

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 900 156**

51 Int. Cl.:

C23C 2/06 (2006.01)

C23C 2/28 (2006.01)

C23C 2/16 (2006.01)

C23C 2/40 (2006.01)

C22C 18/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.12.2015** **PCT/KR2015/014253**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016** **WO16105157**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2015** **E 15873684 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.10.2021** **EP 3239346**

54 Título: **Chapa de acero enchapada con aleación de Zn que tiene una excelente fosfatabilidad y soldabilidad por puntos y procedimiento para fabricar la misma**

30 Prioridad:

24.12.2014 KR 20140188046

23.12.2015 KR 20150185499

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

16.03.2022

73 Titular/es:

POSCO (100.0%)

**(Goedong-dong), 6261 Donghaean-ro, Nam-gu
Pohang-si, Gyeongsangbuk-do 37859, KR**

72 Inventor/es:

OH, MIN-SUK;

KIM, SANG-HEON;

KIM, TAE-CHUL;

KIM, JONG-SANG;

YOO, BONG-HWAN y

YUN, HYUN-CHU

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 900 156 T3

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

DESCRIPCIÓN

Chapa de acero enchapada con aleación de Zn que tiene una excelente fosfatibilidad y soldabilidad por puntos y procedimiento para fabricar la misma

Campo técnico

- 5 La presente divulgación se refiere a una chapa de acero enchapada con aleación de cinc que tiene una excelente fosfatibilidad y soldabilidad por puntos y un procedimiento de fabricación de la misma.

Técnica anterior

Recientemente, la chapa de acero enchapada con aleación de cinc se ha utilizado ampliamente en electrodomésticos, automóviles y similares, por lo que existe una creciente demanda de chapas de acero enchapadas con aleación de cinc. A fin de aumentar la adherencia de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc, se requiere una excelente fosfatibilidad en la misma. Sin embargo, en una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con la técnica relacionada, durante la solidificación del cinc enchapado en una superficie de una chapa de acero, se puede formar un grano de cristal de cinc, denominado espángulo, y dicho espángulo puede permanecer en una superficie de una chapa de acero después de la solidificación, por lo que existe una desventaja en cuanto a que la fosfatibilidad puede ser inferior. Para contrarrestar esta desventaja, se ha propuesto una técnica de enchapado que consiste en mezclar diversos elementos añadidos a una capa de enchapado. Como ejemplo representativo, se puede citar una chapa de acero enchapada con aleación de cinc, que mejora la fosfatibilidad de una chapa de acero por medio de la formación de un compuesto intermetálico a base de Zn-Mg-Al por medio de la adición de un elemento tal como aluminio (Al), magnesio (Mg), y similares, a una capa de enchapado. Sin embargo, en dicho compuesto intermetálico a base de Zn-Mg-Al en una chapa de acero enchapada con aleación de cinc, el punto de fusión del mismo es bastante bajo, por lo que la fusión se produce fácilmente durante la soldadura. Por lo tanto, hay una desventaja en que la soldabilidad por puntos de una chapa de acero enchapada se puede deteriorar.

25 Los documentos de Patente JP2002285311-A y CN103361588A desvelan chapas de acero enchapadas con aleación de cinc con buena resistencia a la corrosión y buenas propiedades de soldabilidad por puntos.

Divulgación

Problema técnico

30 La presente divulgación puede proporcionar una chapa de acero enchapada con aleación de cinc que tiene una excelente fosfatibilidad y soldabilidad por puntos y un procedimiento de fabricación de la misma. Otros objetos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la descripción que sigue.

Solución técnica

35 De acuerdo con la presente divulgación, se proporciona una chapa de acero enchapada con aleación de cinc que tiene una excelente fosfatibilidad y soldabilidad por puntos, la chapa de acero enchapada con aleación de cinc incluye una chapa de acero base y una capa de enchapado con aleación de cinc, en la que la capa de enchapado con aleación de cinc incluye, en peso, del 0,5% al 2,8% de Al y del 0,5% al 2,8% de Mg, con un resto de Zn e impurezas inevitables, una estructura seccional de la capa de enchapado con aleación de cinc incluye una estructura monofásica de Zn de más del 50% en porcentaje de área y un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg de menos del 50%, y una estructura superficial de la capa de enchapado con aleación de cinc incluye una estructura monofásica de Zn del 40% o menos en porcentaje de área y un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg del 60% o más.

40 De acuerdo con la presente divulgación, un procedimiento de fabricación de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc incluye: preparar un baño de enchapado con aleación de cinc que incluye, en peso, de 0,5% a 2,8% de Al y de 0,5% a 2,8% de Mg, con un resto de Zn e impurezas inevitables; sumergir una chapa de acero base en el baño de enchapado con aleación de cinc, y obtener una chapa de acero enchapada con aleación de cinc por medio de la realización de un enchapado; limpiar con gas la chapa de acero enchapada con aleación de cinc; enfriar primariamente la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una tasa de enfriamiento primario de 5 °C/seg. o menos (excluyendo 0 °C/seg.) hasta una temperatura final de enfriamiento primario de más de 380 °C a 420 °C o menos, después de la limpieza con gas; mantener la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una temperatura constante durante al menos un segundo a la temperatura final de enfriamiento primario, después del enfriamiento primario; y enfriar secundariamente la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una tasa de enfriamiento secundario de 10 °C/seg. o más hasta una temperatura final de enfriamiento secundario de 320 °C o menos, después de mantener la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una temperatura constante.

Efectos ventajosos

De acuerdo con la presente divulgación, una chapa de acero enchapada con aleación de cinc tiene una excelente

fosfatibilidad y una excelente soldabilidad por puntos.

Descripción de los dibujos

FIG. 1 son imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM) de una estructura de sección transversal de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con una realización ejemplar.

FIG. 2 son imágenes de SEM de la estructura de la superficie de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con una realización ejemplar.

FIG. 3 son imágenes de una superficie de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con una realización ejemplar, después de que la chapa de acero enchapada con aleación de cinc sea tratada con fosfato.

Mejor modo para la invención

Los inventores de la presente invención llevaron a cabo diversos estudios a fin de mejorar simultáneamente la fosfatibilidad y la soldabilidad por puntos de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc, y se obtuvieron los siguientes resultados.

(1) Como una microestructura de una parte de la superficie de una capa de enchapado con aleación de cinc, se asegura una gran cantidad de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg, por lo que se puede mejorar la fosfatibilidad.

(2) Por otro lado, el compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg tiene un punto de fusión bajo, por lo que la soldabilidad por puntos se puede ver inhibida.

(3) Para mejorar la soldabilidad por puntos, como una microestructura de una capa de enchapado con aleación de cinc, es necesario asegurar una gran cantidad de una estructura con un alto punto de fusión. Para ello, es preferente asegurar una gran cantidad de una estructura monofásica de Zn.

(4) A fin de obtener ambos (1) y (3) descritos anteriormente, se asegura una gran cantidad de una estructura monofásica de Zn como una microestructura en una porción transversal de una capa de enchapado con aleación de cinc (una estructura transversal), mientras que se asegura una gran cantidad de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg como una microestructura en una porción superficial de la capa de enchapado con aleación de cinc (una estructura superficial). Por lo tanto, se puede proporcionar una chapa de acero enchapada con aleación de cinc que tenga simultáneamente una excelente fosfatibilidad y soldabilidad por puntos.

En adelante en la presente memoria, se describirá en detalle una chapa de acero enchapada con aleación de cinc que tiene una excelente fosfatibilidad y soldabilidad por puntos.

De acuerdo con la presente divulgación, una chapa de acero enchapada con aleación de cinc, incluye una chapa de acero base y una capa de enchapado con aleación de cinc. En una realización ejemplar, el tipo de la chapa de acero base no está particularmente limitado, y puede ser, por ejemplo, una chapa de acero laminada en caliente o una chapa de acero laminada en frío, utilizada como base de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con la técnica relacionada. Sin embargo, en el caso de la chapa de acero laminada en caliente, se puede formar una gran cantidad de cascarilla oxidada en una superficie de la misma, y la cascarilla oxidada disminuye la adherencia del enchapado, por lo que se puede producir un problema en el que disminuya la calidad del enchapado. De este modo, es más preferente utilizar como base una chapa de acero laminada en caliente, de la que se elimina previamente la cascarilla oxidada por medio de una solución ácida. Mientras tanto, la capa de enchapado con aleación de cinc se puede formar en uno o ambos lados de la chapa de acero base.

La capa de enchapado con aleación de cinc incluye, en peso, de 0,5% a 2,8% de Al y de 0,5% a 2,8% de Mg, con un resto de Zn e impurezas inevitables.

El Mg en la capa de enchapado con aleación de cinc es un elemento que desempeña un papel importante en la mejora de la resistencia a la corrosión y la fosfatibilidad de una chapa de acero de enchapado por medio de la formación de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg cuando el Mg reacciona con el Zn y el Al en una capa de enchapado. Si el contenido de Mg es significativamente bajo, no se puede mejorar la resistencia a la corrosión de una capa de enchapado y no se puede asegurar una cantidad suficiente de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg en una estructura superficial de una capa de enchapado, por lo que se puede producir un problema en el que el efecto de mejora de la fosfatibilidad no sea suficiente. De este modo, un límite inferior del contenido de Mg en la capa de enchapado con aleación de cinc es preferentemente el 0,5% en peso, más preferentemente el 0,6% en peso, y aún más preferentemente el 0,8% en peso. Sin embargo, si el contenido de Mg es excesivo, se puede saturar el efecto de mejora de la fosfatibilidad, y se forma escoria, relacionada con el óxido de Mg, en un baño de enchapado, por lo que se puede producir un problema en el que se deterioren las propiedades de enchapado. Además, se forma una gran cantidad de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg en una estructura transversal de una capa de enchapado, por lo que se puede producir un problema en el que disminuye la soldabilidad por puntos. De este modo, un límite superior del contenido de Mg en la capa de enchapado con aleación de cinc es preferentemente 2,8% en peso, más preferentemente 2,5% en peso, y aún más preferentemente 2,0% en peso.

El Al en la capa de enchapado con aleación de cinc es un elemento que desempeña un papel importante en la

mejora de la fosfatibilidad de una chapa de acero de enchapado por medio de la formación de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg cuando el Al reacciona con el Zn y el Mg en una capa de enchapado, al tiempo que inhibe la formación de escoria de óxido de Mg en un baño de enchapado. Si el contenido de Al es significativamente bajo, la capacidad de inhibición de la formación de escoria de Mg puede ser insuficiente, y una cantidad suficiente de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg en una estructura superficial de una capa de enchapado puede no estar asegurada, por lo que puede ocurrir un problema en el que un efecto de mejora de la fosfatibilidad es insuficiente. De este modo, un límite inferior del contenido de Al en la capa de enchapado con aleación de cinc es preferentemente el 0,5% en peso, más preferentemente el 0,6% en peso, y aún más preferentemente el 0,8% en peso. Sin embargo, si el contenido de Al es excesivo, pueden surgir problemas, en los que se satura un efecto de mejora de la fosfatibilidad y la durabilidad de un dispositivo de enchapado se ve afectada negativamente al aumentar la temperatura de un baño de enchapado. Además, se forma una gran cantidad de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg en una estructura transversal de una capa de enchapado, por lo que se puede producir un problema en el que disminuye la soldabilidad por puntos. De este modo, un límite superior del contenido de Al en la capa de enchapado con aleación de cinc es preferentemente 2,8% en peso, más preferentemente 2,5% en peso, y aún más preferentemente 2,0% en peso.

Mientras tanto, como se ha descrito anteriormente, a fin de mejorar la fosfatibilidad y la soldabilidad por puntos de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc simultáneamente, es necesario controlar adecuadamente una distribución de posición de una estructura monofásica de Zn y un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg en una capa de enchapado. En este caso, el compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en una estructura eutéctica ternaria de Zn/Al/MgZn₂, una estructura eutéctica binaria de Zn/MgZn₂, una estructura eutéctica binaria de Zn-Al y una estructura monofásica de MgZn₂.

Una estructura transversal de la capa de enchapado con aleación de cinc incluye, por porcentaje de área, una estructura monofásica de Zn de más del 50% (excluyendo el 100%), más preferentemente una estructura monofásica de Zn del 55% o más (excluyendo el 100%), y aún más preferentemente una estructura monofásica de Zn del 60% o más (excluyendo el 100%). En este caso, la estructura transversal se refiere a una microestructura observada en una sección de corte de una capa de enchapado con aleación de cinc, cuando una chapa de acero con enchapado con aleación de cinc se corta verticalmente, es decir, en una dirección de espesor de la chapa desde una superficie de la misma. Como se ha descrito anteriormente, al ser mayor el porcentaje de área de una estructura monofásica de Zn en una estructura transversal, es ventajoso para mejorar la soldabilidad por puntos. De este modo, en una realización ejemplar, sólo se limita un límite inferior de un porcentaje de área de una estructura monofásica de Zn en una estructura de sección transversal para asegurar la soldabilidad por puntos deseada, y un límite superior de la misma no está particularmente limitado. El resto, excepto la estructura monofásica de Zn, está formado por un compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg.

Una estructura superficial de la capa de enchapado con aleación de cinc incluye, por porcentaje de área, un compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg del 60% o más (excluyendo el 100%), más preferentemente un compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg del 70% o más (excluyendo el 100%), y aún más preferentemente un compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg del 75% o más (excluyendo el 100%). En este caso, la estructura superficial se refiere a una microestructura observada en una superficie de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc. Como se ha descrito anteriormente, a medida que el porcentaje de área de un compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg en una estructura superficial es mayor, resulta ventajoso para mejorar la fosfatibilidad de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc. De este modo, en una realización ejemplar, sólo se limita un límite inferior de un porcentaje de área de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg en una estructura de superficie para asegurar la fosfatibilidad deseada, y un límite superior de la misma no está particularmente limitado. El resto, excepto el compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg, está formado por una estructura monofásica de Zn.

De acuerdo con la invención, cuando un porcentaje de área de una estructura monofásica de Zn de la estructura transversal es a, y un porcentaje de área de una estructura monofásica de Zn de la estructura superficial es b, una relación de b a a (b/a) es 0,8 o menos, preferentemente 0,5 o menos, y aún más preferentemente 0,4 o menos. Como se ha descrito anteriormente, la relación de un porcentaje de área de la estructura monofásica de Zn se controla adecuadamente, por lo que se puede asegurar simultáneamente la soldabilidad por puntos deseada y la fosfatibilidad.

En la reivindicación 9 se describe un procedimiento para controlar la distribución de la posición de la estructura monofásica de Zn y del compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg en una capa de enchapado, descrita anteriormente. Como se describirá más adelante, cuando se enfría una capa de enchapado en estado fundido, se introduce un procedimiento de enfriamiento en dos pasos, de forma que se pueda obtener la distribución de posiciones descrita anteriormente.

Además, los contenidos de Al, Fe y similares, disueltos sólidamente en una estructura monofásica de Zn, se controlan adecuadamente, por lo que la resistencia a la corrosión de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc se puede mejorar aún más.

De acuerdo con la técnica relacionada, a medida que el porcentaje de área de una estructura monofásica de Zn es

elevado, se sabe que la resistencia a la corrosión de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc disminuye, a este respecto, porque, debido a una diferencia de potencial de corrosión entre la estructura monofásica de Zn y el compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg, se produce una corrosión local en la estructura monofásica de Zn bajo un entorno corrosivo. De este modo, se está investigando la inhibición de una fracción de una estructura monofásica de Zn y el aumento significativo de una fracción de un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg, en un campo técnico, en el que se requiere una excelente resistencia a la corrosión.

Sin embargo, en una realización ejemplar, en lugar de inhibir una fracción de una estructura monofásica de Zn, al aumentar significativamente los contenidos de Al, Fe y similares, disueltos sólidamente en una estructura monofásica de Zn, se reduce una diferencia de potencial de corrosión entre la estructura monofásica de Zn y el compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg, a fin de mejorar la resistencia a la corrosión de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc. En detalle, se permite que una estructura monofásica de Zn contenga Al y Fe para ser sobresaturada, a fin de mejorar la resistencia a la corrosión de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc.

En un diagrama de fases, un límite de solución sólida de Al con respecto al Zn es de 0,05% en peso y un límite de solución sólida de Fe con respecto al Zn es de 0,01% en peso. En este caso, un caso, en el que una estructura monofásica de Zn contiene Al y Fe para ser sobresaturada, se refiere a un caso, en el que una estructura monofásica de Zn incluye más de 0,05% en peso de Al y más de 0,01% en peso de Fe.

De acuerdo con un ejemplo de la invención, la estructura monofásica de Zn puede incluir un 0,8% en peso o más de Al, y preferentemente un 1,0% en peso o más de Al.

De acuerdo con un ejemplo de la invención, el contenido de Al contenido en la capa de enchapado con aleación de cinc es c, y el contenido de Al contenido en la estructura monofásica de Zn es d, una relación de d a c (d/c) puede ser de 0,6 o más, y preferentemente de 0,62 o más.

De acuerdo con un ejemplo, la estructura monofásica de Zn puede incluir 1,0% en peso o más de Fe, y preferentemente 1,5% en peso o más de Fe.

Cuando una estructura monofásica de Zn contiene Al y Fe para ser sobresaturada, se puede obtener un efecto de mejora de la resistencia a la corrosión. Sin embargo, cuando los contenidos de Al y Fe se controlan para estar dentro del intervalo descrito anteriormente, se puede obtener un efecto de mejora significativa de la resistencia a la corrosión.

Mientras tanto, como los contenidos de Al y Fe contenidos en una estructura monofásica de Zn son más altos, es ventajoso para mejorar la resistencia a la corrosión. De este modo, en una realización ejemplar de la invención, un límite superior de los contenidos de Al y Fe no está particularmente limitado. Sin embargo, si la suma de los contenidos de Al y Fe es significativamente alta, la trabajabilidad de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc se puede ver deteriorada. Para evitar el deterioro de la trabajabilidad, la suma de los contenidos de Al y Fe contenidos en la estructura monofásica de Zn se puede limitar al 8,0% en peso o menos, y preferentemente al 5,0% en peso o menos.

De acuerdo con un ejemplo de la invención, la estructura monofásica de Zn puede incluir 0,05% en peso o menos (incluyendo 0% en peso) de Mg. En un diagrama de fases, el límite de solución sólida del Mg con respecto al Zn es de 0,05% en peso. En este caso, un caso, en el que se incluye 0,05% en peso o menos (incluyendo 0% en peso) de Mg, se refiere a un caso, en el que una estructura monofásica de Zn incluye un límite de solución sólida o menos de Mg.

Como resultado de la investigación de los presentes inventores, el Mg contenido en una estructura monofásica de Zn no tiene un efecto significativo en la resistencia a la corrosión de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc. Sin embargo, si el contenido de Mg es excesivo, la trabajabilidad de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc se puede ver deteriorada. De este modo, es preferente gestionar el contenido de Mg contenido en una estructura monofásica de Zn hasta un límite de solución sólida o menos.

En este caso, un procedimiento de medición de las concentraciones de Al, Fe y Mg, contenidas en una estructura monofásica de Zn, no está particularmente limitado, y un procedimiento siguiente puede ser utilizado a modo de ejemplo. En otras palabras, después de cortar verticalmente una chapa de acero enchapada con aleación de cinc, se toma una imagen transversal de la misma con un aumento de 3.000 veces en un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FE-SEM), y se utiliza una espectroscopia de dispersión de energía (EDS) para analizar puntualmente una estructura monofásica de Zn, por lo que se pueden medir las concentraciones de Al, Fe y similares.

El procedimiento de control de los contenidos de Al, Fe y similares, disueltos sólidamente en una estructura monofásica de Zn, descrito anteriormente, se puede proporcionar como diversos procedimientos, y no está particularmente limitado en una realización ejemplar. Sin embargo, a modo de ejemplo, como se describirá más adelante, se controla adecuadamente la temperatura de inserción en el baño de enchapado de una chapa de acero base y la temperatura del baño de enchapado, o se controla adecuadamente un procedimiento de enfriamiento

durante el enfriamiento primario, de forma que se puedan obtener los contenidos de Al, Fe y similares, descritos anteriormente.

Como se ha descrito anteriormente, una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con la invención descrita anteriormente se fabrica de acuerdo con el procedimiento de las reivindicaciones 9 a 18.

- 5 En primer lugar, tras la preparación de una chapa de acero base, se lleva a cabo la activación de la superficie de la chapa de acero base. La activación de la superficie permite activar una reacción entre la chapa de acero base y una capa de enchapado durante la inmersión en caliente que se describirá más adelante. Como resultado, la activación de la superficie también tiene un efecto significativo en los contenidos de Al, Fe y similares, contenidos en una estructura monofásica de Zn. Sin embargo, la activación de la superficie no se lleva a cabo necesariamente, y se puede omitir en algunos casos.

En este caso, una rugosidad promedio aritmética Ra de la chapa de acero base, habiendo sido activada la superficie, puede ser de 0,8 μm a 1,2 μm , más preferentemente de 0,9 μm a 1,15 μm , y aún más preferentemente de 1,0 μm a 1,1 μm . En este caso, la rugosidad promedio aritmética Ra se refiere a una altura promedio desde una línea central (una línea media aritmética del perfil) a una curva transversal.

- 15 Cuando la rugosidad promedio aritmética Ra de una chapa de acero base se controla para que esté dentro del intervalo descrito anteriormente, es útil para controlar los contenidos de Al, Fe y similares, contenidos en una estructura monofásica de Zn para que estén dentro de un intervalo deseado.

- Un procedimiento de activación de una superficie de la chapa de acero base no está particularmente limitado, y la activación de la superficie de la chapa de acero base se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un tratamiento con plasma o con láser excimer. Durante el tratamiento con plasma o el tratamiento con láser excimer, las condiciones específicas del procedimiento no están particularmente limitadas, y se puede aplicar cualquier dispositivo y/o condición a condición de que se active uniformemente una superficie de una chapa de acero base.

- A continuación, después de preparar un baño de enchapado con aleación de cinc que incluye, en peso, del 0,5% al 2,8% de Al y del 0,5% al 2,8% de Mg, con un resto de Zn e impurezas inevitables, se sumerge una chapa de acero base en el baño de enchapado con aleación de cinc, y se obtiene una chapa de acero enchapada con aleación de cinc por medio de la realización del enchapado.

- En este caso, la temperatura del baño de enchapado es preferentemente de 440 °C a 460 °C, y aún más preferentemente de 445 °C a 455 °C. Además, la temperatura de la superficie de la chapa de acero que entra en el baño de enchapado es mayor que la temperatura del baño de enchapado, preferentemente de 5 °C a 20 °C, y aún más preferentemente de 10 °C a 15 °C. En este caso, la temperatura de la superficie de una chapa de acero base que entra en un baño de enchapado se refiere a la temperatura de la superficie de una chapa de acero base inmediatamente antes o inmediatamente después de sumergir la chapa de acero base en un baño de enchapado.

- La temperatura del baño de enchapado y la temperatura de la superficie de una chapa de acero base que entra en un baño de enchapado tienen una influencia significativa en el desarrollo y el crecimiento de una capa de inhibición Fe_2Al_5 formada entre una chapa de acero base y una capa de enchapado con aleación de cinc, y tienen una influencia significativa en los contenidos de Al y Fe eluidos en una capa de enchapado, para de ese modo tener una influencia significativa en los contenidos de Al, Fe y similares, contenidos en una estructura de fase única de Zn.

- La temperatura del baño de enchapado se controla para que esté dentro de un intervalo de 440 °C a 460 °C, y la temperatura de la superficie de una chapa de acero base que entra en un baño de enchapado se controla para que sea superior a la temperatura del baño de enchapado entre 5 °C y 20 °C. De este modo, los contenidos de Al, Fe y similares, contenidos en una estructura monofásica de Zn, se pueden asegurar adecuadamente.

A continuación, se aplica una limpieza con gas a la chapa de acero enchapada con aleación de cinc para ajustar la cantidad de adherencia del enchapado. A fin de controlar suavemente la tasa de enfriamiento y evitar la oxidación de la superficie de la capa de enchapado, el gas de limpieza preferentemente es nitrógeno (N_2) o argón (Ar).

- 45 En este caso, una temperatura del gas de limpieza es preferentemente de 30 °C o más, más preferentemente de 40 °C o más, y aún más preferentemente de 50 °C o más. De acuerdo con la técnica relacionada, una temperatura del gas de limpieza se controla para estar dentro de un intervalo de -20 °C a la temperatura ambiente (25 °C) a fin de aumentar significativamente la eficiencia de la refrigeración. Sin embargo, a fin de aumentar significativamente los contenidos de Al, Fe y similares, contenidos en una estructura monofásica de Zn, es preferente controlar un intervalo de la temperatura del gas de limpieza a aumentar.

A continuación, la chapa de acero enchapada con aleación de cinc se enfría primariamente. El enfriamiento primario es una operación para asegurar suficientemente una estructura monofásica de Zn como una microestructura observada en un corte transversal de una capa de enchapado con aleación de cinc.

- 55 Durante el enfriamiento primario, la tasa de enfriamiento es de 5 °C/seg. o menos (excluyendo 0 °C/seg.), más preferentemente 4 °C/seg. o menos (excluyendo 0 °C/seg.), y aún más preferentemente 3 °C/seg. o menos

(excluyendo 0 °C/seg.). Si la tasa de enfriamiento supera los 5 °C/seg, la coagulación de una estructura monofásica de Zn comienza desde la superficie de una capa de enchapado, cuya temperatura es relativamente baja. De este modo, se puede formar excesivamente una estructura monofásica de Zn en una estructura superficial de la capa de enchapado. Mientras tanto, como la tasa de enfriamiento es lenta, es ventajoso asegurar una microestructura deseada, por lo que un límite inferior de la tasa de enfriamiento no está particularmente limitado durante el enfriamiento primario.

Además, durante el enfriamiento primario, una temperatura final de enfriamiento es de más de 380 °C a 420 °C o menos, más preferentemente 390 °C o más a 415 °C o menos, y aún más preferentemente 395 °C o más a 405 °C o menos. Si la temperatura final de enfriamiento es de 380 °C o menos, se produce la coagulación de una estructura monofásica de Zn y la coagulación de una porción de un compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg, por lo que no se puede obtener la estructura deseada. Mientras tanto, si la temperatura final de enfriamiento supera los 420 °C, la coagulación de una estructura monofásica de Zn puede ser insuficiente.

A continuación, la chapa de acero enchapada con aleación de cinc se mantiene a una temperatura constante, tal como la temperatura final de refrigeración primaria.

Cuando la chapa de acero enchapada con aleación de cinc se mantiene a una temperatura constante, el tiempo de mantenimiento es de al menos un segundo, más preferentemente de 5 segundos o más, y aún más preferentemente de al menos 10 segundos. Se proporciona una fase de aleación que tiene una baja temperatura de coagulación para mantener una fase líquida e inducir la coagulación parcial de una sola fase de Zn. Mientras tanto, como un tiempo de mantenimiento de la temperatura constante es más largo, es ventajoso asegurar una microestructura deseada, por lo que un límite superior del tiempo de mantenimiento de la temperatura constante no está particularmente limitado.

A continuación, la chapa de acero enchapada con aleación de cinc se enfría de forma secundaria. El enfriamiento secundario es una operación para asegurar suficientemente un compuesto intermetálico a base de Zn-Mg-Al como una microestructura observada en una superficie de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc, por medio de la coagulación de una capa de enchapado en fase líquida restante.

Durante el enfriamiento secundario, la tasa de enfriamiento es de 10 °C/seg. o más, más preferentemente 15 °C/seg. o más, y aún más preferentemente 20 °C/seg. o más. Como se ha descrito anteriormente, durante el enfriamiento secundario, se lleva a cabo un enfriamiento rápido, por lo que se puede inducir la coagulación de una capa de enchapado en fase líquida restante en una parte de la superficie de una capa de enchapado, cuya temperatura es relativamente baja. De este modo, un compuesto intermetálico a base de Zn-Mg-Al puede estar suficientemente asegurado como una estructura superficial de la capa de enchapado. Si la tasa de enfriamiento es inferior a 10 °C/seg, se puede formar excesivamente un compuesto intermetálico a base de Zn-Mg-Al en una estructura de sección transversal de una capa de enchapado, y una capa de enchapado puede quedar atascada en un rodillo superior de un dispositivo de enchapado, y similares, y entonces se puede caer. Mientras tanto, al aumentar la tasa de enfriamiento, es ventajoso asegurar una microestructura deseada, por lo que un límite superior de la tasa de enfriamiento no está particularmente limitado durante el enfriamiento secundario.

Además, durante el enfriamiento secundario, una temperatura final de enfriamiento es de 320 °C o menos, más preferentemente 300 °C o menos, y aún más preferentemente 280 °C o menos. Cuando la temperatura final de enfriamiento está en el intervalo descrito anteriormente, se puede lograr la coagulación completa de una capa de enchapado. Un cambio en la temperatura de una chapa de acero a partir de entonces no afecta a una fracción y una distribución de una microestructura de una capa de enchapado, por lo que no está particularmente limitado.

En adelante en la presente memoria, una realización de la presente divulgación se describirá con más detalle a modo de ejemplo. No obstante, se debe tener en cuenta que los siguientes ejemplos pretenden ilustrar la invención con más detalle y no limitar el alcance de la presente divulgación. El alcance de la presente invención está determinado por las reivindicaciones.

Modo para la invención

(Realización ejemplar 1)

Después de preparar una chapa de acero de bajo contenido en carbono laminada en frío con un espesor de 0,8 mm, una anchura de 100 mm y una longitud de 200 mm como pieza de prueba para el enchapado, es decir, una chapa de acero base, la chapa de acero base se sumergió en acetona y se limpió con ultrasonidos para eliminar sustancias extrañas tales como el aceite de laminación presente en una superficie, y similares. A continuación, se trató con plasma una superficie de la pieza de ensayo para el enchapado, a fin de controlar una rugosidad promedio aritmética Ra en un intervalo de 1,0 µm a 1,1 µm. A continuación, en un sitio de inmersión en caliente de acuerdo con la técnica relacionada, después de llevar a cabo un tratamiento térmico en atmósfera reductora a 750 °C para asegurar las propiedades mecánicas de una chapa de acero, la chapa de acero base se sumergió en un baño de enchapado que tenía una composición en la Tabla 1 para fabricar una chapa de acero enchapada con aleación de cinc. En este caso, con respecto a cada realización ejemplar, la temperatura del baño de enchapado era uniformemente de 450 °C, y la temperatura de la superficie de una chapa de acero base que entraba en el baño de enchapado era uniformemente de 460 °C. A continuación, las respectivas chapas de acero enchapadas con aleación

de cinc, una vez fabricadas, se limpiaron con gas de nitrógeno (N₂) a 50 °C para controlar una cantidad de adherencia de enchapado de 70 g/m² por lado, y el enfriamiento se llevó a cabo en las condiciones de la Tabla 1.

A continuación, se observó y analizó la estructura de la sección transversal y la estructura de la superficie de la chapa de acero enchapada con aleación de cinc, y el resultado se ilustra en la Tabla 2. Se observó la microestructura de una capa de enchapado por medio de un FE-SEM (SUPRA-55VP, ZEISS). Por ejemplo, la estructura transversal se toma con un aumento de 1.000 veces y la estructura superficial se toma con un aumento de 300 veces. Se analizó una fracción de microestructura mediante el uso de un sistema de análisis de imágenes.

A continuación, se evaluó la fosfatabilidad y la soldabilidad por puntos de la chapa de acero enchapada con aleación de cinc, y un resultado de ello se ilustra en la Tabla 2.

La fosfatabilidad se evaluó por medio del siguiente procedimiento.

En primer lugar, antes del tratamiento de fosfato, las respectivas chapas de acero enchapadas con aleación de cinc, una vez fabricadas, se trataron con desengrase. En este caso, se utilizó un agente desengrasante alcalino como agente desengrasante, y se llevó a cabo un tratamiento desengrasante en una solución acuosa al 3% en peso a 45 °C durante 120 segundos. A continuación, tras el lavado y la modificación de la superficie, la chapa de acero enchapada con aleación de cinc se sumergió en un líquido de tratamiento de fosfato, calentado a 40 °C durante 120 segundos, para formar una película de revestimiento a base de fosfato de cinc. A continuación, con respecto a la película de revestimiento a base de fosfato de cinc, una vez formada, se evaluó el tamaño de un cristal y la uniformidad de una película de revestimiento. Se determinó el tamaño de un cristal de fosfato, dado que se observó una superficie con un aumento de 1.000 veces mediante el uso de un microscopio electrónico de barrido (SEM), se promediaron cinco tamaños de cristales grandes dentro de un campo de visión, y se comprobaron cinco campos de visión y posteriormente se promediaron.

La soldabilidad por puntos se evaluó por medio del siguiente procedimiento.

Se utilizó un electrodo de Cu-Cr con un diámetro de punta de 6 mm para permitir que fluyera una corriente de soldadura de 7 kA, y la soldadura se llevó a cabo de forma continua en condiciones de un tiempo de conducción de corriente de 11 ciclos (aquí, 1 ciclo se refiere a 1/60 segundos, lo mismo que arriba) y un tiempo de mantenimiento de 11 ciclos con una fuerza de soldadura de 2,1 kN. Cuando el espesor de una chapa de acero es t , a partir de un punto en el que el diámetro de una pepita es inferior a $4\sqrt{t}$, el punteado inmediatamente anterior al punto se estableció como punteado continuo. En este caso, al ser mayor el punteado continuo, la soldabilidad por puntos es mayor.

Tabla 1

Núm.	Composición del baño de enchapado (% en peso)		Condición de refrigeración primaria		Condición de mantenimiento de temperatura constante	Condición de refrigeración secundaria		Nota
	Al	Mg	Tasa de enfriamiento (°C/s)	Temperatura final (°C)	Tiempo de mantenimiento (s)	Tasa de enfriamiento (°C/s)	Temperatura final (°C)	
1	0,2	-	2	400	10	20	280	Ejemplo Comparativo 1
2	0,5	0,7	2	400	10	20	280	Ejemplo Comparativo 2
3	0,8	0,9	2	400	10	20	280	Ejemplo de la Invención 1
4	1	1	2	400	10	20	280	Ejemplo de la Invención 2
5	1	1	12	-	-	12	280	Ejemplo Comparativo 3
6	1,2	1,2	12	-	-	12	280	Ejemplo Comparativo 4

Núm.	Composición del baño de enchapado (% en peso)		Condición de refrigeración primaria		Condición de mantenimiento de temperatura constante	Condición de refrigeración secundaria		Nota
	Al	Mg	Tasa de enfriamiento (°C/s)	Temperatura final (°C)	Tiempo de mantenimiento (s)	Tasa de enfriamiento (°C/s)	Temperatura final (°C)	
7	1,3	1,4	12	400	10	12	280	Ejemplo de la Invención 3
8	1,6	1,6	2	400	10	20	280	Ejemplo de la Invención 4
9	1,6	1,6	12	-	-	12	280	Ejemplo Comparativo 5
10	2,5	2,5	2	400	10	20	280	Ejemplo de la Invención 5
11	3	3	2	400	10	20	280	Ejemplo Comparativo 6
Aquí, en los Ejemplos Comparativos 3 a 5, sin distinguir el enfriamiento primario y el secundario, el enfriamiento se lleva a cabo a la misma velocidad hasta una temperatura final de enfriamiento secundario.								

Tabla 2

Núm.	Estructura de la sección transversal (% de área)		Estructura de la superficie (% de área)		Tamaño de los cristales de fosfato (µm)	Manchado continuo	Nota
	Zn monofásico	Compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg	Zn monofásico	Compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg			
1	100	0	100	0	9,5	650	Ejemplo Comparativo 1
2	97	3	83	17	8,9	630	Ejemplo Comparativo 2
3	93	7	36	64	2,4	610	Ejemplo de la Invención 1
4	91	9	21,3	78,7	2,1	600	Ejemplo de la Invención 2
5	92	8	53,8	46,2	6,8	650	Ejemplo Comparativo 3
6	89	11	62	38	4,1	610	Ejemplo Comparativo 4
7	73	27	14	86	1,8	615	Ejemplo de la Invención 3

Núm.	Estructura de la sección transversal (% de área)		Estructura de la superficie (% de área)		Tamaño de los cristales de fosfato (μm)	Manchado continuo	Nota
	Zn monofásico	Compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg	Zn monofásico	Compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg			
8	62	38	17	83	1,8	580	Ejemplo de la Invención 4
	85	15	41,6	58,4	5,3	600	Ejemplo Comparativo 5
10	61	39	11	89	2,2	580	Ejemplo de la Invención 5
11	21	79	7,2	92,8	1,9	200	Ejemplo Comparativo 6

Con referencia a la Tabla 2, en un caso de los Ejemplos de la Invención 1 a 5 que satisfacen todas las condiciones de la presente invención, se confirma que la fosfatabilidad y la soldabilidad por puntos son excelentes simultáneamente. Por otro lado, en el caso de los Ejemplos Comparativos 1 a 5, la soldabilidad por puntos era excelente, pero la fracción de área de un compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg en una estructura superficial era baja, por lo que se confirmó que la fosfatabilidad era inferior. En el caso del ejemplo comparativo 6, la fosfatabilidad era excelente, pero la fracción de área de una estructura monofásica de Zn en una estructura transversal es baja, por lo que se confirmó que la soldabilidad por puntos era inferior.

Mientras tanto, la FIG. 1 son imágenes de SEM de una estructura de sección transversal de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con una realización ejemplar. Las imágenes respectivas (a) a (f) de la FIG. 1 son imágenes de SEM de estructuras transversales de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 1, el Ejemplo de la Invención 2, el Ejemplo Comparativo 3, el Ejemplo de la Invención 4, el Ejemplo Comparativo 5 y el Ejemplo Comparativo 6. Además, la FIG. 2 son imágenes de SEM de la estructura de la superficie de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con una realización ejemplar. Las imágenes respectivas (a) a (f) de la FIG. 2 son imágenes de SEM de estructuras superficiales de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 1, el Ejemplo de la Invención 2, el Ejemplo Comparativo 3, el Ejemplo de la Invención 4, el Ejemplo Comparativo 5 y el Ejemplo Comparativo 6.

Además, la FIG. 3 ilustra una superficie, después de que una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con una realización ejemplar se tratara con fosfato y se observara la superficie de la misma. Las imágenes respectivas (a) a (e) de la FIG. 3 ilustran las superficies, después de que las chapas de acero de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 1, el Ejemplo de la Invención 2, el Ejemplo Comparativo 3, el Ejemplo de la Invención 4 y el Ejemplo Comparativo 5 se trataran con fosfato y se observaran sus superficies. Con referencia a la FIG. 3, se confirma visualmente que la uniformidad de una película de revestimiento de acuerdo con los Ejemplos de la Invención 2 y 4 es excelente.

(Realización ejemplar 2)

En la Tabla 3, se ilustra el contenido de cada elemento de aleación contenido en una estructura monofásica de Zn de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con una realización ejemplar 1 y un resultado de evaluación de la resistencia a la corrosión.

En este caso, para medir el contenido de cada elemento de aleación contenido en una estructura monofásica de Zn, después de cortar verticalmente una chapa de acero enchapada con aleación de cinc, se tomó una imagen transversal de la misma con un aumento de 3.000 veces en un FE-SEM, y se utiliza un EDS para analizar puntualmente una estructura monofásica de Zn, por lo que se midió el contenido de cada elemento de aleación.

Además, para la evaluación de la resistencia a la corrosión, después de que cada chapa de acero enchapada con aleación de cinc fuera cargada en un probador de niebla salina, se midió el tiempo de aparición de óxido rojo de acuerdo con una norma internacional (ASTM B117-11). En este caso, se utilizó agua salada al 5% (a una temperatura de 35 °C, pH 6,8), y se rociaron 2ml/80cm² de agua salada por hora.

Tabla 3

Núm.	Composición del baño de enchapado (% en peso)		Contenido de aleación de la estructura monofásica de Zn (% en peso)			d/c	Tiempo de pulverización de agua salada (h)	Nota
	Al	Mg	Al	Fe	Mg			
1	0,8	0,9	1,69	1,8	0,02	2,11	530	Ejemplo de la Invención 1
2	1	1	1,38	2,3	0,01	1,38	610	Ejemplo de la Invención 2
3	1,3	1,4	1,84	2,5	0,02	1,41	600	Ejemplo de la Invención 3
4	1,6	1,6	1,71	2,1	0,02	1,06	650	Ejemplo de la Invención 4
5	2,5	2,5	1,62	3,2	0,01	0,648	780	Ejemplo de la Invención 5
c se refiere al contenido de A1 contenido en una capa de enchapado con aleación de cinc, y d se refiere al contenido de A1 contenido en una estructura monofásica de Zn.								

Con referencia a la Tabla 3, en un caso de los Ejemplos de la Invención 1 a 5 que satisfacen todas las condiciones de la presente invención, el tiempo de pulverización de agua salada fue de 500 horas o más, por lo que se confirmó que la resistencia a la corrosión era excelente.

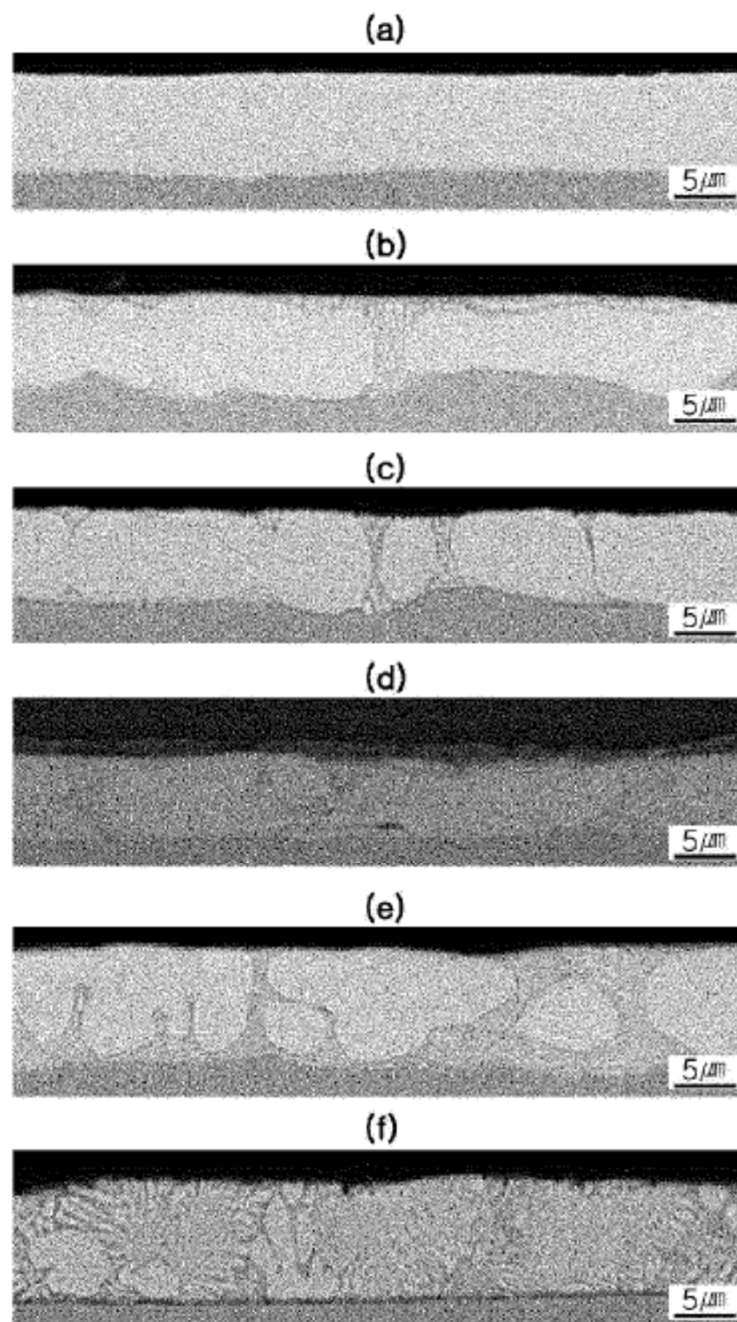
REIVINDICACIONES

1. Una chapa de acero enchapada con aleación de cinc (Zn), la chapa de acero enchapada con aleación de cinc comprende una chapa de acero base y una capa de enchapado con aleación de cinc,
 en la que la capa de enchapado con aleación de cinc incluye de 0,5 a 2,8% en peso de aluminio (Al) y de 0,5 a 2,8% en peso de magnesio (Mg), con un resto de Zn e impurezas inevitables, **caracterizada porque** una estructura transversal de la capa de enchapado con aleación de cinc consiste, por porcentaje de área, en una estructura monofásica de Zn de más del 50% y el resto en un compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg, y una estructura superficial de la capa de enchapado con aleación de cinc consiste, por porcentaje de área, en un compuesto intermetálico a base de Zn-Al-Mg del 60% o más y el resto en una estructura monofásica de Zn, y en la que cuando un porcentaje de área de la estructura monofásica de Zn de la estructura transversal es a, y un porcentaje de área de la estructura monofásica de Zn de la estructura superficial es b, una relación de b a a (b/a) es 0,8 o menos,
 en el que la estructura transversal de la capa de enchapado de cinc se mide mediante el uso de un sistema de análisis de imágenes después de ampliar la sección transversal de la capa de enchapado de cinc 1000 veces por FE-SEM y la estructura superficial de la capa de enchapado de cinc se mide mediante el uso de un sistema de análisis de imágenes después de ampliar la superficie de la capa de enchapado de cinc 300 veces por FE-SEM.
2. La chapa de acero enchapada con aleación de cinc de la reivindicación 1, la capa de enchapado con aleación de cinc incluye de 0,8% en peso a 2,0% en peso de Al y de 0,8% en peso a 2,0% en peso de Mg, con un resto de Zn e impurezas inevitables.
3. La chapa de acero enchapada con aleación de cinc de la reivindicación 1, en la que el compuesto intermetálico basado en Zn-Al-Mg es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en una estructura eutéctica ternaria Zn/Al/MgZn₂, una estructura eutéctica binaria Zn/MgZn₂, una estructura eutéctica binaria Zn-Al y una estructura monofásica MgZn₂.
4. La chapa de acero enchapada con aleación de cinc de la reivindicación 1, en la que la estructura monofásica de Zn incluye un 0,8% en peso o más de Al.
5. La chapa de acero enchapada con aleación de cinc de la reivindicación 1, en la que, cuando el contenido de Al contenido en la capa de enchapado con aleación de cinc es c, y el contenido de Al contenido en la estructura monofásica de Zn es d, una relación entre d y c (d/c) es de 0,6 o más.
6. La chapa de acero enchapada con aleación de cinc de la reivindicación 1, en la que la estructura monofásica de Zn contiene 1% en peso o más de hierro (Fe).
7. La chapa de acero enchapada con aleación de cinc de la reivindicación 1, en la que la suma de los contenidos de Al y Fe contenidos en la estructura monofásica de Zn es del 8% en peso o menos.
8. La chapa de acero enchapada con aleación de cinc de la reivindicación 1, en la que la estructura monofásica de Zn incluye 0,1% en peso o menos de Mg.
9. Un procedimiento de fabricación de una chapa de acero enchapada con aleación de cinc de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, el procedimiento comprende:
 preparar un baño de enchapado con aleación de cinc que incluye de 0,5 a 2,8% en peso de Al y de 0,5 a 2,8% en peso de Mg, con un resto de Zn e impurezas inevitables;
 sumergir una chapa de acero base en el baño de enchapado con aleación de cinc, y obtener una chapa de acero enchapada con aleación de cinc por medio de la realización del enchapado;
 limpiar con gas la chapa de acero enchapada con aleación de cinc; el procedimiento **se caracteriza además porque** comprende
 enfriar primariamente la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una tasa de enfriamiento primario de 5 °C/seg. o menos, hasta alcanzar una temperatura final de enfriamiento primario de más de 380 °C a 420 °C o menos, después de la limpieza con gas;
 mantener la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una temperatura constante durante al menos un segundo a la temperatura final del enfriamiento primario, después del enfriamiento primario;
 enfriar secundariamente la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una tasa de enfriamiento secundario igual o superior a 10 °C hasta una temperatura final de enfriamiento secundario igual o inferior a 320 °C, después de mantener la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una temperatura constante; y
 activar una superficie de la chapa de acero base, antes de que ésta se sumerja en el baño de enchapado con aleación de cinc,
 en la que una rugosidad promedio aritmética Ra de la chapa de acero base, que se ha activado en la

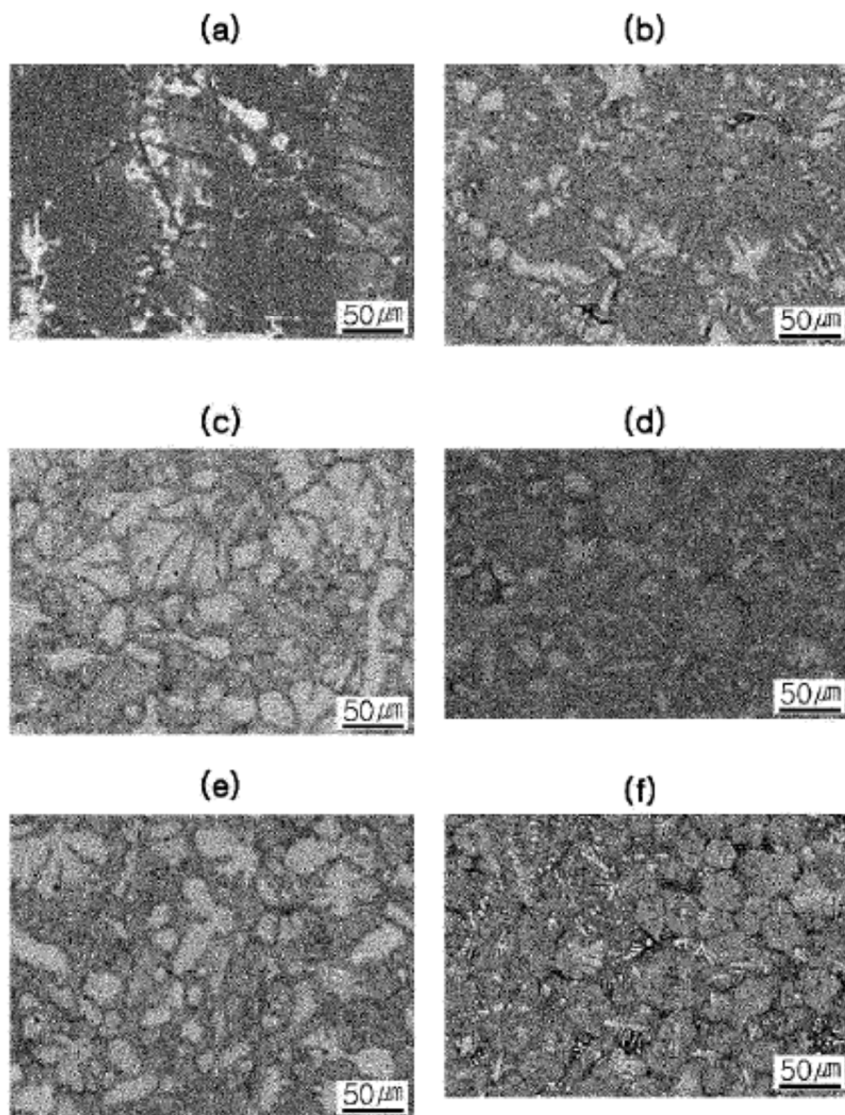
superficie, es de 0,8 µm a 1,2 µm.

10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la activación de una superficie de la chapa de acero base se lleva a cabo por medio de un tratamiento con plasma o un tratamiento con láser excimer.
- 5 11. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que una temperatura del baño de enchapado con aleación de cinc es de 440 °C a 460 °C.
12. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que una temperatura de la superficie de la chapa de acero base que entra en el baño de enchapado con aleación de cinc es superior a una temperatura del baño de enchapado con aleación de cinc entre 5 °C y 20 °C.
- 10 13. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que el baño de enchapado con aleación de cinc incluye de 0,8% en peso a 2,0% en peso de Al y de 0,8% en peso a 2,0% en peso de Mg, con un resto de Zn e impurezas inevitables.
14. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que una temperatura de un gas de limpieza es de 30 °C o más, durante la limpieza con gas.
15. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la tasa de enfriamiento primaria es de 3 °C/seg. o menos.
- 15 16. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la temperatura final de refrigeración primaria es de 400 °C o más a 410 °C o menos.
17. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la chapa de acero enchapada con aleación de cinc se mantiene a la temperatura final de refrigeración primaria durante al menos 10 segundos, durante el mantenimiento de la chapa de acero enchapada con aleación de cinc a una temperatura constante.
- 20 18. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la tasa de enfriamiento secundaria es de 20 °C/seg. o más.

【Fig.1】



【Fig.2】



【Fig.3】

