámina de acero, perfiles de concentración respectivos de Zn, Fe y O se obtuvieron en la dirección de profundidad de la capa de revestimiento de galvanización. En estos perfiles, una concentración de O máxima en un intervalo (intervalo de medición) que se extendía hacia arriba y hacia abajo por 3 μm desde el punto de intersección (profundidad) de las concentraciones de Zn y Fe se obtuvo como la concentración de oxígeno en la interfaz (concentración de oxígeno interfacial) entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base. Cuando esta concentración de oxígeno interfacial fue del 0,50 % o inferior, la lámina de acero se consideró que era aceptable (○); o cuando la concentración de oxígeno interfacial fue de más del 0,50 %, la lámina de acero se consideró que era inaceptable (×).

Un ejemplo de la misma se muestra en las Fig. 1A y 1B. En la Fig. 1B, "Zn x 1", "Fe x 1" y "O x 20" muestran que los datos de perfil de concentración mostrados en la Fig. 1B son iguales a los valores medidos sobre Zn, valores medidos sobre Fe y valores medidos 20 veces sobre O, respectivamente. Esta materia es la misma que en la Fig. 1A. La Fig. 1A muestra los resultados medidos de la lámina de acero recocida y galvanizada del Experimento n.º 3 en la Tabla 2 antes del experimento de estampación en caliente. A partir de los resultados medidos, no se identificó un pico de concentración de O visible. En otras palabras, se entiende que en el Experimento n.º 3, no hay sustancialmente presente un óxido en la interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base de la lámina de acero recocida y galvanizada por inmersión en caliente. Por el contrario, La Fig. 1B muestra los resultados medidos de la lámina de acero recocida y galvanizada del Experimento n.º 9 en la Tabla 2 antes del experimento de estampación en caliente. A partir de los resultados del experimento, se puede identificar un pico de concentración de O. En otras palabras, se entiende que en el Experimento n.º 9, hay presente un óxido en la interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base de la lámina de acero recocida y galvanizada por inmersión en caliente. También sobre los otros ejemplos en la Tabla 2, se midieron las respectivas concentraciones de oxígeno interfacial del mismo modo que se ha descrito anteriormente.

Evaluación de adhesión de la película de revestimiento:

Para cada uno de los Experimentos N.º en la Tabla 2, se prepararon tres láminas (100 mm x 150 mm x 1,4 mm de grosor) de la muestra de acero recocido y galvanizado por inmersión en caliente del Experimento N.º. Estas láminas se sometieron al siguiente tratamiento que simulaba estampación en caliente: Las láminas se mantuvieron en un horno de calentamiento, la temperatura del cual se mantuvo a 900 °C en la atmósfera de aire durante un período predeterminado (de 4 a 8 minutos). A continuación, cada una de las láminas se extrajo de horno de calentamiento y se enfrió con aire. La tasa de enfriamiento promedio debajo del punto de Ms en este momento fue de 7 °C/s. La lámina de acero recocida y galvanizada, la temperatura de la cual se redujo cerca de la temperatura ambiente se sometió a tratamiento con fosfato, usando un producto, 6350, fabricado por NIPPONPAINT Co., Ltd. para proporcionar un peso de revestimiento de 3 g/m². Adicionalmente, la lámina de acero recocida y galvanizada sometida a tratamiento con fosfato se sometió a electrodeposición con una conducción eléctrica a 200 V, usando un producto, CATION ED GT10HT GRAY, fabricado por Kansai Paint Co., Ltd. y hornear a 150 °C durante 20 minutos para formar una película de revestimiento final de 15 μm de grosor. De este modo, se obtuvo una muestra.

La muestra se usó para evaluar la adhesión de la película de revestimiento de la misma del siguiente modo: La muestra se sumergió en una sal del 5 % en masa en agua (temperatura de agua: 50 °C) durante 500 horas y, a continuación, una cinta de celofán ("SELLOTAPE" (nombre comercial registrado) CT405AP-24, fabricado por Nichiban Co., Ltd.) se unió a la totalidad (100 mm x 150 mm) de una superficie de evaluación de la muestra. Inmediatamente, la cinta se peló a mano y la relación de área (relación de área pelada de película de revestimiento, % en área) de una porción de la superficie de la cual la película de revestimiento se peló. De acuerdo con un criterio descrito a continuación, se evaluó la adhesión de la película de revestimiento. En los presentes ejemplos, se consideraron aceptables los casos representados por ○ o ⊙. Criterio de evaluación de adhesión de película de revestimiento:

⊙: la relación de área pelada de película de revestimiento es del 5 % o inferior.

ES 2 715 106 T3

- : la relación de área pelada de película de revestimiento es más del 5 % y del 10 % o inferior.
- △: la relación de área pelada de película de revestimiento fue de más del 10 % y del 25 % o inferior.
- ×: la relación de área pelada de película de revestimiento fue más del 25 %.

5 Estos resultados se muestran juntos en la Tabla 2.

[Tabla 2]

Experimento n.º	Lámina de acero original n.º	Proporción de Mn (% en masa) en lámina de acero original	Recocido		Tratamiento de aleación		Capa de revestimiento de galvanización				Concentración de oxígeno interfacial	Periodo de plisado (minutos) en estampación en caliente	Adhesión de película de revestimiento después de estampación en caliente y revestimiento
			Temperatura de empapado (°C)	Periodo de empapado (s)	Temperatura (°C)	Periodo (s)	Peso de revestimiento (g/m ²)	Concentración de Mn (% en masa) en capa de revestimiento de galvanización	Concentración de Fe (% en masa) en capa de revestimiento de galvanización				
1	A	2,2	650	90	600	20	40	0,36	14	○	4	⊙	
2	A	2,2	650	90	600	20	40	0,36	14	○	8	○	
3	A	2,2	650	90	650	20	79	0,37	20	○	4	△	
4	A	2,2	650	90	650	20	79	0,37	20	○	8	△	
5	B	1,2	650	90	650	20	72	0,14	11	○	4	△	
6	B	1,2	650	90	650	20	72	0,14	11	○	8	×	
7	C	1,21	700	90	650	20	57	0,16	13	○	4	△	
8	C	1,21	700	90	650	20	57	0,16	13	○	8	×	
9	D	2,1	Redox		650	20	56	0,40	11	×	4	×	
10	D	2,1	Redox		650	20	56	0,40	11	×	6	×	
11	E	2,2	650	90	550	20	40	0,36	13	○	8	○	
12	F	2,5	650	90	600	20	39	0,37	14	○	8	○	
13	G	2,3	650	90	600	20	40	0,37	14	○	8	○	
14	H	2,4	650	90	600	20	39	0,38	14	○	8	○	
15	I	2,1	650	90	600	20	38	0,38	14	○	8	○	
16	J	1,9	650	90	600	20	40	0,37	14	○	8	○	
17	K	2,2	650	90	550	20	37	0,39	15	○	8	○	
18	A	2,2	650	90	600	20	54	0,30	14	○	4	⊙	
19	A	2,2	650	90	600	20	54	0,30	14	○	8	○	
20	A	2,2	650	90	600	20	65	0,25	14	○	4	⊙	
21	A	2,2	650	90	600	20	65	0,25	14	○	8	○	
22	A	2,2	650	90	600	20	74	0,23	13	○	4	⊙	
23	A	2,2	650	90	600	20	74	0,23	13	○	8	○	

De acuerdo con la Tabla 2, los Experimentos N.º 1, 2 y 11 a 23 cumplieron los requisitos especificados, de modo que las láminas de acero originales eran buenas en las propiedades y las láminas de acero recocidas y galvanizadas por inmersión en caliente resultantes fueron muy buenas en adhesión y película de revestimiento. En particular, Los Experimentos n.º 1, 18, 20 y 22, en los que se limitó el período de calentamiento de la estampación en caliente, se obtuvo una mejor adhesión de la película de revestimiento. Por el contrario, otros de cada uno de los Experimentos n.º no cumplieron uno o más de los requisitos especificados por ser pobres en las propiedades.

De forma detallada, los Experimentos. n.º 3 y 4 fueron cada uno excesivos en peso de revestimiento de la capa de revestimiento de galvanización por ser pobres en adhesión de película de revestimiento.

Los Experimentos n.º 5 y 8 fueron cortos cada uno en concentración de Mn en su capa de revestimiento de galvanización por ser pobres en adhesión de película de revestimiento. Los Experimentos n.º 7 y 8 (su lámina de acero original: n.º C) fueron cada uno también cortos en proporción de Si en su lámina de acero de base por ser pobres en resistencia de soldadura de su región soldada por puntos, que era una propiedad de la lámina de acero original.

Los Experimentos n.º 9 y 10 fueron altos en concentración de oxígeno interfacial, es decir, contenían una gran proporción de óxidos en la interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base de su lámina de acero recocida y galvanizada. Por lo tanto, los experimentos se deterioraron en adhesión de película de revestimiento. Se entiende que para limitar la concentración de oxígeno interfacial, es preferente realizar el recocido no mediante cualquier método redox sino reduciendo el recocido en las condiciones recomendadas en la presente invención. En los Experimentos n.º 9 y 10, la concentración de Mn en su capa de revestimiento de galvanización se mantuvo a un nivel predeterminado o más. Esto se debería a que un óxido de Mn que no contribuye a una mejora en la adhesión de la película de revestimiento está contenido en una gran proporción.

La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente de la presente invención para la estampación en caliente es favorablemente útil para, por ejemplo, partes de vehículos, tales como chasis de vehículos, partes de sistema de suspensión y partes de refuerzo.

REIVINDICACIONES

1. Una lámina de acero recocida y galvanizada por inmersión en caliente para estampación en caliente, que comprende una lámina de acero de base de 0,10 a 0,5 % de C, de 0,7 a 2,5 % de Si, de 1,5 a 3 % de Mn y de 0,01 a 0,5 % de Al y, opcionalmente menos uno de los siguientes (a) a (e)
- (a) más del 0 % y 0,005 % o menos de B,
 - (b) más del 0 % y 0,10 % o menos de Ti,
 - (c) más del 0 % y 2,5 % o menos en total de al menos un elemento de Cr y Mo,
 - (d) más del 0 % y 0,1 % o menos en total de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Nb, Zr y V y
 - (e) más del 0 % y 1 % o menos en total de al menos un elemento de Cu y Ni y
- siendo el resto hierro e impurezas inevitables, en donde las impurezas inevitables contienen
- 0,02 % o menos de P,
 - 0,01 % o menos de S y
 - 0,001 % o más y 0,01 % o menos de N, y
- una capa de revestimiento de galvanización que tiene una concentración de Mn de soluto del 0,20 % al 2,0 %; y que tiene un peso de revestimiento de capa de revestimiento de galvanización de 30 a 75 g/m² y una concentración de oxígeno del 0,10 al 0,50 % en una interfaz entre la capa de revestimiento de galvanización y la lámina de acero de base; los símbolos de "%" anteriormente mencionadas representando cada uno "% en masa".
2. Un método de fabricación de una parte de acero, en donde se realiza la estampación en caliente como una temperatura de inicio de estampación de punto de Ms a 750 °C, que usa la lámina de acero recocida y galvanizada por inmersión en caliente citada en la reivindicación 1.
3. Uso de la lámina de acero recocida y galvanizada por inmersión en caliente citada en la reivindicación 1 en estampación en caliente.

FIG. 1A

N.º 3

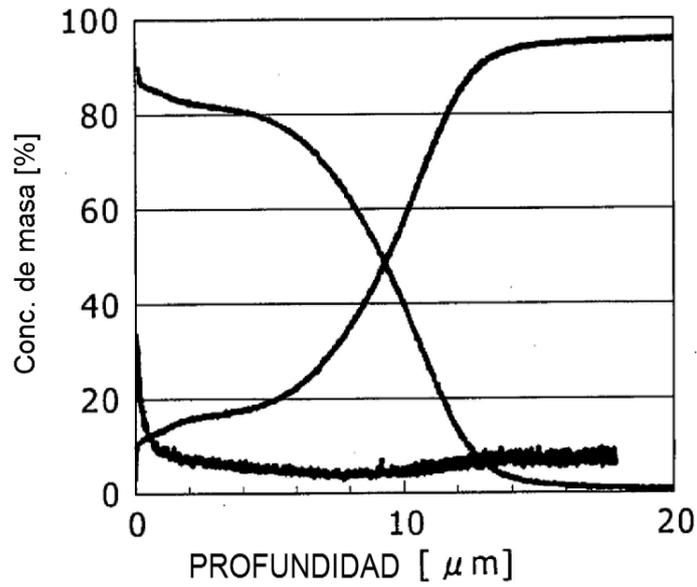


FIG. 1B

N.º 9

