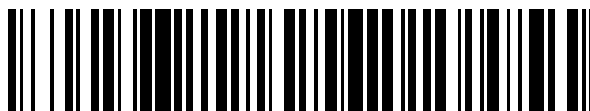


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 209**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00 (2006.01)
B21D 22/20 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/58 (2006.01)
C25D 5/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2014 PCT/JP2014/065113**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2014 WO14199923**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2014 E 14810534 (9)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 3009526**

54 Título: **Producto estampado en caliente y proceso para la producción de un producto estampado en caliente**

30 Prioridad:

11.06.2013 JP 2013122351

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.03.2020

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
 6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
 Tokyo , JP**

72 Inventor/es:

**AKIBA, KOJIRO;
 KONDO, YUSUKE;
 KIKUCHI, YOSHITAKA y
 KATO, SATOSHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 749 209 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

Producto estampado en caliente y proceso para la producción de un producto estampado en caliente

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un artículo moldeado por estampación en caliente, que es un componente moldeado y recocido al mismo tiempo por moldeo mediante prensado en caliente, y aplicado principalmente a un componente de esqueleto, un componente de chasis, o análogo de una carrocería de automóvil, y un método para producción del mismo.

Antecedentes de la técnica

10 En los últimos años, en aras de la reducción de peso de un automóvil que conduce a mejora en la eficiencia de combustible, se ha procurado la reducción de peso de una chapa de acero a utilizar aumentando la resistencia de una chapa de acero. Sin embargo, cuando se incrementa la resistencia de una chapa de acero a utilizar, surge un problema que consiste en la aparición de rayado o fractura de la chapa de acero durante el moldeo, o inestabilidad de la forma de un artículo moldeado debido a un fenómeno de recuperación elástica.

15 Como tecnología para un componente de alta resistencia, existe un método por el cual se incrementa la resistencia después del moldeo por prensado, en lugar del prensado de una chapa de acero de alta resistencia. Un ejemplo del mismo es el moldeo por estampación en caliente. El moldeo por estampación en caliente es un método por el cual una chapa de acero a moldear se calienta previamente para facilitar el moldeo, y se somete a moldeo en prensa manteniendo la temperatura elevada como se describe también en la Bibliografía de Patentes 1, y 2. Como material moldeable para el mismo, se selecciona una calidad de acero susceptible de recocido, y se consigue una resistencia mayor por recocido durante el enfriamiento después del prensado. Por este procedimiento, la resistencia de una chapa de acero puede mejorarse al mismo tiempo que el moldeo por prensado, sin llevar a cabo una etapa de tratamiento térmico separado para el aumento de la resistencia después del moldeo por prensado.

20 No obstante, dado que el moldeo por estampación en caliente es un método de moldeo por el cual se procesa una chapa de acero caliente, es inevitable la formación de una capa de óxido de Fe por oxidación superficial de la chapa de acero. Incluso en el caso en el que la chapa de acero se calienta en una atmósfera no oxidante, cuando la chapa se retira de un horno de calentamiento para moldeo por prensado, se forma una capa de incrustaciones de Fe sobre una superficie debido a la exposición al aire. Adicionalmente, el calentamiento en una atmósfera no oxidante de este tipo es caro.

25 En el caso en que se forman incrustaciones de Fe sobre una superficie de chapa de acero durante el calentamiento, la capa de óxido de Fe puede desprenderse durante el prensado para adherirse a un molde, con lo cual se presenta un problema consistente en que la productividad del prensado puede deteriorarse, o quedan incrustaciones de Fe en un producto después del prensado, desfigurando el aspecto. Además, en el caso en que queda dicho film de óxido, dado que una capa de óxido de Fe sobre una superficie de un artículo moldeado tiene una adherencia deficiente, cuando se realizan un tratamiento de conversión y pintura sobre un artículo moldeado sin retirar las incrustaciones, se presentará un problema de adherencia de la pintura.

30 Por consiguiente, ordinariamente se elimina una capa de óxido de Fe por aplicación de un tratamiento de chorreado con arena o un tratamiento de chorreado con granalla después de la estampación en caliente, y se lleva a cabo después un tratamiento de conversión o pintura, como se describe en la Bibliografía de Patentes 3. Sin embargo, dicho tratamiento de chorreado es engorroso, y perjudica notablemente la productividad de la estampación en caliente. Además, puede generarse tensión en un artículo moldeado.

35 Mientras tanto, una tecnología, por la cual el estampado en caliente sobre una chapa de acero con revestimiento basado en cinc o una chapa de acero con revestimiento de aluminio, mientras se suprime la generación de la capa de óxido de Fe, ha sido descrita en la Bibliografía de Patentes 4 a 6. Adicionalmente, una tecnología para la preformación de prensado en caliente sobre una chapa de acero provista de revestimiento se describe también en la Bibliografía de Patentes 7 a 10,

Adicionalmente, en la Bibliografía de Patentes 11 y 12 se describe un método para producción de una chapa de acero provista de revestimiento basado en cinc.

40 La Bibliografía de Patentes 13 se refiere a una chapa específica de acero galvanizado que tiene una fase de chapado de aleación Fe-Zn al menos en un lado de la chapa de acero, teniendo asimismo la fase de chapa de aleación Fe-Zn una parte plana en el frente de la chapa, y se forman óxidos constituidos esencialmente por Zn en la superficie de la parte plana con un espesor medio de 10 a 200 nm. Además, están presentes óxidos conformados por partículas con diámetros medios de partícula de 5 a 500 nm en la superficie de la fase de chapado distinta de la parte plana.

45 La Bibliografía de Patentes 14 se refiere a un método para producción de una banda metálica chapada por inmersión en caliente, que comprende las etapas de: someter a recocido una banda metálica; impartir deformación plástica a la banda metálica; estirar la banda metálica en un baño de metal fundido para chapado; voltear la banda metálica con

adherencia del metal fundido sobre la banda metálica, y retirar luego la banda metálica del baño de metal fundido sin poner en contacto la banda metálica con un rodillo en el baño de metal fundido; y controlar el peso de revestimiento del metal fundido adherido a la banda metálica utilizando un paño de frotamiento.

Bibliografía de Patentes 1: Solicitud de Patente Japonesa Publicada (JP-A) No. H07-116900

5 Bibliografía de Patentes 2: JP-A No. 2002-102980

Bibliografía de Patentes 3: JP-A No. 2003-2058

Bibliografía de Patentes 4: JP-A No. 2000-38640

Bibliografía de Patentes 5: JP-A No. 2001-353548

Bibliografía de Patentes 6: JP-A No. 2003-126921

10 Bibliografía de Patentes 7: JP-A No. 2011-202205

Bibliografía de Patentes 8: JP-A No. 2012-233249

Bibliografía de Patentes 9: JP-A No. 2005-74464

Bibliografía de Patentes 10: JP-A No. 2003-126921

Bibliografía de Patentes 11: JP-A No. H04-191354

15 Bibliografía de Patentes 12: JP-A No. 2012-17495

Bibliografía de Patentes 13: JP-A No. 2008-285706

Bibliografía de Patentes 14: US 2005/115052 A1

Compendio de la invención

Problema técnico

20 No obstante, en el caso en que se estampa en caliente una chapa de acero revestida de aluminio, especialmente una chapa de acero revestida de aluminio por inmersión en caliente, tiene lugar una contradifusión de una capa chapada y un material matriz de acero durante el calentamiento de la chapa de acero y se forma en una interfase del chapado un compuesto intermetálico, tal como Fe-Al y Fe-Al-Si. Adicionalmente, se forma un film de óxido de aluminio sobre una superficie de una capa chapada. El film de óxido de aluminio pone en compromiso la adherencia de la pintura, aunque no tan gravemente como un film de óxido de hierro, y no puede satisfacer necesariamente la adherencia tan severa de la pintura como se requiere para una chapa exterior de automóvil, un componente de chasis, etc. Además, es difícil formar un revestimiento de conversión utilizado generalmente como un tratamiento superficial para pintura.

30 Mientras tanto, en un caso en el que se estampa en caliente una chapa de acero revestido basada en cinc, especialmente una chapa de acero revestida de zinc por inmersión en caliente, se forma un compuesto intermetálico Zn-Fe o una fase de solución sólida Fe-Zn por contradifusión de una capa chapada y un material matriz de acero durante el calentamiento de la chapa de acero, y se forma un film de óxido basado en Zn sobre la superficie más externa. El compuesto, la fase, o el film de óxido no deteriora la adherencia de la pintura o la susceptibilidad de tratamiento de conversión, al contrario del film de óxido basada en aluminio.

35 En los últimos años, como un proceso de producción para una chapa de acero destinada a estampación en caliente, ha adquirido popularidad una técnica por la cual una chapa de acero puede calentarse rápidamente por calentamiento Joule o calentamiento por inducción. En este caso, el total del tiempo de elevación de temperatura y el tiempo de retención en el estampado en caliente es frecuentemente menor de 1 minuto. Cuando se estampa en caliente una chapa de acero con revestimiento basado en cinc en tales condiciones, una capa chapada blanda se adhiere a un molde, lo que requiere trabajos frecuentes de mantenimiento del molde, y por consiguiente ha representado un inconveniente en el sentido de que se deteriora la productividad.

45 Un objeto de la invención es resolver los problemas anteriores y proporcionar un artículo moldeado por estampación en caliente que puede producirse con alta eficiencia sin causar adherencia del chapado a un molde, cuando una chapa de acero electrolgalvanizado con un peso de chapado ligero se estampa en caliente utilizando un método de calentamiento rápido tal como calentamiento Joule y calentamiento por inducción, y puede asegurar una adherencia favorable de la pintura sin tratamiento posterior tal como chorreado con granalla después de la estampación en caliente, así como un método para producir el mismo.

Solución al problema

Las partes esenciales de la invención se definen en las reivindicaciones. Adicionalmente, se describe lo siguiente.

ES 2 749 209 T3

[1] Un artículo moldeado estampado en caliente producido por estampación en caliente de una chapa de acero electrogalvanizado que comprende como componentes de una chapa de acero, en % en peso:

C: desde 0,10 a 0,35%,

Si: desde 0,01 a 3,00%,

5 Al: desde 0,01 a 3,00%,

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

P: desde 0,001 a 0,100%,

S: desde 0,001 a 0,010%,

N: desde 0,0005 a 0,0100%,

10 Ti: desde 0,000 a 0,200%,

Nb: desde 0,000 a 0,200%,

Mo: desde 0,00 a 1,00%,

Cr: desde 0,00 a 1,00%,

V: desde 0,000 a 1,000%,

15 Ni: desde 0,00 a 3,00%,

B: desde 0,0000 a 0,0050%,

Ca: desde 0,0000 a 0,0050%, y

Mg: desde 0,0000 a 0,0050%,

siendo el resto Fe e impurezas,

20 en donde la chapa de acero está electrogalvanizado en ambas caras con un peso de chapado no inferior a 5 g/m² e inferior a 40 g/m²;

en donde una capa galvanizada del artículo moldeado por estampación en caliente está configurada con 0 g/m² a 15 g/m² de un compuesto intermetálico Zn-Fe y una fase de solución sólida Fe-Zn como resto,

25 en donde en la capa galvanizada del artículo moldeado por estampación en caliente están presentes 1 x 10 pcs a 1 x 10⁴ pcs de materia particulada con un diámetro medio de 10 nm a 1 µm por 1 mm de longitud de la capa galvanizada en donde la materia particulada son óxidos.

[2] El artículo moldeado estampado en caliente según [1] anterior, en donde la chapa de acero comprende, en % en peso, una, o dos o más clases de:

Ti: desde 0,000 a 0,200%,

30 Nb: desde 0,000 a 0,200%,

Mo: desde 0,00 a 1,00%,

Cr: desde 0,00 a 1,00%,

V: desde 0,000 a 1,000%,

Ni: desde 0,00 a 3,00%,

35 B: desde 0,0000 a 0,0050%,

Ca: desde 0,0000 a 0,0050%, o

Mg: desde 0,0000 a 0,0050%.

40 [3] El artículo moldeado por estampación en caliente según [1] o [2] anteriores, en donde la materia particulada está constituida por una, o dos o más clases de óxidos que contienen una, o dos o más clases de Si, Mn, Cr o Al.

[4] El artículo moldeado por estampación en caliente según uno cualquiera de [1] a [3] anteriores, en donde la chapa de acero electrogalvanizado es una chapa de acero revestida con aleación de cinc electrolítico.

[5] Un método para producción de un artículo moldeado por estampación en caliente, en el cual un acero que contiene como componentes, en % en peso:

- 5 C: desde 0,10 a 0,35%,
 Si: desde 0,01 a 3,00%,
 Al: desde 0,01 a 3,00%,
 Mn: desde 1,0 a 3,5%,
 P: desde 0,001 a 0,100%,
 10 S: desde 0,001 a 0,010%,
 N: desde 0,0005 a 0,0100%,
 Ti: desde 0,000 a 0,200%,
 Nb: desde 0,000 a 0,200%,
 Mo: desde 0,00 a 1,00%,
 15 Cr: desde 0,00 a 1,00%,
 V: desde 0,000 a 1,000%,
 Ni: desde 0,00 a 3,00%,
 B: desde 0,0000 a 0,0050%,
 Ca: desde 0,0000 a 0,0050%, y
 20 Mg: desde 0,0000 a 0,0050%,

siendo el resto Fe e impurezas, se somete a una etapa de laminación en caliente, una etapa de decapado, una etapa de laminación en frío, una etapa de recocido continuo, una etapa de laminación de recocido, y una etapa de electrogalvanización para producir una chapa de acero electrogalvanizado, y la chapa de acero electrogalvanizado se somete a una etapa de moldeo por estampación en caliente para producción de un artículo moldeado estampado en caliente;

- 25 en donde en la etapa de recocido continuo, la chapa de acero se somete a plegado repetido en un ángulo de plegado desde 90° a 220° cuatro o más veces durante el calentamiento de la chapa de acero en una atmósfera gaseosa que contiene hidrógeno en una concentración de 0,1% vol a 30% vol, y H₂O correspondiente a un punto de rocío desde -70°C a -20°C así como nitrógeno e impurezas como resto a una temperatura de la chapa dentro del intervalo de 350°C a 700°C,
 30

en donde en la etapa de electrogalvanización, cada frente de la chapa de acero se electrogalvaniza con un peso de chapado no inferior a 5 g/m² e inferior a 40 g/m², y

- 35 en donde en la etapa de moldeo por estampación en caliente, la chapa de acero electrogalvanizado se calienta con una velocidad media de elevación de temperatura de 50°C/seg o más a un intervalo de temperatura de 700°C a 1100°C, se estampa en caliente dentro de 1 min desde el comienzo de la elevación de temperatura, y se enfría después a la temperatura normal.

[6] El método para producción de un artículo moldeado por estampación en caliente según [5] anterior, en donde el acero comprende, en % en peso, una, o dos o más clases de:

- 40 Ti: desde 0,001 a 0,200%,
 Nb: desde 0,001 a 0,200%,
 Mo: desde 0,01 a 1,00%,
 Cr: desde 0,01 a 1,00%,
 V: desde 0,001 a 1,000%,

Ni: desde 0,01 a 3,00%,

B: desde 0,0002 a 0,0050%,

Ca: desde 0,0002 a 0,0050%, y

Mg: desde 0,0002 a 0,0050%.

5 Efectos ventajosos de la invención

Según la invención, puede proporcionarse un artículo moldeado por estampación en caliente que se puede producir con alta eficiencia sin causar pegado del chapado a un molde, cuando una chapa de acero revestida con cinc con un peso de chapado ligero se estampa en caliente utilizando un método de calentamiento rápido tal como calentamiento Joule y calentamiento por inducción, y puede asegurarse una adherencia favorable de la pintura sin un tratamiento posterior tal como chorreado con granalla después de la estampación en caliente, así como un método para producir el mismo.

Breve descripción de los dibujos

- Fig. 1 es un diagrama que muestra una historia térmica durante el calentamiento para estampación en caliente, aumento en una concentración de Fe en una capa chapada, y un cambio de fase de un tejido.
- 15 Fig. 2 es un gráfico que muestra una relación entre la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe después de calentamiento para estampación en caliente y el grado de pegado del chapado a un molde.
- Fig. 3A es un diagrama esquemático que muestra una relación entre la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe después de calentamiento para estampación en caliente y la estructura de una capa de chapado en un caso en el que no está presente un compuesto intermetálico Zn-Fe.
- 20 Fig. 3B es un diagrama esquemático que muestra una relación entre la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe después de calentamiento para estampación en caliente y la estructura de una capa de chapado en un caso en el que la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe es 15 g/m² o menos.
- Fig. 3C es un diagrama esquemático que muestra una relación entre la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe después de calentamiento para estampación en caliente y la estructura de una capa de chapado en un caso en el que la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe es superior a 15 g/m².
- 25 Fig. 4 es un gráfico que muestra una relación entre un peso de chapado de Zn antes de la estampación en caliente y la cantidad de un compuesto intermetálico Zn-Fe después del chapado.
- Fig. 5 es un gráfico que muestra una relación entre la cantidad de formación de un óxido en una chapa de acero y la adherencia de la pintura.
- 30 Figura 6A es un gráfico que muestra una relación entre el número de plegados de 90° durante el calentamiento y la cantidad de formación de un óxido en una chapa de acero, con respecto al número de plegados de 0, 1, 2, y 3 veces.
- Fig. 6B es un gráfico que muestra una relación entre el número de plegados de 90° durante el calentamiento y la cantidad de formación de un óxido en una chapa de acero, con respecto al número de plegados de 4, 5, y 7 veces.
- 35 Fig. 6C es un gráfico que muestra una relación entre el número de plegados de 90° durante el calentamiento y la cantidad de formación de un óxido en una chapa de acero, con respecto al número de plegados de 9 y 10 veces.
- 40 Fig. 7 es un gráfico que muestra una relación entre el ángulo de plegado infligido a una muestra durante el calentamiento y la cantidad de formación de un óxido en una chapa de acero.

Descripción de las realizaciones

A continuación, se describirá la invención en detalle. Un intervalo numérico expresado en esta memoria por "x a y" incluye, a no ser que se especifique otra cosa, los valores de x e y en el intervalo como los valores mínimo y máximo respectivamente.

El inventor realizó el moldeo por estampación en caliente utilizando chapas de acero electrogalvanizado con una pluralidad de pesos de chapado en diversas condiciones de calentamiento. En cuanto a los resultados, ha quedado claro que el pegado del chapado a un molde puede suprimirse con una estructura, en la cual la cantidad de un compuesto intermetálico Zn-Fe en una capa chapada después de calentamiento para estampación en caliente se controla dentro de 0 g/m² a 15 g/m², y el resto es una fase de solución sólida Fe-Zn, en donde una

materia particulada con un tamaño predeterminado está presente en la capa de chapado en una cantidad apropiada. Los detalles se describirán más adelante.

Dado que un compuesto intermetálico Zn-Fe es blando en una condición de temperatura alta en la cual se realiza un moldeo por estampación en caliente, el compuesto intermetálico Zn-Fe puede pagarse a un molde, cuando el compuesto intermetálico Zn-Fe recibe una acción de deslizamiento durante el prensado. Para ello, como se muestra en Fig. 1, la concentración de Fe en una capa chapada se incrementa promoviendo una reacción de aleación Zn-Fe por calentamiento. Cuando se forma por los medios anteriores una estructura, en la cual no está presente un compuesto intermetálico Zn-Fe que se compone de una fase Γ ($\text{Fe}_3\text{Zn}_{10}$) en una superficie de chapa de acero y únicamente está presente una fase de solución sólida Fe-Zn compuesta de una fase α -Fe (la flecha de línea continua en la Figura), puede suprimirse el pegado del chapado al molde. Adicionalmente, se ha llegado a saber que, incluso cuando persiste un compuesto intermetálico Zn-Fe, siempre que la cantidad remanente sea 15 g/m^2 o menos, no ocurre dicho pegado severo del chapado a un molde que altera la producción.

A continuación, se muestra en la Fig. 2 una relación entre la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe después de calentamiento para estampación en caliente y el grado de pegado del chapado a un molde. Cuando una chapa de acero electrolgalvanizado con un peso de chapado de 30 g/m^2 se calentó a 850°C , se enfrió luego a 680°C , y se estampó en caliente, la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe se reguló por ajuste del tiempo de retención a 850°C . Luego, se determinó la relación entre la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe y el pegado a un molde después del calentamiento para estampación en caliente. Basándose en la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe después de estampación en caliente, la evaluación de la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe se clasificó en; un círculo doble: no hay necesidad alguna de trabajo de mantenimiento del molde (el pegado del chapado a un molde es extremadamente insignificante), un círculo simple: las sustancias adheridas pueden desprenderse simplemente por frotamiento con trapos, o análogos (el pegado del chapado a un molde es insignificante), y una marca de cruz: es necesaria la pulimentación de un molde (la adherencia del chapado a un molde es importante), en donde un círculo doble y un círculo se consideraron aceptables como dentro de especificación. Como resulta evidente en la Fig. 2, cuando la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe excede de 15 g/m^2 , el grado de pegado del chapado a un molde se hace más severo.

Las razones, aunque basadas en una suposición, se describen con referencia a las Figuras 3A a 3C. Las Figuras 3 a 3C son diagramas esquemáticos que muestran una relación entre la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe después de calentamiento para estampación en caliente y la estructura de una capa chapada. Cuando la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe es 15 g/m^2 o menos, un compuesto intermetálico Zn-Fe no cubre superficie alguna de una chapa de acero, o se mantiene en un estado en el que el compuesto está presente en pequeños fragmentos como se muestra en Fig. 3A y Fig. 3B, y por tanto se supone que el pegado del chapado a un molde ocurre escasamente. En cambio, cuando la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe excede de 15 g/m^2 , un compuesto intermetálico Zn-Fe cubre toda la superficie de una chapa de acero como se muestra en Fig. 3C, y por consiguiente se supone que el pegado del chapado a un molde ocurre fácilmente.

A este respecto, después del calentamiento para estampación en caliente, existe sólo un cambio ligero o prácticamente nulo en la cantidad de un compuesto intermetálico Zn-Fe antes y después del estampado (prensado) en caliente. Por consiguiente, la cantidad de compuesto intermetálico Zn-Fe después del calentamiento para estampación en caliente puede examinarse después del enfriamiento antes de la estampación en caliente (prensado), o puede examinarse sobre un artículo formado después de la estampación en caliente (prensado). Dicho de otro modo, cuando la cantidad de compuesto intermetálico Zn-Fe que queda en una placa chapada de un artículo prensado en caliente es de 0 g/m^2 a 15 g/m^2 , el pegado del chapado a un molde puede suprimirse.

Adicionalmente, en los últimos años, en cuanto a la necesidad de calentamiento rápido para aumento de la productividad, se ha introducido una técnica para calentamiento rápido de una chapa de acero, tal como calentamiento Joule y calentamiento por inducción, en un proceso de producción para un artículo moldeado por estampación en caliente. En este caso, la velocidad de aumento de la temperatura puede ser 50°C/s o mayor durante la estampación en caliente, y en la mayoría de los casos el total del tiempo de elevación de temperatura y tiempo de retención es 1 minuto o menos. Para reducir la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe a 15 g/m^2 o menos cerca de la capa de la superficie externa de una chapa de acero después de la estampación en caliente, es preciso ajustar el peso de chapado con arreglo al tiempo de calentamiento o la temperatura de calentamiento.

A fin de mitigar el pegado del chapado a un molde, la cantidad de un compuesto intermetálico Zn-Fe en una capa de chapado después del calentamiento es preferiblemente 0 g/m^2 . Sin embargo, cuando la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe es 15 g/m^2 o menos, un compuesto intermetálico Zn-Fe se encuentra en un estado de formación, en el cual el compuesto no cubre toda la superficie de una chapa de acero, sino que más bien se mantiene en un estado de pequeños fragmentos, y el pegado del chapado a un molde no es tan severo como para obstruir la producción. La cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe es preferiblemente 10 g/m^2 o menos.

Una cantidad de un compuesto intermetálico Zn-Fe en una capa chapada después del calentamiento se determina por electrólisis en corriente continua de la muestra a 4 mA/cm^2 en una solución acuosa de 150 g/L de NH_4Cl utilizando como electrodo de referencia un electrodo saturado de calomelanos (SCE). A saber, puede determinarse el peso de un compuesto intermetálico Zn-Fe por unidad de área midiendo un periodo de tiempo, en el que el potencial eléctrico es -800 mV frente al SCE o menor durante la ejecución de la electrólisis a corriente constante, y deduciendo una cantidad de electricidad transportada por unidad de área durante dicho periodo de tiempo. Mientras tanto, aunque no cuantitativamente, la existencia o inexistencia de un compuesto intermetálico Zn-Fe puede estimarse groseramente por observación de una imagen electrónica retrodispersada.

En un proceso de producción de un artículo moldeado por estampación en caliente, una chapa de acero se calienta ordinariamente a aprox. desde 700°C a 1100°C . Ha llegado a saberse que, en el caso en que una chapa se calienta a la temperatura de la chapa de acero por el calentamiento rápido, la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe excede desventajosamente de 15 g/m^2 . Esto es debido a que la duración total de calentamiento es insuficiente para seguir el patrón de la línea de puntos en la Fig. 1 por lo que no puede asegurarse suficientemente una fase de solución sólida Fe-Zn, y tiende a formarse más bien un compuesto intermetálico Zn-Fe. Adicionalmente, el caso del calentamiento por transferencia de calor radiante convencional, aparece un gradiente de temperatura para la transferencia de calor desde la superficie de una chapa de acero hacia el interior de tal modo que se origina un gradiente en la dirección del espesor de una capa chapada con respecto a la formación de un compuesto intermetálico Zn-Fe, y sin embargo en el caso del calentamiento rápido por calentamiento Joule, calentamiento por inducción, o análogos, dado que fluye una corriente de calentamiento a lo largo de la superficie de la chapa de acero, dicha superficie de la capa de acero, es decir la capa chapada entera se calienta rápida y activamente, de tal modo que se forma supuestamente un compuesto intermetálico Zn-Fe de manera uniforme en la dirección del espesor de la capa chapada.

Por consiguiente, a fin de evitar la generación de un compuesto intermetálico Zn-Fe, sujeto a condiciones, tales como una temperatura de calentamiento y un tiempo de retención, se decidió una estrategia para evitación del aumento en una cantidad de generación de un compuesto intermetálico Zn-Fe tal que se intentó reducir el peso de chapado de una capa chapada original y se estrechó su intervalo preferible.

La Fig. 4 muestra una relación entre un peso de chapado antes del calentamiento para estampación en caliente y la cantidad de un compuesto intermetálico Zn-Fe después de calentamiento para estampación en caliente. Lo anterior es un resultado con respecto a una chapa de acero, que se calentó al aire a una velocidad de 50°C/s hasta una temperatura de 950°C , se mantuvo en dichas condiciones durante 2 s, se enfrió luego a una velocidad de 20°C/s hasta 680°C , y se prensó.

Cuando el peso de chapado es 40 g/m^2 o mayor, un compuesto intermetálico Zn-Fe en una capa chapada puede reducirse difícilmente a 15 g/m^2 o menos. Por tanto, en el presente proceso, se requiere que el peso de chapado sea menor que 40 g/m^2 .

Dado que es preciso que el peso de chapado sea 5 g/m^2 o más desde un punto de vista de la supresión de la formación de incrustaciones durante el calentamiento para estampación en caliente, se considera este valor como el límite inferior.

El peso de chapado es preferiblemente desde 10 g/m^2 a 30 g/m^2 .

Al mismo tiempo, en un caso en el que el revestimiento electrogalvanizado es una chapa de aleación eléctrica de cinc, la cantidad de Zn en una capa chapada es desde los mismos puntos de vista de 5 g/m^2 a 40 g/m^2 , y preferiblemente desde 10 g/m^2 a 30 g/m^2 .

A este respecto, para medida de un peso de chapado y una cantidad de Zn, puede aplicarse un método analítico prevaleciente generalmente para un peso de chapado y una cantidad de Zn sin un obstáculo, por ejemplo, una medida de un peso de chapado y una cantidad de Zn puede realizarse por inmersión de una chapa de acero chapada en una solución de ácido clorhídrico que contiene ácido clorhídrico en una concentración de 5% y un inhibidor de corrosión para decapado a una temperatura de 25°C hasta que se disuelven chapado, y análisis de la solución obtenida por un analizador de emisión de ICP.

Aunque un revestimiento electrogalvanizado puede ser de chapado eléctrico de cinc, y chapado de aleación eléctrica de cinc, es preferible el chapado de aleación eléctrica de cinc. Es decir, una chapa de acero para moldeo por estampación en caliente es preferiblemente una chapa de acero revestida de aleación electrolítica de cinc.

Sin embargo, en el caso de un revestimiento electrogalvanizado con un peso de chapado ligero, cuando una chapa de acero electrogalvanizado a con un peso de chapado ligero se calentó por un método de calentamiento rápido como se ha descrito anteriormente se sometió a moldeo por estampación en caliente, se presentó un nuevo problema el sentido de que la adherencia de la pintura de un artículo formado después de estampación en caliente era inferior.

Se supone que las razones que subyacen en lo anterior son las siguientes. Cuando el tiempo de calentamiento es breve y el peso de chapado es pequeño, el film de óxido basado en Zn que se forma durante el calentamiento

en la superficie más externa de una capa chapada resulta también delgada, y una reacción de aleación Zn-Fe avanza rápidamente antes que crezca suficientemente un film de óxido basado en Zn, con lo que en la mayor parte del Zn en la capa chapada se consume en una fase de solución sólida Fe-Zn. Probablemente, un film de óxido basado en Zn puede crecer cuando una capa chapada se encuentra en forma de compuesto intermetálico Zn-Fe, en el cual la actividad de Zn es relativamente alta, pero cuando una capa chapada llega a tomar la forma de una fase de solución sólida Fe-Zn, el crecimiento ya no es posible debido al aumento en la actividad de Fe y la disminución en la actividad de Zn. En el caso de un film delgado de óxido basado en Zn, cuando una chapa de acero recibe una acción de deslizamiento durante el prensado, está expuesta fácilmente a una fase de solución sólida Fe-Zn en la que se forman probablemente incrustaciones de Fe, y la adherencia de la pintura llega a ser menor.

Con objeto de mejorar la adherencia de la pintura de un artículo formado, los inventores realizaron ensayos de estampación en caliente utilizando chapas de acero electrolgalvanizado producidas en diversas condiciones. Como resultado, se encontró, por observación de un tejido de sección transversal de chapa de acero de un artículo formado que tenía adherencia favorable de la pintura, que un film de óxido basado en Zn no se desprendía y podía permanecer en su mayor parte sobre una superficie de chapa de acero, cuando existía cierta cantidad de materiales particulados finos con un diámetro medio de 1 μm o menos.

Adicionalmente, se confirmó que la adherencia de la pintura de un artículo de este tipo moldeado por estampación en caliente era superior al caso en que no está presente materia particulada.

Las materias particuladas se analizaron, en contrato que en su mayoría consistían en un óxido que contenía un elemento fácilmente oxidable contenido en el acero, tal como Si, Mn, Cr, y Al.

Para estudiar el fenómeno de que la adherencia de un film de óxido basado en Zn es superior cuando existe cierta cantidad de materias particuladas finas (principalmente un óxido como se describe más adelante) en una capa chapada, se investigó el tejido de una chapa de acero que se calentó en las mismas condiciones que para el moldeo por estampación en caliente, pero no se prensó y se enfrió directamente. Como resultado, se ha llegado a conocer que, cuando existe cierta cantidad de materiales particulados finos en una capa chapada, aparece una rugosidad moderada en una interfase entre un film de óxido basado en Zn y una capa chapada. Dado que se sabía que cuando una interfase tenía una morfología compleja, se desarrollaba generalmente un efecto fundamental en la interfase para mejorar la adherencia de la pintura, se supuso que la adherencia de un film de óxido basado en Zn mejoraba análogamente por un efecto fundamental, y la exposición de una fase de solución sólida Fe-Zn durante el prensado y por tanto se suprimía la generación de las incrustaciones de Fe, mejorando así la adherencia de la pintura.

Una materia particulada causante de la formación de rugosidad moderada en la interfase se considera como sigue.

Se supone, por el componente y la cantidad de generación que una materia particulada es un óxido no de un elemento de impureza en una capa chapada, sino principalmente un elemento contenido en el acero, que ha estado posiblemente presente antes del calentamiento para estampación en caliente en una interfase entre una capa chapada y una matriz de acero, o en el interior de una matriz de acero. Adicionalmente, se cree que el óxido se ha formado en un proceso de producción de chapa de acero durante el recocido de una chapa de acero después de la laminación en frío.

Se cree que, cuando está presente un óxido en una interfase entre una capa chapada y una matriz de acero, el óxido exhibe generalmente un efecto de barrera de tal manera que suprime localmente una reacción de aleación Zn-Fe durante el calentamiento para estampación en caliente. No obstante, se cree también que el caso de un óxido particulado fino con un diámetro medio de 1 μm o menos, el efecto de supresión de una reacción de aleación Zn-Fe es débil, y por tanto la influencia de un óxido en una interfase sobre una reacción de aleación Zn-Fe es pequeña.

Al mismo tiempo, cuando se forma un óxido en el interior de una matriz de acero, por inmovilización de una junta intergranular cristalina cerca de una superficie de chapa de acero durante el recocido, se suprime el crecimiento del grano cristalino. Cuando un grano cristalino próximo o una superficie de chapa de acero es pequeño, y el número de juntas intergranulares cristalinas es grande, la velocidad de la reacción de aleación Zn-Fe se hace alta. Dicho de otro modo, cuando está presente un óxido interno, es posible que la reacción de aleación Zn-Fe llegue a ser localmente alta.

Según la invención, la materia particulada es una, o dos o más clases de óxidos que contienen una, o dos o más clases de Si, Mn, Cr o Al. Ejemplos específicos incluyen óxidos simples, tales como MnO, MnO₂, Mn₂O₃, Mn₃O₄, SiO₂, Al₂O₃, y Cr₂O₃, y óxidos simples con una composición no estequiométrica correspondiente a cada uno de éstos; óxidos complejos, tales como FeSiO₃, Fe₂SiO₄, MnSiO₃, Mn₂SiO₄, AlMnO₃, FeCr₂O₄, Fe₂CrO₄, MnCr₂O₄, and Mn₂CrO₄, y óxidos complejos con una composición no estequiométrica con el frente a cada uno de éstos; y estructuras complejas de éstos.

Adicionalmente, dado que una partícula distinta de un óxido puede suprimir el crecimiento de un grano cristalino en una superficie de chapa de acero durante el recocido por un efecto de inmovilización, un sulfuro que contiene una o dos clases de Fe, Mn, etc., o un nitruro que contiene una o dos clases de Al, Ti, Mn, Cr, etc., presente en la misma región, en la que se forma el óxido, como inclusión puede ser una partícula que tenga el mismo efecto que el óxido. Sin embargo, dado que las cantidades de un sulfuro y un nitruro son muy pequeñas (por ejemplo, aproximadamente 0,1 pc por 1 mm de longitud de capa chapada) comparadas con un óxido, la influencia es pequeña, y es posiblemente suficiente tomar en consideración un óxido según la invención.

En el caso en que el efecto de inmovilización por una materia particulada compuesta de los óxidos, etc. para la supresión del crecimiento del grano cristalino ejerce cierta influencia sobre una junta cristalina intergranular tal que produce un cambio en el progreso de una reacción de aleación Zn-Fe, aparece rugosidad en la interfase supuestamente según un mecanismo siguiente.

En un proceso de calentamiento para estampación en caliente, una capa chapada y una matriz de acero reaccionan primeramente para formar un compuesto intermetálico Zn-Fe, y forman al mismo tiempo un film de óxido basado en Zn en la superficie de una capa chapada. Se ha llegado a saber que un film de óxido basado en Zn crece por difusión interna de oxígeno procedente de la atmósfera. Es decir, la interfase entre un film de óxido y un compuesto intermetálico se desplaza hacia el lado del compuesto intermetálico al mismo ritmo que el crecimiento de un film de óxido.

Mientras que permanece un compuesto intermetálico Zn-Fe, debido a la alta actividad de Zn en la interfase entre un film de óxido basado en Zn y un compuesto intermetálico Fe-Zn, puede crecer un film de óxido basado en Zn. Por otra parte, cuando una reacción de aleación Zn-Fe progresa adicionalmente y desaparece un compuesto intermetálico Zn-Fe para terminar con una fase de solución sólida Zn-Fe, la actividad de Fe en una capa chapada aumenta de tal modo que un film de óxido basado en Zn ya no puede crecer más.

En el caso en que una velocidad de aleación Zn-Fe es localmente diferente, cuando la reacción de aleación termina en cierto momento puntual durante el calentamiento, es admisible que coexista una región en la que el chapado se ha convertido ya en una fase de solución sólida Fe-Zn y una región en la que persiste un compuesto intermetálico Zn-Fe. Hasta ahora, se ha supuesto que la rugosidad aparece en una interfase avanzando por un proceso de este tipo de tal modo que el espesor de un film de óxido basado en Zn difiere de una región a otra después del calentamiento para estampación en caliente.

Con respecto al diámetro medio de una materia particulada compuesta de un óxido, etc. existente en cierta cantidad en una capa chapada después de calentamiento para estampación en caliente, el límite inferior es 0,01 μm (10 nm), dado que para ejercer influencia sobre un comportamiento de aleación Zn-Fe, es necesario cierto tamaño. Al mismo tiempo, cuando el diámetro medio de una materia particulada es demasiado grande, una región en la que una materia particulada simple tiene influencia sobre el progreso de una reacción de aleación se hace grande, y llegar a ser realmente difícil formar rugosidad. Por esta razón, el límite superior es 1 μm . El diámetro medio de una materia particulada es por tanto preferiblemente desde 50 nm a 500 nm.

Con respecto a la densidad de materias particuladas adecuadas para la formación de rugosidad y mejora de la adherencia de la pintura, es necesaria la presencia de 1×10^4 pcs o más por 1 mm de longitud de capa chapada como se muestra en la Fig. 5, cuando se observa una sección transversal. Cuando la densidad es demasiado baja, no puede obtenerse un efecto para formación de rugosidad en una interfase. Al mismo tiempo, cuando existen más allá de 1×10^4 pcs, la mayor parte de los granos cristalinos en la superficie de una chapa de acero están micronizados debido a un efecto de inmovilización del grano del cristal de una materia particulada, y no puede generarse fluctuación local de la velocidad de aleación Zn-Fe. Por tanto, el límite superior es 1×10^4 pcs. De lo anterior se deduce claramente que, cuando el número de materias particuladas es de 1×10^4 a 1×10^4 pcs, la adherencia de la pintura puede ser superior. La cantidad de materias particuladas se reguló como se ha descrito anteriormente por cambio de una condición de recocido durante la producción de una chapa de acero a fin de cambiar el número de materias particuladas (óxido particulado) que se forman en el interior de la chapa de acero. Adicionalmente, un plano de observación para las materias particuladas presentes en el interior de una capa chapada por 1 mm de longitud de la capa chapada puede estar situado en cualquier dirección de la anchura de la chapa, la dirección longitudinal, y una dirección en ángulo con ella, con tal que se refiera a 1 mm de longitud de la capa chapada.

En el test de evaluación de la adherencia de la pintura, un artículo moldeado por estampación en caliente se somete a un tratamiento de conversión con PALBOND LA35 (producido por Nihon Parkerizing Co., Ltd.) con arreglo a la formulación del fabricante, y ulteriormente a 20 μm de revestimiento por electrodeposición catiónica (POWERNICS 110, producido por Nipponpaint Co., Ltd.). El artículo formado revestido por electrodeposición se sumergió en agua sometida a intercambio iónico a 50°C durante 500 horas, se cortó luego un patrón de redes en ángulo recto sobre una superficie pintada según un método prescrito en JIS G3312-12. 2. 5 (test de adhesión en Corte Transversal) y se llevó a cabo un test de despegado de cinta. Un caso en el que la ratio del área de despegado (el número de celdillas de red despegadas por 100 celdillas de red) en el patrón de red en ángulo recto es 2% o menos, se designó como un círculo, 1% o menos se designó como un círculo doble, y un valor superior a 2% se designó como una marca de cruz.

El diámetro medio y el número de las materias particuladas se miden cuantitativamente por los métodos siguientes. Se corta una muestra desde una posición opcional en un artículo moldeado por estampación en caliente. Después de exponer una sección transversal de la muestra cortada por un pulimentador de sección transversal y utilizando un FE-SEM (Microscopio Electrónico de Barrido por Emisión en Campo), o de exponer una sección transversal de la muestra cortada por un FIB (Haz Iónico Enfocado) y utilizando un TEM Microscopio Electrónico de Transmisión), se observan un mínimo de 10 campos visuales con un aumento de 10,000 a 100,000, en donde un campo visual se define como una región de 20 μm (dirección del espesor de la chapa: la dirección del espesor de una chapa de acero) x 100 μm (dirección de la anchura de la chapa: la dirección perpendicular al espesor de una chapa de acero). La fotografía de las imágenes se realiza dentro de un campo visual de observación, y las partes que tienen brillo correspondiente a una materia particulada se extraen por análisis de imágenes para construir una imagen binarizada. Después de la realización de un proceso de supresión de ruido en la imagen binarizada construida, se mide el diámetro del círculo equivalente de cada materia particulada. La media de un diámetro de círculo equivalente se realiza para cada una de las observaciones de 10 campos visuales, y el valor medio de los diámetros de círculo equivalentes de todas las materias particuladas detectadas en los campos visuales de observación respectivos se define como el valor medio del diámetro de las materias particuladas.

Al mismo tiempo, después de la realización de un proceso de eliminación de ruido sobre la imagen binarizada construida, se mide el número de materias particuladas presentes en un segmento lineal opcional de 1 mm de longitud. La medida del número se realiza para cada una de las observaciones de 10 campos visuales, y el valor medio de los números de materias particuladas medidas en los campos visuales de observación respectivos se define como el número de materias particuladas presentes en una capa chapada por 1 mm de longitud de la capa chapada.

A este respecto, las materias particuladas incluyen las presentes en una capa chapada, en una interfase entre una capa chapada y una matriz de acero, y en una interfase entre una capa chapada y un film de óxido basado en Zn. La identificación de las interfases puede realizarse por examen de la distribución de Zn, Fe, and O, cuando se observa una sección transversal, utilizando EDS (Espectroscopía de Rayos X de Energía Dispersa), o un EPMA (MicroAnalizador de Sonda Electrónica), y comparando la misma con una imagen de observación SEM. En el caso en que se realiza una observación SEM utilizando electrones reflejados, la identificación de las interfases es más fácil. El tamaño de partícula de un óxido se evalúa con un diámetro de círculo equivalente por un análisis de imagen. La identificación de los componentes de un compuesto se realiza utilizando Espectroscopía de Rayos X de Energía Dispersa (EDS) combinada con un FE-SEM o un TEM.

A continuación, se describirán los componentes de una chapa de acero a utilizar como sustrato de chapado. A fin de que una chapa de acero mantenga una resistencia predeterminada después de la estampación en caliente, son requisito previo los componentes e intervalos siguientes de los mismos.

Una chapa de acero contiene, en % en peso, C: desde 0,10 a 0,35%, Si: desde 0,01 a 3,00%, Al: desde 0,01 a 3,00%, Mn: desde 1,0 a 3,5%, P: desde 0,001 a 0,100%, S: desde 0,001 a 0,010%, N: desde 0,0005 a 0,0100%, Ti: desde 0,000 a 0,200%, Nb: desde 0,000 a 0,200%, Mo: desde 0,00 a 1,00%, Cr: desde 0,00 a 1,00%, V: desde 0,000 a 1,000%, Ni: desde 0,00 a 3,00%, B: desde 0,0000 a 0,0050%, Ca: desde 0,0000 a 0,0050%, y Mg: desde 0,0000 a 0,0050%, siendo el resto Fe e impurezas.

Una chapa de acero puede contener una, o dos o más clases, en % en peso de, Ti: desde 0,001 a 0,200%, Nb: desde 0,001 a 0,200%, Mo: desde 0,01 a 1,00%, Cr: desde 0,01 a 1,00%, V: desde 0,001 a 1,000%, Ni: desde 0,01 a 3,00%, B: desde 0,0002 a 0,0050%, Ca: desde 0,0002 a 0,0050%, o Mg: desde 0,0002 a 0,0050%, además de C: desde 0,10 a 0,35%, Si: desde 0,01 a 3,00%, Al: desde 0,01 a 3,00%, Mn: desde 1,0 a 3,5%, P: desde 0,001 a 0,100%, S: desde 0,001 a 0,010%, y N: desde 0,0005 a 0,0100%.

Entre los componentes de una chapa de acero, Ti, Nb, Mo, Cr, V, Ni, B, Ca, y Mg son componentes opcionales que pueden estar contenidos en una chapa de acero. Es decir, los componentes pueden estar, o pueden no estar, contenidos en una chapa de acero, y por tanto los límites inferiores de los contenidos incluyen 0,

Las razones que subyacen en las restricciones respectivas de los contenidos de los elementos componentes son las siguientes.

El contenido de C es desde 0,10 a 0,35%. El contenido de C se ajusta a 0,10% o más, dado que no puede asegurarse una resistencia suficiente por debajo de 0,10%. Al mismo tiempo, el contenido de C se ajusta a 0,35% o menos, dado que para una concentración de carbono más allá de 0,35%, aumenta la cementita, que puede ser origen de generación de grietas durante el corte de la matriz, promoviendo una fractura retardada. Por esta razón, se define 0,35% como el límite superior. El contenido de C es preferiblemente desde 0,11 a 0,28%.

El contenido de Si es desde 0,01 a 3,00%. Dado que Si es eficaz para aumentar la resistencia como elemento endurecedor de una solución sólida, cuanto mayor es el contenido, tanto mayor se hace la resistencia a la tracción. Sin embargo, cuando el contenido de Si es mayor que 3,00%, una chapa de acero se fragiliza notablemente y se hace difícil fabricar una chapa de acero; por tanto, este valor se define como el límite superior.

Además, dado que la contaminación con Si puede ser inevitable, como en el caso en que se utiliza Si para la desoxidación, se define 0,01% como el límite inferior. El contenido de Si es preferiblemente desde 0,01 a 2,00%.

5 El contenido de Al es desde 0,01 a 3,00%. Cuando el contenido de Al es superior a 3,00%, una chapa de acero se fragiliza notablemente, y se hace difícil fabricar una chapa de acero; por dicha razón se define este valor como límite superior. Adicionalmente, dado que la contaminación con Al puede ser inevitable como en el caso en que se utiliza Al para desoxidación, se define 0,01% como el límite inferior. El contenido de Al es preferiblemente desde 0,05 a 1,10%.

10 El contenido de Mn es desde 1,0 a 3,5%. El contenido de Mn se ajusta a 1,0% o más, para asegurar endurecibilidad durante la estampación en caliente (prensado en caliente). Al mismo tiempo, cuando el contenido de Mn excede de 3,5%, es probable que ocurra segregación de Mn con lo que se produce fácilmente agrietamiento durante la laminación en caliente, por lo que se define este valor como el límite superior.

15 El contenido de P es desde 0,001 a 0,100%. Aunque P actúa como elemento endurecedor de una solución sólida para aumentar la resistencia de una chapa de acero, cuando el contenido se hace mayor, la procesabilidad o facilidad de soldadura de una chapa de acero se ve comprometida desfavorablemente. En especial, cuando el contenido de P excede de 0,100%, el deterioro de la procesabilidad o facilidad de soldadura de una chapa de acero llega a ser notable, por lo que el contenido de P debería limitarse preferiblemente a 0,100% o menos. Aunque no existe ningún límite inferior establecido particularmente, considerando el tiempo de desfosforilación y el coste, el contenido es preferiblemente 0,001% o más.

20 El contenido de S es desde 0,001 a 0,010%. Cuando el contenido de S es demasiado alto, la capacidad de estiramiento de la tira se deteriora y da lugar a agrietamiento durante la laminación en caliente, por lo que el contenido debería reducirse preferiblemente en la medida posible. Especialmente, para prevenir el agrietamiento durante la laminación en caliente y mejorar la procesabilidad, el contenido de S debería limitarse preferiblemente a 0,010% o menos. Aunque no existe ningún límite inferior establecido particularmente, considerando el tiempo de desulfuración y el coste, el contenido es preferiblemente 0,001% o más.

25 El contenido de N es desde 0,0005 a 0,0100%. Dado que N disminuye la energía absorbida de la chapa de acero, el contenido es preferiblemente lo más bajo posible, y el límite superior es 0,0100% o menos. Aunque no existe ningún límite inferior establecido particularmente, considerando el tiempo de desnitrificación y el coste, el contenido es preferiblemente 0,0005% o más.

30 El contenido de Ti es desde 0,000 a 0,200%, y preferiblemente desde 0,001 a 0,200%. El contenido de Nb es desde 0,000 a 0,200%, y preferiblemente desde 0,001 a 0,200%.

35 Ti, y Nb son eficaces para reducir el diámetro del grano cristalino. Cuando Ti o Nb excede de 0,200%, la resistencia a la deformación en caliente durante la producción de una chapa de acero aumenta excesivamente, y la producción de una chapa de acero se hace difícil, por lo que este valor se define como el límite superior. Adicionalmente, dado que Ti y Nb ya no son eficaces por debajo de 0,001, este valor debería definirse preferiblemente como un límite inferior.

El contenido de Mo es desde 0,00 a 1,00%, y preferiblemente desde 0,01 a 1,00%.

Mo es un elemento que mejora la endurecibilidad. Cuando el contenido de Mo es superior a 1,00%, el efecto se satura, por lo que este valor se define como el límite superior. Al mismo tiempo, dado que por debajo de 0,01% no se presenta dicho efecto, este valor debería definirse preferiblemente como el límite inferior.

40 El contenido de Cr es desde 0,00 a 1,00%, y preferiblemente desde 0,01 a 1,00%.

Cr es un elemento que mejora la endurecibilidad. Cuando el contenido de Cr es superior a 1,00%, Cr deteriora una propiedad del chapado basado en cinc, por lo que este valor se define como el límite superior. Al mismo tiempo, dado que por debajo de 0,01% no puede exhibirse el efecto de endurecimiento, este valor debería definirse preferiblemente como el límite inferior.

45 El contenido de V es desde 0,000 a 1,000%, y preferiblemente desde 0,001 a 1,000%.

V es eficaz para reducir el diámetro del grano cristalino. Cuando el contenido de V aumenta, se causa agrietamiento de la plancha y llega a hacerse difícil la producción, por lo que 1,000% se define como el límite superior. Al mismo tiempo, por debajo de 0,001% no se presenta este efecto, por lo que este valor debería definirse preferiblemente como el límite inferior.

50 El contenido de Ni es desde 0,00 a 3,00%, y preferiblemente desde 0,01 a 3,00%.

Ni es un elemento que reduce notablemente la temperatura de transformación. Cuando el contenido de Ni excede de 3,00%, el coste de una aleación llega a hacerse extremadamente alto, por lo que este valor se define como el límite superior. Al mismo tiempo, por debajo de 0,01% no se presenta este efecto, por lo que este valor debería definirse preferiblemente como el límite inferior. El contenido de Ni es más preferiblemente desde 0,02 a 1,00%.

El contenido de B es desde 0,0000 a 0,0050%, y preferiblemente desde 0,0002 a 0,0050%.

B es un elemento que mejora la endurecibilidad. Por tanto, el contenido de B es preferiblemente 0,0002% o más. Al mismo tiempo, cuando el contenido es superior a 0,0050%, el efecto se satura, por lo que este valor se define como el límite superior.

5 El contenido de Ca es desde 0,0000 a 0,0050%, y preferiblemente desde 0,0002 a 0,0050%.

El contenido de Mg es desde 0,0000 a 0,0050%, y preferiblemente desde 0,0002 a 0,0050%.

Ca y Mg son elementos para regulación de una inclusión. Cuando el contenido de Ca o Mg es inferior a 0,0002%, no se exhibe suficientemente este efecto, por lo que este valor debería definirse preferiblemente como el límite inferior. Más allá de 0,0050%, el coste de una aleación llega a hacerse extremadamente alto, por lo que este valor se define como el límite superior.

A este respecto, el término impurezas significa un componente contenido en un material original o un componente introducido en un proceso de producción, que es un componente no añadido intencionalmente a una chapa de acero.

A continuación, se describirá un método para la producción de un artículo moldeado por estampación en caliente según la invención.

15 Un método para la producción de un artículo moldeado por estampación en caliente según la invención es un método, por el cual un acero que contiene los componentes descritos anteriormente se somete a una etapa de laminación en caliente, una etapa de decapado, una etapa de laminación en frío, una etapa de recocido continuo, una etapa de endurecimiento por laminación en frío, y una etapa de electrogalvanización para producir una chapa de acero electrogalvanizado, y la chapa de acero electrogalvanizado se somete a una etapa de moldeo por estampación en caliente para producción de un artículo moldeado por estampación en caliente.

20 Específicamente, por ejemplo, un acero que contiene los componentes descritos anteriormente se convierte en una determinada chapa de acero laminada en caliente en la etapa de laminación en caliente de la manera usual, se eliminan las incrustaciones en la etapa de decapado antes de laminación en frío, y se lamina luego hasta un espesor de chapa predeterminado en la etapa de laminación en frío. Después de ello, la chapa laminada en frío se somete a recocido en la etapa de recocido continuo, y se lamina a una tasa de extensión de aproximadamente 0,4% a 3,0% en la etapa de endurecimiento por laminación en frío. A continuación, la chapa de acero obtenida se somete a chapado hasta un peso predeterminado de chapado en la etapa de electrogalvanización para completar una chapa de acero electrogalvanizado. La chapa de acero electrogalvanizado se moldea luego a una forma predeterminada en la etapa de moldeo por estampación en caliente. Por el proceso anterior, se produce un artículo moldeado por estampación en caliente.

Seguidamente se describirá la etapa de recocido continuo.

35 En la etapa de recocido continuo, se lleva a cabo el recocido para recristalización y obtención de una calidad predeterminada de material. Es en esta etapa de recocido continuo en el que un óxido, etc., que es origen de la conformación posterior de una materia particulada en una capa chapada, se prepara en una interfase entre el chapado y una matriz de acero, o en el interior de una matriz de acero.

40 Generalmente, en una etapa de recocido continuo, se calienta una chapa de acero en una mezcla gaseosa que contiene N₂ y H₂ como componentes principales para evitar la oxidación del Fe en la superficie. Sin embargo, con respecto a un elemento fácilmente oxidable añadido en una chapa de acero, el potencial de oxígeno en equilibrio elemento/óxido es tan bajo, que incluso en dicha atmósfera una parte de aquélla próxima a la superficie se oxida selectivamente, y por tanto está presente un óxido del elemento en la superficie de una chapa de acero y en el interior de una chapa de acero después del recocido.

45 Con respecto a una técnica para la formación de un óxido moderadamente en el interior de una chapa de acero, los inventores han enfocado su atención en una etapa de recocido continuo el que se forma un óxido, para llegar a conocer que por la aplicación de una deformación a una chapa de acero por al menos 4 ciclos de plegado repetido de una chapa de acero durante el calentamiento hasta una temperatura de termodifusión de la chapa para recristalización o aseguramiento de una calidad del material y dentro del intervalo de temperatura de la chapa desde 350°C a 700°C, puede formarse un óxido en el interior de una chapa de acero en una cantidad y forma apropiadas. Esto es posible porque se forma una parte de un óxido en el interior del acero debido a la promoción de la difusión interna de oxígeno en el acero por aplicación de una deformación a una superficie de chapa de acero por plegado repetido, mientras está progresando la oxidación de un elemento fácilmente oxidable.

55 Con respecto a una condición de atmósfera gaseosa en un horno, se utiliza una atmósfera gaseosa utilizada ordinariamente, específicamente una atmósfera gaseosa que contiene hidrógeno en una proporción desde 0,1% vol a 30% vol, H₂O (vapor de agua) correspondiente a un punto de rocío desde -70°C a -20°C, y nitrógeno e impurezas como resto. A este respecto, impurezas en una atmósfera gaseosa significa un componente contenido

en un material original o un componente introducido en un proceso de producción, que es un componente no añadido intencionadamente a una atmósfera gaseosa.

5 Cuando la concentración de hidrógeno es menor que 0,1% vol, un film oxidada basada en Fe presente en la superficie de una chapa de acero no puede reducirse completamente y por tanto no puede asegurarse la humectabilidad del chapado. Por consiguiente, la concentración de hidrógeno de una atmósfera reductora durante el recocido debería ser 0,1% vol o mayor. Adicionalmente, cuando la concentración de hidrógeno excede de 30% vol, el potencial de oxígeno en una atmósfera gaseosa llega a hacerse bajo, y se hace difícil formar cierta cantidad de un óxido de un elemento fácilmente oxidable. Por tanto, la concentración de hidrógeno de una atmósfera reductora durante el recocido debería ser 30% vol o menor.

10 El punto de rocío debería ser desde -70°C a -20°C . Por debajo de -70°C , se hace difícil asegurar un potencial de oxígeno necesario para la oxidación interna de un elemento fácilmente oxidable, tal como Si y Mn, en el interior del acero. Al mismo tiempo, cuando aquél excede de -20°C no puede reducirse completamente un film oxidado basado en Fe, y no puede asegurarse la humectabilidad del chapado.

15 A este respecto, la concentración de hidrógeno y el punto de rocío en una atmósfera se miden por monitorización continua de una atmósfera gaseosa en un horno de recocido con un densitómetro de hidrógeno o un medidor de punto de rocío.

20 Cuando una chapa de acero se somete a recocido en la atmósfera gaseosa, una región de temperatura, dentro de la cual se realiza el plegado repetido de una chapa de acero, es desde 350°C a 700°C . Dado que la oxidación de un elemento fácilmente oxidable en una chapa de acero progresa significativamente a una temperatura alta de 350°C o más, incluso cuando el plegado repetido se realiza en una resina temperatura inferior a 350°C , el mismo no tiene efecto alguno sobre la oxidación. Se supone que, por aplicación de una deformación debida al plegado repetido de una superficie de chapa de acero en una región de temperatura en la que ocurre significativamente el fenómeno de oxidación, se promueve la difusión interna del oxígeno en la chapa de acero y se forma un óxido en el interior de la chapa de acero.

25 Al mismo tiempo, cuando una chapa acero se calienta por encima de 700°C , avanzan la recristalización y el crecimiento del grano en un tejido de chapa de acero. Por tanto, para la micronización del tejido de una superficie de chapa de acero por formación de un óxido en el interior de la chapa de acero, es necesario aplicar cierta deformación por realización del plegado repetido de una chapa de acero dentro de una región de temperatura desde 350°C a 700°C .

30 Los resultados de una investigación acerca de la cantidad de formación de un óxido en el interior de una chapa de acero, cuando una chapa de acero que contenía C: 0,20%, Si: 0,15%, and Mn: 2,0% se sometió a plegado de 90° en un número designado en condiciones calentadas a temperatura constante, se muestran en Fig. 6A a Fig. 6C. Lo anterior se llevó a cabo en una condición en que la atmósfera en el horno durante el calentamiento era una atmósfera mixta de 5% H_2 y N_2 , y el punto de rocío estaba regulado a -40°C . El tiempo de retención era 3 min. Es obvio que, en el caso en que una chapa de acero se calienta a 300°C o más, y el número de plegados es 4 veces o más, la cantidad de formación de un óxido en el interior de una chapa de acero aumenta.

35 Para confirmar si el número de plegados repetidos se lleva a cabo o no dentro del intervalo de temperatura predeterminado en un número predeterminado, y para su regulación, es preferible medir la temperatura de una chapa de acero en un horno de recocido por instalación de un termómetro de radiación o un termómetro de tipo contacto en el horno. Sin embargo, desde un punto de vista de restricción de equipo, ello no es práctico, aunque no imposible. Por tanto, en un caso en el que la temperatura de una chapa de acero no puede medirse directamente, se utilizan la estructura del horno, la cantidad de aporte de calor, la circulación de un gas del horno, el tamaño de una chapa de acero a suministrar, la velocidad de la línea, la temperatura en un horno, y una temperatura real u objetivo de la entrada y salida de un horno y/o una chapa. A partir de un resultado de predicción en línea, o un resultado de cálculo anterior fuera de línea basado en las condiciones anteriores utilizando una simulación de transmisión de calor por ordenador o un cálculo simplificado de transmisión de calor, se identifica el número de plegados repetidos cuando la temperatura de la chapa está dentro del intervalo desde 350°C a 700°C . En caso necesario, deberían regularse preferiblemente la cantidad de aporte de calor, la velocidad de la línea, etc. A este respecto, la simulación de la transmisión de calor o el cálculo simplificado de transmisión de calor pueden ser los utilizados regularmente por las personas expertas en la técnica, por ejemplo, una ecuación de transmisión de calor simplificada, o una simulación por computadora, siempre que los mismos cumplan con la teoría de la transmisión de calor.

40 Dado que prácticamente no se produce efecto alguno cuando el número de plegados repetidos es 3 veces o menos, se requieren al menos 4 veces. En cuanto al límite superior del número de plegados repetidos, según Fig. 6A hasta Fig. 6C, los efectos son más o menos idénticos entre 4 veces y 10 veces, aunque existe cierta fluctuación, y, por tanto, no se ha definido particularmente ningún límite superior. No obstante, si el número excede de 10 veces, la instalación del horno puede llegar a ser considerablemente mayor y más larga comparada con una usual, y, por tanto, el límite superior es preferiblemente 10 veces desde un punto de vista de limitaciones de la instalación. En el caso de que no exista limitación alguna de la instalación, el número puede ser 10 veces o más.

El ángulo del presente plegado repetido se decide desde 90° a 220° según Fig. 7. En el caso de un ángulo menor de

90°, no puede obtenerse suficientemente un efecto del plegado. Aunque no está regulado ningún límite superior particular, un ángulo mayor de 220° es difícil debido a una disposición de los rodillos, y se considera una línea de paso de 220° en un horno como el límite superior. A este respecto, el ángulo de plegado significa un ángulo formado por la dirección longitudinal de una chapa de acero antes del plegado y la dirección longitudinal de una chapa de acero después del plegado. Aunque no existe regla particular alguna de una técnica para el plegado de una chapa de acero, en el caso de una línea de recocido continuo el plegado en la dirección longitudinal es posible con rodillos de solera en un horno. En este caso, el ángulo de plegado corresponde a un ángulo de contacto con los rodillos de solera.

Con respecto al número de plegados repetidos de una chapa de acero, un par de plegados de ambas superficies de una chapa de acero en una dirección se cuenta como 1 vez. En el caso en el que los plegados de una chapa de acero en la misma dirección ocurren sucesivamente 2 veces o más, los plegados sucesivos se cuentan como 1 vez. Además, en el caso en que los plegados de una chapa de acero con un ángulo de plegado menor que 90° ocurren sucesivamente 2 veces o más en la misma dirección, y el total de los ángulos de plegado llega a estar comprendido entre 90° y 220°, los plegados sucesivos se cuentan como 1 vez.

Fig. 7 muestra los resultados de investigaciones en cuanto a la cantidad de formación de un óxido en el interior de una chapa de acero que contenía C: 0,20%, Si: 0,15%, y Mn: 2,0%, y se sometió a plegado 4 veces en un ángulo de plegado diferente en una condición en la cual la chapa de acero se calentó a cierta temperatura, la atmósfera en un horno durante el calentamiento era una atmósfera mixta de 5% H₂ y N₂, y el punto de rocío estaba controlado a -40°C. El tiempo de retención era 3 min.

A continuación, se describirá la etapa de electrogalvanización.

En la etapa de electrogalvanización, cada superficie de una chapa de acero está revestida con un chapado basado en cinc no inferior a 5 g/m² y menor que 40 g/m². Aunque puede aplicarse cualquiera de chapado eléctrico de cinc, y chapado de aleación eléctrica de cinc como método para el revestimiento de una capa chapada, siempre que pueda asegurarse una capa chapada con un peso de chapado no inferior a 5 g/m² y menor que 40 g/m² para cada superficie, es preferible el chapado con aleación eléctrica de cinc a fin de asegurar de manera estable un peso de chapado predeterminado en la dirección de la anchura, así como en la dirección de paso de la chapa. A este respecto, el chapado de aleación eléctrica de cinc electrodeposita, junto con Zn, elementos tales como Fe, Ni, Co, Cr o análogos correspondientes a un objeto propuesto en la etapa de chapado eléctrico, y forma una aleación compuesta de Zn y estos elementos como una capa chapada.

No existe restricción particular alguna en cuanto a la composición de una capa chapada, y en la medida en que el cinc ocupa 70% o más en porcentaje en peso, y la capa chapada de aleación de cinc puede contener como componentes restantes los elementos de aleación, tales como Fe, Ni, Co, y Cr, correspondientes a una finalidad propuesta. Además, pueden estar incluidos algunos de Al, Mn, Mg, Sn, Pb, Be, B, Si, P, S, Ti, V, W, Mo, Sb, Cd, Nb, Cr, Sr, etc., que pueden mezclarse inevitablemente a partir de un material original, etc. Aunque algunos de ellos se solapan con elementos de aleación para el chapado eléctrico de aleación de cinc, un elemento con un contenido inferior a 0,1% se considera como impureza.

A continuación, se describirá la etapa de moldeo por estampación en caliente.

En la etapa de moldeo por estampación en caliente, una chapa de acero electrogalvanizado, cuya temperatura se eleva con una velocidad media de aumento de temperatura de 50 °C/s o más hasta un intervalo de temperatura desde 700°C a 1100°C, se estampa en caliente en un tiempo de 1 minuto desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta el estampado en caliente, y se enfría luego a la temperatura normal.

Específicamente, una chapa de acero electrogalvanizado se calienta para estampación en caliente con una velocidad media de elevación de la temperatura de 50°C/s o más por calentamiento Joule, calentamiento por inducción, etc. Por este calentamiento, la temperatura de la chapa de acero se eleva hasta un intervalo de temperatura desde 700°C a 1100°C. Cuando la chapa de acero se ha calentado a una temperatura predeterminada, se retiene a la misma durante cierto periodo de tiempo, y se enfría luego a una velocidad de enfriamiento predeterminado. Después que se ha enfriado a una temperatura predeterminada, se lleva a cabo la estampación en caliente dentro de 1 min o menos desde el comienzo de la elevación de temperatura de la chapa de acero. Dicho de otro modo, la estampación en caliente se conduce de tal manera que el tiempo total que comprende el tiempo de elevación de temperatura, el tiempo de enfriamiento, y el tiempo de retención es 1 min o menos.

Por la realización de la etapa de moldeo por estampación en caliente en las condiciones anteriores sobre una chapa de acero electrogalvanizado que se ha sometido a la etapa de recocido continuo, y la etapa de electrogalvanización, la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe en una capa chapada del artículo moldeado por estampación en caliente puede reducirse a un intervalo desde 0 g/m² a 15 g/m². Además, por calentamiento para la estampación en caliente en la etapa de moldeo por estampación en caliente, pueden formarse materiales particulados con un diámetro medio desde 10 nm a 1 µm en una capa chapada at 1x10 hasta 1x10⁴ pcs por 1 mm de longitud de la capa chapada.

Ejemplos

A continuación, se presentarán ejemplos de la invención.

- 5 Aceros con los componentes que se muestran en la Tabla 1 se sometieron a laminación en caliente, decapado, y laminación en frío de la manera usual para producir chapas de acero (chapas brutas) de los grados de acero A a T. A continuación, las chapas de acero producidas se sometieron a recocido continuo. El recocido continuo se condujo en una atmósfera gaseosa que contenía 10% de hidrógeno, y vapor de agua correspondiente a un punto de rocío de -40°C, así como nitrógeno e impurezas como resto y en una condición de 800°C durante 100 s. En el recocido continuo, se realizó un plegado repetido sobre una chapa de acero mediante rodillos en un número indicado en la Tabla 2 durante el calentamiento y a una temperatura de la chapa dentro del intervalo de 10 350°C a 700°C. El plegado repetido de la chapa de acero se condujo en un ángulo de plegado indicado en la Tabla 2 y la Tabla 3 hacia direcciones alternativas diferentes desde la cara de la chapa. A este respecto, el plegado repetido de una chapa de acero en veces múltiples se llevó a cabo totalmente en un ángulo de que se muestra en la Tabla 2 y la Tabla 3. Después de ello, una chapa de acero sometida a recocido continuo se enfrió a la temperatura normal y se sometió a endurecimiento por laminación en frío en una tasa de extensión de 1,0%.
- 15 A continuación, una chapa de acero que había sufrido el recocido continuo y el endurecimiento por laminación en frío se sometió a electrogalvanización de la clase de chapado hasta un peso de chapado en cada superficie indicado en la Tabla 2 y la Tabla 3 para obtener una chapa de acero electrogalvanizado. Los componentes, el peso de chapado, y la cantidad de Zn en una capa chapada de la chapa de acero se examinaron con un analizador de emisión ICP en una solución preparada disolviendo la capa chapada con una solución de HCl al 20 10% que contenía un inhibidor.
- Seguidamente, la chapa de acero electrogalvanizado se sometió a moldeo por estampación en caliente en una condición que se muestra en la Tabla 2 y la Tabla 3. Específicamente, se calentó una chapa de acero una velocidad media de aumento de la temperatura indicada en las Tablas 2 y 3 utilizando calentamiento por inducción. Después que una chapa de acero alcanzó una temperatura indicada en las Tablas 2 y 3, se mantuvo 25 la misma en dicha condición durante un tiempo de retención indicado en la Tabla 2 y la Tabla 3. Después de enfriamiento a 20°C/s, la chapa de acero se estampó en caliente a 680°C. A este respecto, la estampación en caliente se condujo de tal modo que el tiempo requerido desde el comienzo del aumento de temperatura (comienzo del calentamiento) hasta la estampación en caliente (periodo de tiempo desde el comienzo del calentamiento hasta la estampación en caliente) resultó ser el tiempo indicado en la Tabla 2 y la Tabla 3.
- 30 Por dicho proceso, se produjeron artículos moldeados por estampación en caliente que tenían diferentes tejidos y estructuras en capas chapadas después del moldeo por estampación en caliente.
- Se cortó una muestra a partir de un artículo moldeado por estampación en caliente producido, y se midió la cantidad de un compuesto intermetálico Zn-Fe por unidad de área de una capa chapada por el método de medida indicado anteriormente.
- 35 Adicionalmente, se observó una sección transversal de la muestra para determinar el diámetro medio de materias particuladas en una capa chapada y el número de materias particuladas por 1 mm de la capa chapada por los métodos de medida indicados anteriormente. La observación de una sección transversal de la muestra se realizó con un aumento de 50,000 utilizando un FE-SEM/EDS. A este respecto, las materias particuladas presentes en una capa chapada en el test así realizada eran partículas de MnO, Mn₂SiO₄ y (Mn,Cr)₃O₄.
- 40 Además, después del moldeo por prensado en caliente se seleccionaron al azar 10 puntos en las superficies de prensado de un molde de prensado, donde se desprendió con una cinta adhesiva de celofán una sustancia pegada al molde, y se identificó utilizando un SEM/EDS para examinar si se había pegado o no al molde un compuesto intermetálico Zn-Fe.
- 45 Ulteriormente, sobre el artículo conformado por prensado en caliente obtenido, se llevó a cabo el test de adherencia de la pintura. Un caso en el que la ratio de área de despegado (el número de celdillas de red despegadas por 100 celdillas de red) en el patrón de red en ángulo recto es 2% o menos, se designó como A, 1% o menos se designó como AA, y más allá de 2% se designó como C.
- El producto que satisface los requerimientos de la invención no exhibe pegado del chapado a un molde, ni formación de incrustaciones de Fe, y es excelente en adherencia de la pintura.
- 50 Los detalles de los Ejemplos y los resultados de la evaluación se resumen en la Tabla 1 a la Tabla 5.

ES 2 749 209 T3

[Tabla 1]

| Grado de acero | C | Si | Mn | P | S | Al | N | Otro elemento seleccionado |
|----------------|------|------|-----|------|-------|------|-------|-----------------------------------|
| A | 0.22 | 0.15 | 2.0 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | |
| B | 0.18 | 0.01 | 1.0 | 0.01 | 0.007 | 0.08 | 0.002 | |
| C | 0.19 | 0.30 | 2.5 | 0.01 | 0.003 | 0.06 | 0.002 | |
| D | 0.11 | 2.00 | 3.5 | 0.01 | 0.008 | 0.05 | 0.002 | |
| E | 0.28 | 1.50 | 2.5 | 0.01 | 0.005 | 1.10 | 0.002 | |
| F | 0.25 | 1.50 | 3.0 | 0.01 | 0.004 | 0.58 | 0.002 | |
| G | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.004 | 0.06 | 0.002 | Cr: 0.20 |
| H | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.004 | 0.06 | 0.002 | B: 0.0010 |
| I | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.004 | 0.06 | 0.002 | Ti: 0.100 |
| J | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | V: 0.300 |
| K | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Mo: 0.10 |
| L | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Cr: 0.30, B: 0.0010 |
| M | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Ti: 0.010, B: 0.0010 |
| N | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | V: 0.200, Mo: 0.05 |
| O | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Ni: 0.30, Nb: 0.050 |
| P | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Ca: 0.0030, Mg: 0.0050 |
| Q | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Cr: 0.30, B: 0.0010, Mo: 0.01 |
| R | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Ti: 0.010, B: 0.0010, Mo: 0.01 |
| S | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Ca: 0.0010, B: 0.0010, Mg: 0.0010 |
| T | 0.20 | 0.15 | 1.5 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | 0.002 | Ni: 0.30, Ti: 0.005, Nb: 0.005 |

[Tabla 2]

| Test N ^o . | Grado de acero | Recocido continuo | | Revestimiento electrogalvanizado | | | Moldeo por estampación en caliente | | | |
|-----------------------|----------------|--|-------------------------|----------------------------------|---|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Plegado repetido dentro del intervalo de 350 a 700°C | Número repetido (veces) | Clase de chapado | Cantidad dechapado pegada (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura máxima de calentamiento (°C) | Tiempo de retención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| | | | | | | | | | | |
| 1 | A | 150 | 5 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 10 | 32 |
| 2 | A | 150 | 4 | Chapado eléctrico de Zn | 19 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 3 | A | 90 | 7 | Chapado eléctrico de Zn | 21 | 21 | 80 | 840 | 20 | 38 |
| 4 | A | 150 | 6 | Chapado eléctrico de Zn | 7 | 7 | 80 | 840 | 1 | 19 |
| 5 | A | 220 | 8 | Chapado eléctrico de Zn | 28 | 28 | 80 | 1050 | 2 | 33 |
| 6 | A | 150 | 9 | Chapado eléctrico de Zn | 38 | 38 | 80 | 1050 | 20 | 51 |
| 7 | A | 150 | 8 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 8 | A | 150 | 6 | Chapado eléctrico de Zn | 21 | 21 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 9 | A | 150 | 4 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |

(continuación)

| Test Núm. | Grado de acero | Recocido continuo | | Revestimiento electrogalvanizado | | Moldeo por estampación en caliente | | | | |
|-----------|----------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Número repetido (veces) | Ángulo de plegado (°) | Clase de chapado | Cantidad de chapado pegada (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura máxima de calentamiento (°C) | Tiempo de retención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| 10 | A | 10 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 11 | B | 5 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 10 | 32 |
| 12 | B | 4 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 19 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 13 | B | 7 | 90 | Chapado eléctrico de Zn | 21 | 21 | 80 | 840 | 20 | 38 |
| 14 | B | 6 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 7 | 7 | 80 | 840 | 1 | 19 |
| 15 | B | 8 | 220 | Chapado eléctrico de Zn | 28 | 28 | 80 | 1050 | 2 | 33 |
| 16 | B | 9 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 38 | 38 | 80 | 1050 | 20 | 51 |
| 17 | B | 8 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |

| Test N° | Grado de acero | Recocido continuo | | Revestimiento electrogalvanizado | | Moldeo por estampación en caliente | | | | |
|---------|----------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Número repetido (veces) | Ángulo de plegado (°) | Clase de chapado | Cantidad de chapado pegada (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura máxima de calentamiento (°C) | Tiempo de retención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| 18 | B | 6 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 21 | 21 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 19 | B | 4 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 20 | B | 10 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 21 | C | 5 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 10 | 32 |
| 22 | C | 4 | 90 | Chapado eléctrico de Zn | 19 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 23 | C | 7 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 21 | 21 | 80 | 840 | 20 | 38 |
| 24 | C | 6 | 220 | Chapado eléctrico de Zn | 7 | 7 | 80 | 840 | 1 | 19 |
| 25 | C | 8 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 28 | 28 | 80 | 1050 | 2 | 33 |

(continuación)

| Test Núm. | Grado de acero | Recocido continuo | | Revestimiento electrogalvanizado | | | Moldeo por estampación en caliente | | | |
|-----------|----------------|--|-----------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Plegado repetido dentro del intervalo de 350 a 700°C | Ángulo de plegado (°) | Clase de chapado | Cantidad de chapado pegada (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura máxima de calentamiento (°C) | Tiempo de retención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| 26 | C | Número repetido (veces) | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 38 | 38 | 80 | 1050 | 20 | 51 |
| 27 | C | 8 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 28 | C | 6 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 21 | 21 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 29 | C | 4 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 30 | C | 10 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 31 | D | 5 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 10 | 32 |
| 32 | E | 4 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 19 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 33 | F | 7 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 21 | 21 | 80 | 840 | 20 | 38 |

(continuación)

| Test Núm. | Grado de acero | Recocido continuo | | Revestimiento electrogalvanizado | | | Moldeo por estampación en caliente | | | |
|-----------|----------------|--|-----------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Plegado repetido dentro del intervalo de 350 a 700°C | Ángulo de plegado (°) | Clase de chapado | Cantidad de chapado pegada (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura máxima de calentamiento (°C) | Tiempo de retención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| | | Número repetido (veces) | | | | | | | | |
| 34 | G | 6 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 7 | 7 | 80 | 840 | 1 | 19 |
| 35 | H | 8 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 28 | 28 | 80 | 1050 | 2 | 33 |
| 36 | I | 9 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 38 | 38 | 80 | 1050 | 20 | 51 |
| 37 | J | 5 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 25 | 25 | 80 | 900 | 2 | 24 |
| 38 | K | 9 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 38 | 38 | 80 | 1050 | 20 | 51 |
| 39 | L | 8 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 40 | M | 4 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 19 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |

[Tabla 3]

| Test Núm. | Grado de acero | Recocido continuo | | Revestimiento electrogalvanizado | | Moldeo por estampación en caliente | | | | |
|-----------|----------------|-------------------------|--|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Número repetido (veces) | Plegado repetido dentro del intervalo de 350 a 700°C | Clase de chapado | Cantidad de chapado pegada (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura máxima de calentamiento (°C) | Tiempo de retención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| 41 | N | 6 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 7 | 7 | 80 | 840 | 1 | 19 |
| 42 | O | 6 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 21 | 21 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 43 | P | 10 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 44 | Q | 4 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 45 | R | 5 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 10 | 32 |
| 46 | S | 4 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 19 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 47 | T | 9 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 38 | 38 | 80 | 1050 | 20 | 51 |
| 48 | A | 5 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 20 | 18 | 80 | 900 | 10 | 32 |
| 49 | A | 4 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 19 | 17 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 50 | A | 7 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 21 | 19 | 80 | 840 | 20 | 38 |
| 51 | A | 6 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 7 | 6 | 80 | 840 | 1 | 19 |

(continuación)

| Test Núm. | Grado de acero | Recocido continuo | | Revestimiento electrogalvanizado | | Moldeo por estampación en caliente | | | | |
|-----------|----------------|--|-----|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Plegado repetido dentro del intervalo de 350 a 700°C | de | Clase chapado | Cantidad de chapado pegado (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura de máxima calentamiento (°C) | Tiempo de detención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| 52 | A | 8 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 28 | 25 | 80 | 1050 | 2 | 33 |
| 53 | A | 9 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 38 | 34 | 80 | 1050 | 20 | 51 |
| 54 | A | 8 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 20 | 18 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 55 | A | 6 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 21 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 56 | A | 4 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 20 | 18 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 57 | A | 10 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Fe | 20 | 18 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 58 | A | 5 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 20 | 18 | 80 | 900 | 10 | 32 |
| 59 | A | 4 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 19 | 17 | 80 | 900 | 0 | 22 |

(continuación)

| Test Núm. | Grado de acero | Recocido continuo | | Clase de chapado | Revestimiento electrogalvanizado | | Moldeo por estampación en caliente | | | |
|-----------|----------------|--|-----------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Plegado repetido dentro del intervalo de 350 a 700°C | Ángulo de plegado (°) | | Cantidad de chapado pegada (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura máxima de calentamiento (°C) | Tiempo de retención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| 60 | A | 7 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 21 | 19 | 80 | 840 | 20 | 38 |
| 61 | A | 6 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 7 | 6 | 80 | 840 | 1 | 19 |
| 62 | A | 8 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 28 | 25 | 80 | 1050 | 2 | 33 |
| 63 | A | 9 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 38 | 34 | 80 | 1050 | 20 | 51 |
| 64 | A | 8 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 20 | 18 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 65 | A | 6 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 21 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 66 | A | 4 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 20 | 18 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 67 | A | 10 | 150 | Chapado eléctrico Zn-10% Ni | 20 | 18 | 80 | 900 | 0 | 22 |

(continuación)

| Test Núm. | Grado de acero | Recocido continuo | | Revestimiento electrogalvanizado | | Moldeo por estampación en caliente | | | | |
|-----------|----------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--|-------------------------|--|
| | | Número repetido (veces) | Ángulo de plegado (°) | Clase chapado | Cantidad de chapado pegada (g/m ²) | Cantidad de Zn (g/m ²) | Velocidad media de elevación de la temperatura (°C/s) | Temperatura de máxima calentamiento (°C) | Tiempo de detención (s) | Tiempo requerido desde el comienzo de la elevación de temperatura hasta la estampación en caliente (s) |
| 68 | A | 5 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 51 | 51 | 80 | 1000 | 20 | 48 |
| 69 | A | 4 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 2 | 2 | 80 | 800 | 0 | 16 |
| 70 | A | 1 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 71 | A | 0 | - | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 72 | A | 3 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 20 | 20 | 80 | 800 | 0 | 16 |
| 73 | A | 3 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 19 | 19 | 80 | 900 | 0 | 22 |
| 74 | A | 5 | 150 | Chapado eléctrico de Zn | 35 | 35 | 80 | 750 | 0 | 13 |

[Tabla 4]

| Test N ^o | Grado de acero | Capa chapada del artículo conformado por prensado en caliente | | | | Evaluación | | | |
|---------------------|----------------|---|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|---|--------------------------|---------------|
| | | Cantidad de compuesto intermetálico Zn-Fe (g/m ²) | Diámetro medio de partícula (nm) | Log de materia (pcs/mm) | Log del número de partícula | Chapado pegado al molde, existente o no | Formación de incrustaciones de Fe, existente o no | Adherencia de la pintura | Observaciones |
| 1 | | 0,0 | 18 | | 1,6 | No | No | AA | Ejemplo |
| 2 | A | 0,0 | 18 | | 2,5 | No | No | AA | Ejemplo |
| 3 | A | 1,5 | 23 | | 3,2 | No | No | AA | Ejemplo |
| 4 | A | 5,0 | 22 | | 2,6 | No | No | AA | Ejemplo |
| 5 | A | 0,0 | 24 | | 3,3 | No | No | AA | Ejemplo |
| 6 | A | 3,8 | 28 | | 3,6 | No | No | A | Ejemplo |
| 7 | A | 0,0 | 22 | | 3,8 | No | No | A | Ejemplo |
| 8 | A | 0,0 | 19 | | 1,6 | No | No | AA | Ejemplo |
| 9 | A | 0,0 | 13 | | 1,2 | No | No | AA | Ejemplo |
| 10 | A | 0,0 | 26 | | 3,7 | No | No | A | Ejemplo |
| 11 | B | 0,0 | 16 | | 1,5 | No | No | AA | Ejemplo |
| 12 | B | 0,0 | 15 | | 2,3 | No | No | AA | Ejemplo |
| 13 | B | 3,5 | 21 | | 2,6 | No | No | AA | Ejemplo |
| 14 | B | 5,6 | 18 | | 2,4 | No | No | AA | Ejemplo |
| 15 | B | 0,0 | 19 | | 3,2 | No | No | AA | Ejemplo |
| 16 | B | 6,9 | 22 | | 3,6 | No | No | AA | Ejemplo |
| 17 | B | 0,0 | 19 | | 3,6 | No | No | AA | Ejemplo |
| 18 | B | 0,0 | 26 | | 1,2 | No | No | AA | Ejemplo |
| 19 | B | 0,0 | 11 | | 1,1 | No | No | A | Ejemplo |
| 20 | B | 0,0 | 21 | | 2,7 | No | No | AA | Ejemplo |
| 21 | C | 0,0 | 22 | | 2,4 | No | No | AA | Ejemplo |
| 22 | C | 0,0 | 24 | | 3,1 | No | No | AA | Ejemplo |
| 23 | C | 1,4 | 28 | | 3,1 | No | No | AA | Ejemplo |

| Test Núm. | Grado de acero | Capa chapada del artículo conformado por prensado en caliente | | | | | (continuación) | | | | Evaluación | | |
|--------------|----------------------|---|-------------------------------|---|---|--|---|----------|------------------|---------------|---------------|--|--|
| | | Cantidad de compuesto intermetálico Zn-Fe (g/m ²) | Díametro partícula (nm) | Log del número de partículas (pcs/mm) | Log del número de partículas (pcs/mm) | Chapado pegado al molde, existente o no | Formación de incrustaciones existente o no | de Fe | de la pintura | Adherencia de | Observaciones | | |
| 24 | C | 3,2 | 25 | 3,2 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 25 | C | 0,0 | 28 | 3,2 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 26 | C | 5,3 | 37 | 3,8 | No | No | No | A | Ejemplo | | | | |
| 27 | C | 0,0 | 28 | 3,7 | No | No | No | A | Ejemplo | | | | |
| 28 | C | 0,0 | 27 | 2,5 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 29 | C | 0,0 | 20 | 1,9 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 30 | C | 0,0 | 25 | 3,8 | No | No | No | A | Ejemplo | | | | |
| 31 | D | 0,0 | 19 | 2 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 32 | E | 0,0 | 18 | 2,1 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 33 | F | 2,2 | 23 | 2,7 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 34 | G | 4,5 | 24 | 3,8 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 35 | H | 0,0 | 25 | 2,4 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 36 | I | 0,0 | 27 | 3,6 | No | No | No | A | Ejemplo | | | | |
| 37 | J | 0,0 | 16 | 2,5 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |
| 38 | K | 0,0 | 27 | 3,6 | No | No | No | A | Ejemplo | | | | |
| 39 | L | 0,0 | 22 | 3,6 | No | No | No | A | Ejemplo | | | | |
| 40 | M | 0,0 | 15 | 2,3 | No | No | No | AA | Ejemplo | | | | |

[Tabla 5]

| Test Núm. | Grado de acero | Capa chapada del artículo conformado por prensado en caliente | | | | Evaluación | | | |
|-----------|----------------|---|--|--|---|---|--------------------------|---------------|--|
| | | Cantidad de compuesto intermetálico Zn-Fe (g/m^2) | Diámetro medio de materia particulada (nm) | Log del número de materia particulada (pcs/mm) | Chapado pegado al molde, existente o no | Formación de incrustaciones de Fe, existente o no | Adherencia de la pintura | Observaciones | |
| 41 | N | 3.5 | 25 | 3.2 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 42 | O | 0,0 | 27 | 2.3 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 43 | P | 0,0 | 26 | 3.8 | No | No | A | Ejemplo | |
| 44 | Q | 0,0 | 20 | 1.7 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 45 | R | 0,0 | 16 | 1.6 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 46 | S | 0,0 | 18 | 2.2 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 47 | T | 6.9 | 22 | 3.1 | No | No | A | Ejemplo | |
| 48 | A | 0,0 | 18 | 2 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 49 | A | 0,0 | 18 | 2.2 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 50 | A | 1.4 | 23 | 2.8 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 51 | A | 5.1 | 22 | 2.4 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 52 | A | 0,0 | 24 | 3.2 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 53 | A | 3.4 | 28 | 3.7 | No | No | A | Ejemplo | |
| 54 | A | 0,0 | 22 | 3.8 | No | No | A | Ejemplo | |
| 55 | A | 0,0 | 19 | 1.7 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 56 | A | 0,0 | 13 | 1.6 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 57 | A | 0,0 | 26 | 3.8 | No | No | A | Ejemplo | |
| 58 | A | 0,0 | 16 | 1.5 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 59 | A | 0,0 | 15 | 2.4 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 60 | A | 2.3 | 21 | 2.6 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 61 | A | 4.3 | 18 | 2.4 | No | No | AA | Ejemplo | |
| 62 | A | 0,0 | 19 | 3.1 | No | No | AA | Ejemplo | |

| Test N°. | Grado de acero | Capa chapada del artículo conformado por prensado en caliente (continuación) | | | | | Evaluación | | | |
|----------|----------------|---|--|--|---|---|--------------------------|---------------------|--|--|
| | | Cantidad de compuesto intermetálico Zn-Fe (g/m ²) | Diámetro medio de materia particulada (nm) | Log del número de materia particulada (pcs/nm) | Chapado pegado al molde, existente o no | Formación de incrustaciones de Fe, existente o no | Adherencia de la pintura | Observaciones | | |
| 63 | A | 4,7 | 22 | 3,7 | No | No | AA | Ejemplo | | |
| 64 | A | 0,0 | 19 | 3,6 | No | No | AA | Ejemplo | | |
| 65 | A | 0,0 | 26 | 1,2 | No | No | AA | Ejemplo | | |
| 66 | A | 0,0 | 11 | 1,1 | No | No | A | Ejemplo | | |
| 67 | A | 0,0 | 21 | 3,4 | No | No | AA | Ejemplo | | |
| 68 | A | 17,4 | 18 | 1,7 | Sí | No | AA | Ejemplo Comparativo | | |
| 69 | A | Inevaluable debido a la formación de incrustaciones de Fe en toda la superficie | | | Pegado de las incrustaciones de Fe | Sí | C | Ejemplo Comparativo | | |
| 70 | A | 0,0 | 8 | 0,4 | No | Sí | C | Ejemplo Comparativo | | |
| 71 | A | 0,0 | 4 | 0,2 | No | Sí | C | Ejemplo Comparativo | | |
| 72 | A | 0,0 | 12 | 0,4 | No | Sí | C | Ejemplo Comparativo | | |
| 73 | A | 0,0 | 16 | 0,3 | No | Sí | C | Ejemplo Comparativo | | |
| 74 | A | 22,0 | 20 | 1,8 | Sí | No | AA | Ejemplo Comparativo | | |

Aunque la invención se ha descrito en términos de las Realizaciones y Ejemplos preferidos según la invención, tales realizaciones y ejemplos son solamente un ejemplo dentro del rango de la esencia de la invención, y adición, omisión, o reemplazamiento. Es decir, la descripción que antecede no pretende limitar el alcance de la invención, y son posibles sin duda alguna diversas alteraciones dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo moldeado por estampación en caliente que puede obtenerse por estampación en caliente una chapa de acero electrogalvanizado que consiste, como componentes de una chapa de acero, en % en peso, en:

C: desde 0,10 a 0,35%,

5 Si: desde 0,01 a 3,00%,

Al: desde 0,01 a 3,00%,

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

P: desde 0,001 a 0,100%,

S: desde 0,001 a 0,010%,

10 N: desde 0,0005 a 0,0100%,

Ti: desde 0,000 a 0,200%,

Nb: desde 0,000 a 0,200%,

Mo: desde 0,00 a 1,00%,

Cr: desde 0,00 a 1,00%,

15 V: desde 0,000 a 1,000%,

Ni: desde 0,00 a 3,00%,

B: desde 0,0000 a 0,0050%,

Ca: desde 0,0000 a 0,0050%, y

Mg: desde 0,0000 a 0,0050%,

20 siendo el resto Fe e impurezas,

en donde la chapa de acero está electrogalvanizada en cada cara con un peso de chapado no inferior a 5 g/m² e inferior a 40 g/m²;

en donde una capa galvanizada del artículo moldeado por estampación en caliente está configurada con 0 g/m² a 15 g/m² de un compuesto intermetálico Zn-Fe y una fase de solución sólida Fe-Zn como resto,

25 en donde, en la capa galvanizada del artículo moldeado por estampación en caliente están presentes 1 x 10 pcs a 1 x 10⁴ pcs de materia particulada con un diámetro medio de 10 nm a 1 µm por 1 mm de longitud de la capa galvanizada,

en donde la materia particulada son óxidos, y en donde la materia particulada es una, o dos o más clases de óxidos que contienen una, o dos o más clases de Si, Mn, Cr o Al.

30 2. El artículo moldeado por estampación en caliente según la reivindicación 1, en donde la chapa de acero comprende, en porcentaje en peso, una, o dos o más clases de:

Ti: desde 0,001 a 0,200%,

Nb: desde 0,001 a 0,200%,

Mo: desde 0,01 a 1,00%,

Cr: desde 0,01 a 1,00%,

35 V: desde 0,001 a 1,000%,

Ni: desde 0,01 a 3,00%,

B: desde 0,0002 a 0,0050%,

Ca: desde 0,0002 a 0,0050%, y

Mg: desde 0,0002 a 0,0050%.

3. El artículo moldeado por estampación en caliente según la reivindicación 1 o 2, en donde la chapa de acero electrogalvanizado es una chapa de acero revestida con aleación electrolítica de cinc.

4. Un método para producción de un artículo moldeado por estampación en caliente, en el cual un acero que consiste, como componentes, en % en peso, en:

- 5 C: desde 0,10 a 0,35%,
 Si: desde 0,01 a 3,00%,
 Al: desde 0,01 a 3,00%,
 Mn: desde 1,0 a 3,5%,
 P: desde 0,001 a 0,100%,
 10 S: desde 0,001 a 0,010%,
 N: desde 0,0005 a 0,0100%,
 Ti: desde 0,000 a 0,200%,
 Nb: desde 0,000 a 0,200%,
 Mo: desde 0,00 a 1,00%,
 15 Cr: desde 0,00 a 1,00%,
 V: desde 0,000 a 1,000%,
 Ni: desde 0,00 a 3,00%,
 B: desde 0,0000 a 0,0050%,
 Ca: desde 0,0000 a 0,0050%, y
 20 Mg: desde 0,0000 a 0,0050%,

siendo el resto Fe e impurezas, se somete a una etapa de laminación en caliente, una etapa de decapado, una etapa de laminación en frío, una etapa de recocido continuo, una etapa de endurecimiento por laminación en frío, y una etapa de electrogalvanización para producir una chapa de acero electrogalvanizado, y la chapa de acero electrogalvanizado se somete a una etapa de moldeo por estampación en caliente para producción de un artículo moldeado estampado en caliente;

- 25 en donde en la etapa de recocido continuo, la chapa de acero se somete a plegado repetido en un ángulo de plegado desde 90° a 220° cuatro o más veces durante el calentamiento de la chapa de acero en una atmósfera gaseosa que contiene hidrógeno en una concentración de 0,1% vol a 30% vol, y H₂O correspondiente a un punto de rocío desde -70°C a -20°C así como nitrógeno e impurezas como resto a una temperatura de la chapa dentro de un intervalo de 350°C a 700°C,
 30

en donde en la etapa de electrogalvanización, cada cara de la chapa de acero se electrogalvaniza con un peso de chapado no inferior a 5 g/m² e inferior a 40 g/m², y

- 35 en donde en la etapa de moldeo por estampación en caliente, la chapa de acero electrogalvanizado se calienta con una velocidad media de elevación de la temperatura de 50°C/seg o más a un intervalo de temperatura de 700°C a 1100°C, se estampa en caliente dentro de 1 min desde el comienzo de la elevación de temperatura, y se enfría después a la temperatura normal.

5. El método para producción de un artículo moldeado por estampación en caliente según la reivindicación 4, en donde el acero comprende, en % en peso, una, o dos o más clases de:

- 40 Ti: desde 0,001 a 0,200%,
 Nb: desde 0,001 a 0,200%,
 Mo: desde 0,01 a 1,00%,
 Cr: desde 0,01 a 1,00%,
 V: desde 0,001 a 1,000%,

Ni: desde 0,01 a 3,00%,

B: desde 0,0002 a 0,0050%,

Ca: desde 0,0002 a 0,0050%, y

Mg: desde 0,0002 a 0,0050%.

FIG.1

— Cambio de la concentración de Fe en una capa chapada durante el prensado en caliente, en un caso en el que se forma una capa chapada en una fase simple de una solución sólida Fe-Zn

----- Cambio de la concentración de Fe en una capa chapada durante el prensado en caliente, en un caso en el que están presentes un compuesto intermetálico Zn-Fe y una solución sólida Fe-Zn en una capa chapada

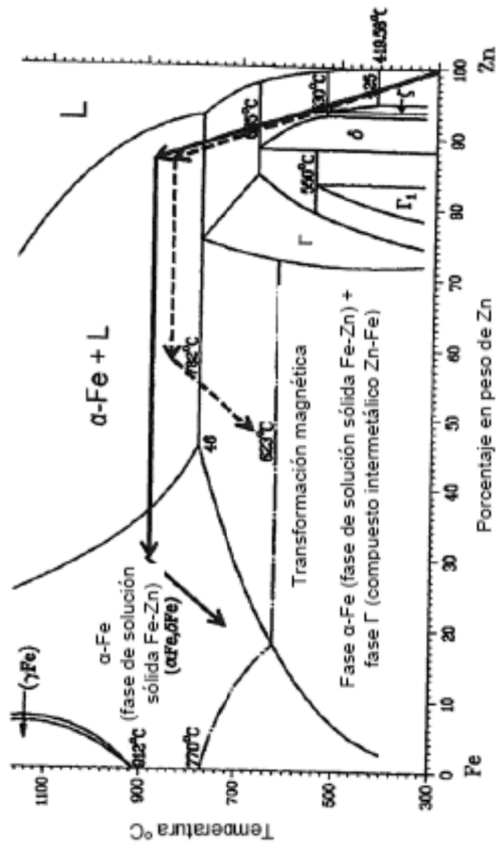


FIG.2

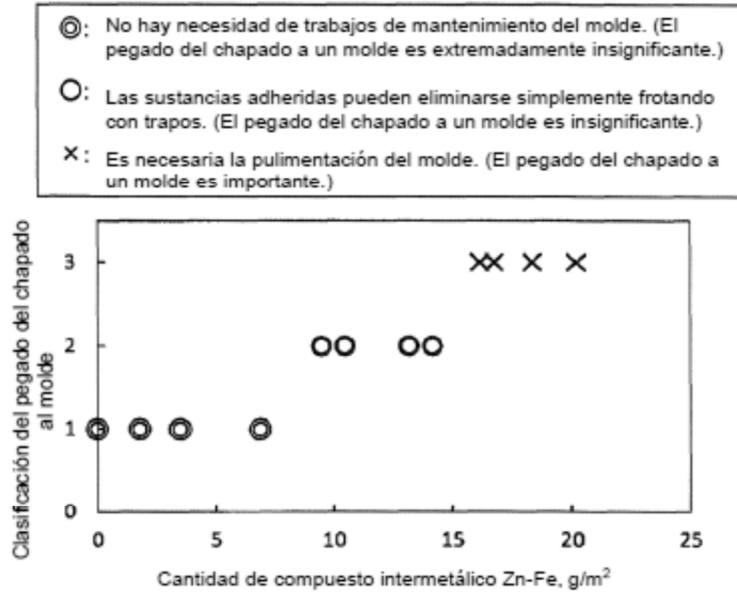
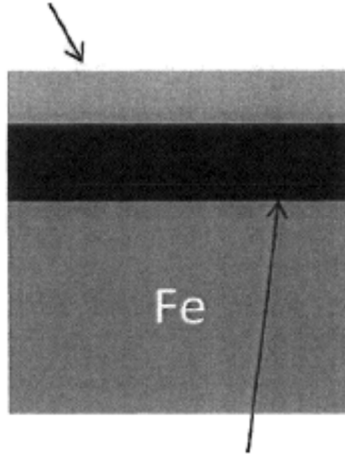


FIG.3A

En un caso en el que no existe cantidad alguna residual de compuesto intermetálico Zn-Fe

Film de óxido basado en Zn



Fase de solución sólida Zn-Fe

FIG.3B

En un caso en el que la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe es 15 g/m² o inferior.

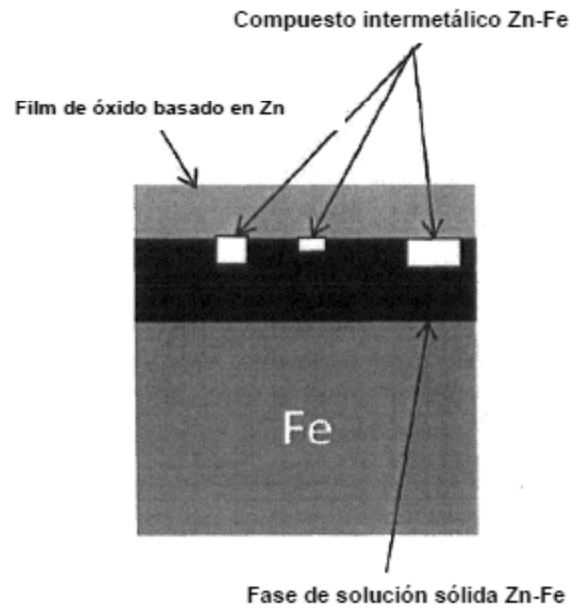


FIG.3C

En un caso en el que la cantidad remanente de un compuesto intermetálico Zn-Fe es superior a 15 g/m^2 -

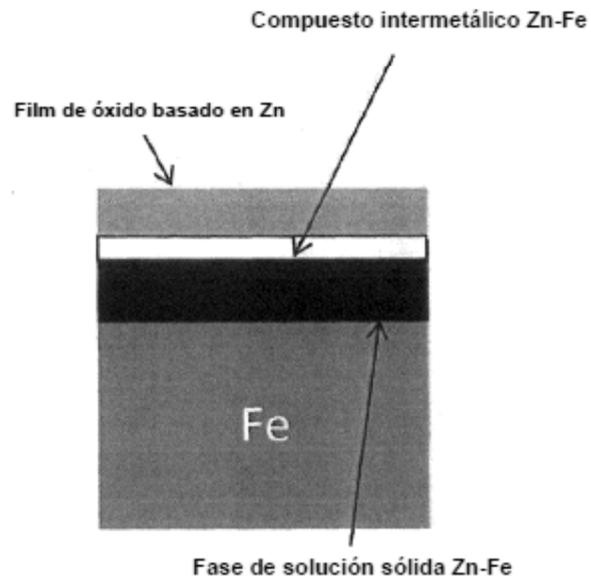


FIG.4

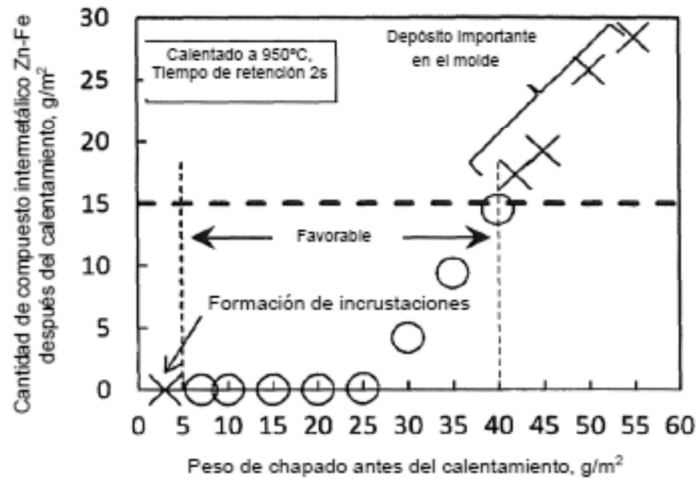


FIG.5

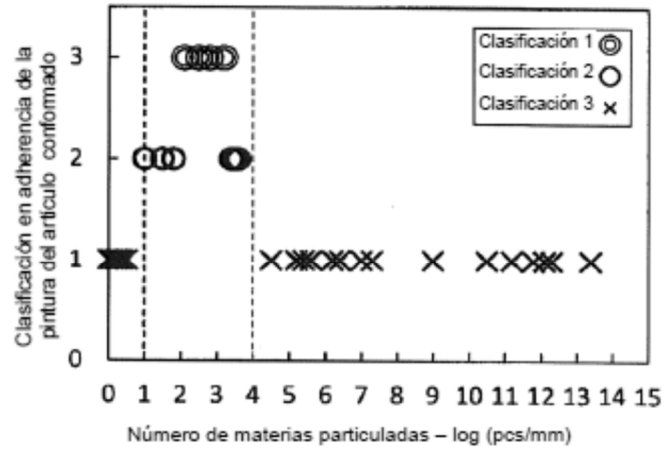


FIG.6A

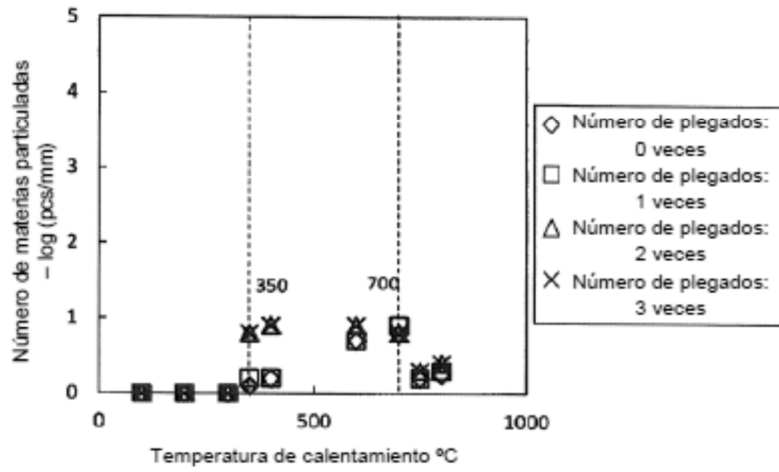


FIG.6B

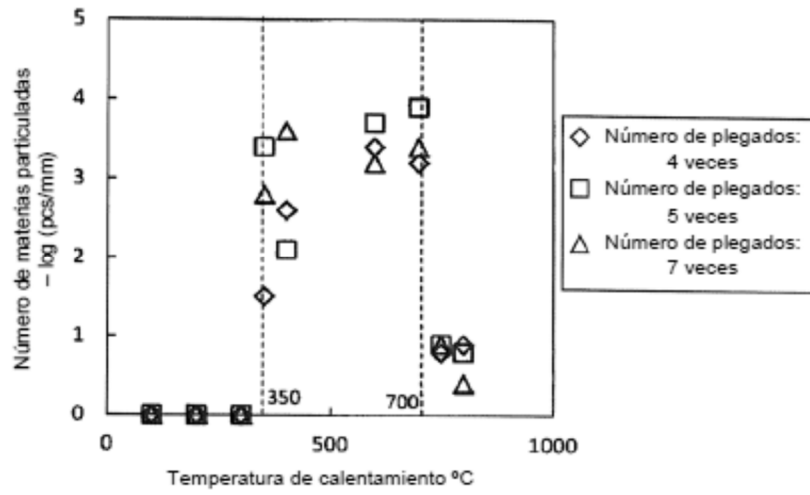


FIG.6C

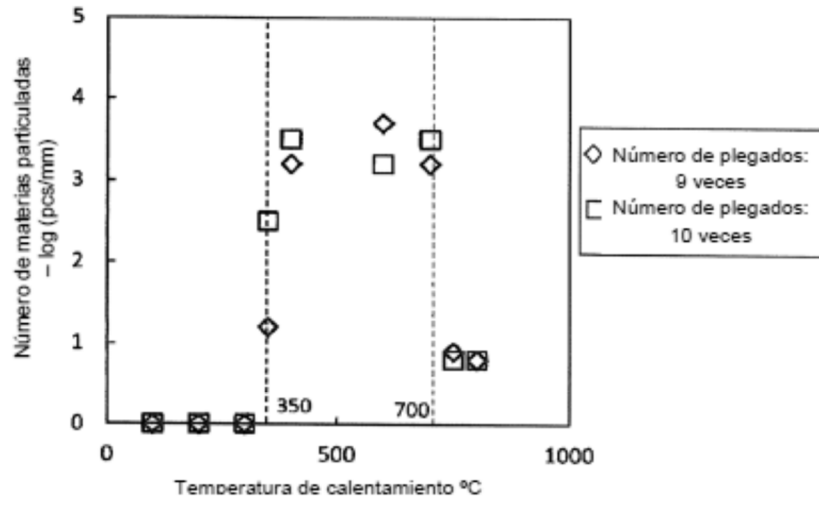


FIG.7

