

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 995 161**

(51) Int. Cl.:

C23C 2/06 (2006.01)
C23C 30/00 (2006.01)
C22C 18/04 (2006.01)
C23C 2/28 (2006.01)
C23C 2/36 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2021** PCT/JP2021/025900

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2023** WO23281729

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2021** E 21947359 (2)

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024** EP 4163413

(54) Título: **Material de acero chapado**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.02.2025

(73) Titular/es:

NIPPON STEEL CORPORATION (100.00%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku Tokyo 100-8071, JP

(72) Inventor/es:

TOKUDA, KOHEI;
MITSUNOBU, TAKUYA;
SAITO, MAMORU;
FUKUDA, YUTO;
GOTO, YASUTO;
SHINDO, HIDETOSHI;
NAKAMURA, FUMIAKI;
KAWANISHI, KOJI y
MIMURA, RYOHEI

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 995 161 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

Material de acero chapado

[Campo Técnico]

La presente invención se refiere a un acero chapado.

5 [Antecedentes de la Técnica]

Un acero chapado se fabrica generalmente mediante un método de enchapado continuo, en el que un fleje de acero se sumerge continuamente en un baño de enchapado. Un acero chapado también se fabrica mediante el llamado método de galvanización por inmersión en caliente en el que un acero que ha sido previamente procesado mediante procesos tales como proceso de corte, proceso de curvado o soldadura se sumerge en un baño de enchapado. Dado que un acero chapado fabricado mediante el método de enchapado continuo se somete a procesamientos de diversos tipos después del enchapado, un acero base del mismo puede quedar expuesto en una porción de la superficie extrema cortada o una porción procesada debido al procesamiento de curvado o similar. Por otra parte, incluso en un acero chapado fabricado mediante el método de galvanización por inmersión en caliente se llevan a cabo diversos tipos de procesamiento después del chapado, y su acero base puede quedar expuesto. Como se describió anteriormente, en términos de resistencia a la corrosión del acero chapado fabricado mediante el método de enchapado continuo o el método de galvanización por inmersión en caliente, es importante cómo se evitará la corrosión de la parte en donde está expuesto el acero base.

En un acero chapado, existen principalmente dos tipos de enchapado altamente resistente a la corrosión. Uno es un enchapado a base de Zn y el otro es un enchapado a base de Al. Dado que el Zn tiene una mayor tendencia a la ionización que el Fe, el enchapado a base de Zn tiene una acción de resistencia a la corrosión de sacrificio sobre un acero y puede prevenir la corrosión incluso en un lugar en donde el acero base esté expuesto, tal como una porción de superficie extrema cortada y una porción procesada del acero chapado. Por otro lado, el enchapado a base de Al usa un efecto de barrera de Al que forma una película de óxido estable en un entorno atmosférico y tiene una excelente resistencia a la corrosión de una porción plana. En el enchapado a base de Al, la resistencia a la corrosión de sacrificio no actúa fácilmente sobre el Fe debido a una película de óxido. Por lo tanto, no se puede esperar resistencia a la corrosión en una porción de superficie extrema cortada o similar. Por lo tanto, el enchapado a base de Al tiene aplicaciones limitadas, tal como un material que tiene un espesor de chapa pequeño.

Además, en el enchapado a base de Zn, se han llevado a cabo intentos para aumentar la resistencia a la corrosión de sacrificio mientras se mejora la resistencia a la corrosión de la porción plana, pero estas dos prestaciones tienen características contradictorias y, por lo tanto, a menudo se pierde una de ellas. Por lo tanto, desde alrededor del año 2000, el enchapado a base de Zn-Al-Mg como se describe en el Documento de Patente 1 se ha usado ampliamente en el mercado. En el enchapado a base de Zn-Al-Mg, cuando se añade Mg, que tiene una alta tendencia a la ionización, mientras se añade Al para mejorar la resistencia a la corrosión de la capa enchapada, es posible mejorar la resistencia a la corrosión sin reducir la acción de resistencia a la corrosión de sacrificio además de la resistencia a la corrosión de la porción plana.

En los últimos años, se ha desarrollado una lámina de acero chapado a base de Zn-Al-Mg como la descrita en el Documento de Patente 2, centrándose en el Mg que tiene una alta tendencia a la ionización. Se espera que un aumento en la cantidad de Mg mejore adicionalmente la resistencia a la corrosión y la resistencia a la corrosión de sacrificio, pero la adición de Mg conduce, por ejemplo, al endurecimiento de la capa chapada y puede causar agrietamiento o desprendimiento de la capa chapada, especialmente en una porción procesada debido al deterioro de la procesabilidad y, por lo tanto, es necesario mantener la concentración del Mg añadido dentro de un cierto intervalo.

La razón por la cual la adición de Mg deteriora la procesabilidad de la capa chapada es que se forma un compuesto intermetálico duro denominado MgZn₂ en la capa chapada debido a la adición de Mg, y este MgZn₂ quebradizo sirve como punto de partida para la fractura. Por lo tanto, no se pudo añadir una gran cantidad de Mg.

45 [Lista de Citas]

[Documentos de patente]

[Documento de Patente 1]:

Publicación internacional PCT N° WO 2000/71773

[Documento de Patente 2]:

50 Publicación internacional PCT N° WO 2018/139619; también publicada como US 20191390303 A1

[Sumario de la Invención]

[Problemas a Resolver por la Invención]

La presente invención se ha creado en vista de las circunstancias anteriores, y un objetivo de la presente invención es proporcionar un acero chapado a base de Zn-Al-Mg que tenga una excelente resistencia a la corrosión, especialmente en una porción procesada.

5 [Medios para Resolver el Problema]

Para resolver los problemas descritos anteriormente, la presente invención describe un acero chapado de acuerdo con la reivindicación 1. Realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones subordinadas.

[Efectos de la Invención]

10 De acuerdo con la presente invención, se puede proporcionar un acero chapado que tenga una excelente resistencia a la corrosión de una porción procesada.

[Realizaciones para Implementar la Invención]

15 Para un acero chapado, dado que la resistencia a la corrosión de la porción plana y la acción de resistencia a la corrosión de sacrificio aumentan a medida que aumenta la cantidad de fase de MgZn₂ en una capa chapada, cuando la capa chapada se mejora con la incorporación apropiada de la fase de MgZn₂, sigue existiendo la posibilidad de obtener un enchapado incluso más resistente a la corrosión. Además, hasta ahora, no se ha llevado a cabo investigación alguna sobre una estructura en la que la resistencia a la corrosión se exhiba al máximo mediante el control de la estructura de una capa chapada, y no se ha aclarado suficientemente cómo una fase que no tiene una alta resistencia a la corrosión, tal como una fase de Zn y una fase de Al que no puede exhibir suficientemente resistencia a la corrosión de sacrificio pueden configurarse para maximizar el comportamiento en un enchapado a base de Zn-Al-Mg. Por lo tanto, como resultado de una investigación intensiva llevada a cabo por el presente inventor para mejorar la resistencia a la corrosión en una porción procesada del acero chapado, cuando se supone que una porción procesada se forma mediante procesamiento de curvado o similar para el acero chapado que tiene una capa chapada, los inventores han llegado a tener la percepción de que es necesario mejorar la resistencia a la corrosión de sacrificio y la resistencia a la corrosión de la porción plana de la propia capa chapada en la porción procesada. Entonces, con el fin de mejorar ambos rendimientos descritos anteriormente, se ha descubierto que la fase de MgZn₂ contenida en la capa chapada precipita preferiblemente en una gran cantidad dentro de la capa chapada.

20 Por otro lado, cuando una cantidad de la fase de MgZn₂, que es un compuesto intermetálico, aumenta en una capa chapada, la capa chapada se endurece, la procesabilidad de la capa chapada tiende a ser inferior, la capa chapada de la porción procesada tiende a agrietarse o desprenderse y, por lo tanto, incluso si se mejora la resistencia a la corrosión de sacrificio, la resistencia a la corrosión de la porción procesada tiende a ser inferior. Por ejemplo, cuando el acero chapado se somete a un procesamiento de curvado o similar, se generan grietas en la dirección de espesor de una chapa de acero como resultado de la tensión aplicada a la capa chapada en la porción procesada. Cuando estas grietas llegan desde una superficie de la capa chapada hasta su acero base, la resistencia a la corrosión de la porción procesada se deteriora significativamente. Por lo tanto, los presentes inventores han llegado a tener la percepción de que es necesario ablandar la capa chapada o utilizar una capa chapada en la que las grietas no se propaguen fácilmente. Por lo tanto, los inventores de la presente invención han descubierto que, cuando se cambia la dirección de propagación de las grietas en la capa chapada, se complica la trayectoria de desarrollo de la corrosión y se puede mejorar la resistencia a la corrosión de la porción procesada. Específicamente, se ha obtenido con éxito una capa chapada que tiene una estructura cristalina que puede suprimir la propagación de grietas en la dirección del espesor de la chapa de acero, reduciendo una proporción de la fase de MgZn₂ presente, en donde un plano (201) está orientado en un cristal de la fase de MgZn₂ a ser identificada para aumentar una proporción de la fase de MgZn₂ orientada en un plano (002) y un plano (004) que es un plano equivalente al plano (002) en el cristal de la fase de MgZn₂ a identificar relativamente cuando la difracción de rayos X se lleve a cabo sobre una superficie de la capa chapada.

25 40 45 Es decir, los presentes inventores han desarrollado un acero chapado que puede resolver los problemas descritos anteriormente, mejorando adicionalmente la procesabilidad de una lámina de acero chapado que contiene una gran cantidad de fase de MgZn₂ y que tiene una alta resistencia a la corrosión controlando la orientación del cristal. A continuación se describirá un acero chapado de acuerdo con una realización de la presente invención.

50 Un acero chapado de acuerdo con la presente realización es un acero chapado que tiene una capa chapada sobre una superficie de un acero, en donde una composición química media de la capa chapada está formada por, en % en masa,

50,00 % o más de Zn,

más de 10,00 % y menos de 40,00 % de Al,

más de 5,00 % y menos de 12,50 % de Mg,

0 % o más y 3,00 % o menos de Sn,

- 0 % o más y 1,00 % o menos de Bi,
 0 % o más y 1,00 % o menos de In,
 0,03 % o más y 2,00 % o menos de Ca,
 0 % o más y 0,50 % o menos de Y,
 5 0 % o más y 0,50 % o menos de La,
 0 % o más y 0,50 % o menos de Ce,
 0 % o más y 2,50 % o menos de Si,
 0 % o más y 0,25 % o menos de Cr,
 0 % o más y 0,25 % o menos de Ti,
 10 0 % o más y 0,25 % o menos de Ni,
 0 % o más y 0,25 % o menos de Co,
 0 % o más y 0,25 % o menos de V,
 0 % o más y 0,25 % o menos de Nb,
 0 % o más y 0,25 % o menos de Cu,
 15 0 % o más y 0,25 % o menos de Mn,
 más de 0 % y 5,00 % o menos de Fe,
 0 % o más y 0,50 % o menos de Sr,
 0 % o más y 0,50 % o menos de Sb,
 0 % o más y 0,50 % o menos de Pb,
 20 0 % o más y 0,50 % o menos de B,
 0 % o más y 0,50 % o menos de Li,
 0 % o más y 0,50 % o menos de Zr,
 0 % o más y 0,50 % o menos de Mo,
 0 % o más y 0,50 % o menos de W,
 25 0 % o más y 0,50 % o menos de Ag,
 0 % o más y 0,50 % o menos de P,
 e impurezas,
- se satisfacen las siguientes Expresión 1 y Expresión 2, y la Expresión 3 y la Expresión 6 se satisfacen además en un patrón de difracción de rayos X de una superficie de la capa chapada medida utilizando rayos Cu-K α , con la condición de que la salida de rayos X sea de 40 kV y 150 mA.

$$0 \leq \text{Cr} + \text{Ti} + \text{Ni} + \text{Co} + \text{V} + \text{Nb} + \text{Cu} + \text{Mn} \leq 0,25 \dots \text{Expresión 1}$$

$$0 \leq \text{Sr} + \text{Sb} + \text{Pb} + \text{B} + \text{Li} + \text{Zr} + \text{Mo} + \text{W} + \text{Ag} + \text{P} \leq 0,50 \dots \text{Expresión 2}$$

$$I(\text{MgZn}_2(41,31^\circ)) / I(\Sigma(\text{MgZn}_2)) \leq 0,265 \dots \text{Expresión 3}$$

$$0,150 \leq [I(\text{MgZn}_2(20,79^\circ)) + I(\text{MgZn}_2(42,24^\circ))] / I(\Sigma(\text{MgZn}_2)) \dots \text{Expresión 6}$$

- 35 Aquí, los símbolos de los elementos en la Expresión 1 y la Expresión 2 indican cada uno una cantidad (% en masa) de cada uno de los elementos en la capa chapada en términos de % en masa, y 0 se sustituye cuando el elemento no está contenido. Además, $I(\Sigma(\text{MgZn}_2))$, $I(\text{MgZn}_2(41,31^\circ))$, $I(\text{MgZn}_2(20,79^\circ))$ e $I(\text{MgZn}_2(42,24^\circ))$ en la Expresión 3 y la Expresión 6 son las siguientes, e $I(\Sigma(\text{Mg}_2\text{Sn}))$ es 0 cuando la capa chapada no contiene Sn.

$I(\Sigma(\text{MgZn}_2))$: Una suma de intensidades de picos de difracción de un plano (100), un plano (002), un plano (101), un

plano (102), un plano (110), un plano (103), un plano (112), un plano (201), un plano (004), un plano (203), un plano (213), un plano (220), un plano (313) y un plano (402) de MgZn₂.

$I(MgZn_2(41,31^\circ))$: Una intensidad del pico de difracción del plano (201) de MgZn₂.

$I(MgZn_2(20,79^\circ))$: Una intensidad del pico de difracción del plano (002) de MgZn₂.

- 5 $I(MgZn_2(42,24^\circ))$: Una intensidad del pico de difracción del plano (004) de MgZn₂.

En el acero chapado de acuerdo con la presente realización, una composición promedio de Sn de la capa chapada puede ser

Sn: 0,03 % o más y 1,50 % o menos.

10 En el acero chapado de acuerdo con la presente realización, la Expresión 4 y la Expresión 5 pueden satisfacerse además en una imagen de difracción de rayos X de la superficie de la capa chapada medida utilizando rayos Cu-Kα con la condición de que la salida de rayos X sea de 40 kV y 150 mA.

$1,0 \leq I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))/I(Al(38,47^\circ)) \dots$ Expresión 4

$1,0 \leq I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))/I(Zn(38,99^\circ)) \dots$ Expresión 5

Aquí, $I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))$, $I(Al(38,47^\circ))$ e $I(Zn(38,99^\circ))$ en la Expresión 4 y la Expresión 5 son los siguientes.

- 15 $I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))$: Una intensidad de un pico de difracción de un plano (101) de Al0,71Zn0,29.

$I(Al(38,47^\circ))$: Una intensidad de un pico de difracción de un plano (111) de Al.

$I(Zn(38,99^\circ))$: Una intensidad de un pico de difracción de un plano (100) de Zn.

En el acero chapado de acuerdo con la presente realización, se puede satisfacer la siguiente Expresión 3' en lugar de la Expresión 3 descrita anteriormente.

- 20 $I(MgZn_2(41,31^\circ))/I(\Sigma(MgZn_2)) \leq 0,140 \dots$ Expresión 3'

En el acero chapado de acuerdo con la presente realización, se puede satisfacer la siguiente Expresión 6' en lugar de la Expresión 6 descrita anteriormente.

$0,350 \leq \{I(MgZn_2(20,79^\circ))+I(MgZn_2(42,24^\circ))\}/I(\Sigma(MgZn_2)) \dots$ Expresión 6'

25 Además, en la siguiente descripción, "%" indicado en el contenido de cada uno de los elementos de la composición química, significa "% en masa". Además, un intervalo numérico indicado utilizando "hasta" significa un intervalo que incluye los valores numéricos mencionados antes y después de "hasta" como el valor límite inferior y el valor límite superior. Además, un intervalo numérico en el que se adjunta "más que" o "menos que" a un valor numérico escrito antes o después de "hasta" significa un intervalo en el que el valor numérico no está incluido como valor límite inferior o valor límite superior.

30 Además, "resistencia a la corrosión de la porción plana" indica una propiedad de que la propia capa chapada es resistente a la corrosión. Además, "resistencia a la corrosión de sacrificio" indica una propiedad de suprimir la corrosión de una porción expuesta (un lugar en donde un acero base (acero) está expuesto, por ejemplo, en una porción de superficie extrema cortada del acero chapado y una porción agrietada de la capa chapada durante el procesamiento, y debido al desprendimiento de la capa chapada) del acero base (acero).

35 Se describirá el acero que será chapado. La forma del acero no está particularmente limitada, y un acero procesado mediante conformación tal como un tubo de acero, un material de construcción e ingeniería civil (un conducto de cerca, una tubería corrugada, una cubierta de drenaje, una placa de prevención de arena, un perno, un malla metálica, una barandilla, una pared de retención de agua y similares), un miembro de un electrodoméstico (una caja de una unidad exterior de un acondicionador de aire y similares) y una pieza de automóvil (una parte de los bajos de la carrocería y similares) pueden ejemplificarse como el acero además de una chapa de acero. Para el proceso de conformación se pueden utilizar diversos métodos de procesamiento de deformación plástica tales como, por ejemplo, procesamiento de prensado, conformación por rodillos y procesamiento de curvado.

40 No existe restricción particular alguna sobre el material del acero. Aceros de diversos tipos tales como, por ejemplo, acero ordinario, acero pre-chapado con Ni, acero calmado con Al, acero con contenido de carbono ultrabajo, acero con alto contenido de carbono, diversos aceros de alta resistencia a la tracción y algunos aceros de alta aleación (aceros que contienen elementos de refuerzo tales como Ni y Cr) se pueden aplicar al acero. Además, el acero no está particularmente limitado en condiciones tales como un método de fabricación de acero y un método de fabricación de una chapa de acero (un método de laminación en caliente, un método de decapado, un método de laminación en frío o similares). Además, el acero puede ser acero pre-chapado que haya sido previamente chapado.

A continuación se describirá una capa chapada. La capa chapada de acuerdo con la presente realización incluye una capa de aleación a base de Zn-Al-Mg. Además, la capa chapada puede incluir una capa de aleación de Al-Fe.

La capa de aleación a base de Zn-Al-Mg está hecha de una aleación a base de Zn-Al-Mg. La aleación basada en Zn-Al-Mg significa una aleación ternaria que contiene Zn, Al y Mg.

5 La capa de aleación de Al-Fe es una capa de aleación interfacial entre el acero y una capa de aleación de Zn-Al-Mg.

Es decir, la capa chapada puede tener una estructura de capa única de una capa de aleación de Zn-Al-Mg, o puede tener una estructura chapada que incluya una capa de aleación de Zn-Al-Mg y una capa de aleación de Al-Fe. En el caso de la estructura chapada, la capa de aleación de Zn-Al-Mg es preferiblemente una capa que forma una superficie de la capa chapada. Sin embargo, se forma una película de óxido de elementos constituyentes de la capa chapada con un espesor de aproximadamente 50 nm en una superficie más externa de la capa chapada, pero el espesor es pequeño con relación al espesor de toda la capa chapada y esto se considera que no forma un constituyente principal de la capa chapada.

10 Un espesor total de la capa chapada es de 3 a 80 μm , y preferiblemente de 5 a 70 μm . El espesor de la capa de aleación de Al-Fe es de decenas de nm a aproximadamente 5 μm . El acero y la capa de aleación a base de Zn-Al-Mg se combinan mediante la capa de aleación de Al-Fe. El espesor de la capa de aleación de Al-Fe como capa de aleación interfacial puede controlarse arbitrariamente mediante la temperatura de un baño de enchapado durante la fabricación del acero chapado y un tiempo de inmersión en el baño de enchapado y, por lo tanto, no hay problema en la formación de la capa de aleación de Al-Fe que tiene un espesor de este tipo.

15 20 Además, dado que el espesor de toda la capa chapada depende de las condiciones de enchapado, los límites superior e inferior del espesor de toda la capa chapada no están particularmente limitados. Por ejemplo, el espesor de toda la capa chapada está relacionado con la viscosidad y el peso específico del baño de enchapado en un método de enchapado por inmersión en caliente normal. Además, el peso del enchapado en base al peso base se ajusta mediante la velocidad de estirado de la chapa de acero (hoja original del enchapado) y la fuerza de frotación.

25 30 La capa de aleación de Al-Fe se forma sobre una superficie (concretamente, entre el acero y la capa de aleación de Zn-Al-Mg) del acero, y es una capa cuya fase principal es una fase de Al_5Fe como estructura de la misma. La capa de aleación de Al-Fe se forma por difusión atómica mutua del acero base (acero) y el baño de enchapado. Cuando se utiliza el enchapado por inmersión en caliente como método de fabricación, es probable que se forme una capa de aleación de Al-Fe en una capa chapada que contiene Al elemental. Dado que el Al está contenido en una determinada concentración o superior en el baño de enchapado, la fase de Al_5Fe se forma en mayor medida. Sin embargo, la difusión atómica lleva tiempo y hay una porción en la que la concentración de Fe aumenta en una porción cercana al acero base. Por lo tanto, la capa de aleación de Al-Fe puede contener parcialmente una pequeña cantidad de una fase de AlFe , una fase de Al_3Fe , una fase de Al_5Fe_2 o similares. Además, dado que el Zn también está contenido en una cierta concentración en el baño de enchapado, también está contenida una pequeña cantidad de Zn en la capa de aleación de Al-Fe.

35 40 Cuando la capa chapada contiene Si, es particularmente probable que el Si se incorpore a la capa de aleación de Al-Fe y pueda convertirse en una fase de compuesto intermetálico de Al-Fe-Si. Una fase de compuesto intermetálico identificada incluye una fase de AlFeSi , y hay fases α , β , $\text{q}1$, $\text{q}2$ - AlFeSi y similares como isómeros. Por lo tanto, estas fases de AlFeSi o similares pueden detectarse en la capa de aleación de Al-Fe. La capa de aleación de Al-Fe que contiene estas fases de AlFeSi o similares también se denomina capa de aleación de Al-Fe-Si.

45 50 A continuación, se describirá una composición química promedio de la capa chapada. Cuando la capa chapada tiene una estructura monocapa de la capa de aleación de Zn-Al-Mg, la composición química promedio de toda la capa chapada es una composición química promedio de la capa de aleación de Zn-Al-Mg. Además, cuando la capa chapada tiene una estructura chapada de una capa de aleación de Al-Fe y una capa de aleación de Zn-Al-Mg, la composición química promedio de toda la capa chapada es una composición química media de un total de la capa de aleación de Al-Fe y la capa de aleación de Zn-Al-Mg.

55 Normalmente, en un método de enchapado por inmersión en caliente, la composición química de la capa de aleación de Zn-Al-Mg es casi la misma que la del baño de enchapado porque la reacción de formación de la capa chapada se completa en su mayor parte en el baño de enchapado. Además, en el método de enchapado por inmersión en caliente, la capa de aleación de Al-Fe se forma instantáneamente y crece inmediatamente después de la inmersión en el baño de enchapado. Luego, la reacción de formación de la capa de aleación de Al-Fe se completa en el baño de enchapado, y su espesor también suele ser suficientemente pequeño en comparación con el de la capa de aleación de Zn-Al-Mg. Por lo tanto, a menos que se realice un tratamiento térmico especial, tal como un tratamiento de aleación térmica (a más de 400 °C) después del enchapado, la composición química promedio de toda la capa chapada es sustancialmente igual a la composición química de la capa de aleación de Zn-Al-Mg y pueden ignorarse componentes tales como la capa de aleación de Al-Fe. A continuación se describirán los elementos contenidos en la capa chapada.

[Zn: 50,00 % o más]

El Zn es un elemento necesario para obtener una acción de resistencia a la corrosión de sacrificio en una porción

procesada además de la resistencia a la corrosión de la porción plana. Si el contenido de Zn es inferior al 50,00 %, la capa de aleación de Zn-Al-Mg se compone principalmente de una fase de Al, y una fase de Zn y una fase de Al-Zn para asegurar que la resistencia a la corrosión de sacrificio sea insuficiente. Por lo tanto, el contenido de Zn se fija en 50,00 % o más. Más preferiblemente, el contenido de Zn se fija en 65,00 % o más, o 70,00 % o más. Además, un límite superior del contenido de Zn es una cantidad de elementos distintos de Zn y el resto distintos de impurezas. Aunque la resistencia a la corrosión de sacrificio mejora básicamente a medida que aumenta el contenido de Mg en la capa chapada, como premisa para asegurar la resistencia a la corrosión de sacrificio, el enchapado de la presente invención necesita ser un enchapado a base de Zn. Es decir, en el enchapado a base de Zn-Al-Mg, si el contenido de Al aumenta y una cantidad de fase de Al aumenta además del aumento en el contenido de Mg, se puede perder el equilibrio de la resistencia a la corrosión de sacrificio y, a la inversa, la resistencia a la corrosión puede deteriorarse. Se necesita tiempo para la elución de la fase de Al, y una diferencia en la elución con Mg es demasiado grande y tiende a generar óxido rojo. Por lo tanto, con el fin de obtener una acción de resistencia a la corrosión de sacrificio adecuada, se requiere eluir una cierta cantidad de Zn en el momento adecuado.

[Al: más de 10,00 % y menos de 40,00 %]

De manera similar al Zn, el Al es un elemento que forma un constituyente principal de la capa chapada. Aunque el Al tiene un pequeño efecto sobre la acción de resistencia a la corrosión de sacrificio, la resistencia a la corrosión de la porción plana mejora cuando está contenido Al. Además, si no hay Al, el Mg no puede retenerse de manera estable en el baño de enchapado y, por lo tanto, se añade Al al baño de enchapado como un elemento esencial en la fabricación. Si el contenido de Al es demasiado alto, no se puede asegurar la resistencia a la corrosión de sacrificio y, por lo tanto, el contenido de Al se establece en menos de 40,00 %. Por otra parte, si el contenido de Al es del 10,00 % o menos, existe la tendencia a que sea difícil que contenga elementos de aleación tales como Mg y Ca que imparten rendimiento a la capa chapada. Además, dado que el Al tiene una densidad baja, en comparación con el Zn, se forma una gran cantidad de fase de Al con respecto al contenido en masa. Sin embargo, cuando el contenido de Al es del 10,00 % o menos, la mayor parte de la capa de aleación de Zn-Al-Mg tiende a ser la fase de Zn. Por lo tanto, esto también conduce a un deterioro significativo de la resistencia a la corrosión de la porción plana. En la presente realización, no es preferible que la fase de Zn sea una primera fase desde la perspectiva de la resistencia a la corrosión. Como se describirá más adelante, cuando la fase de Zn es la primera fase, es probable que se genere una estructura eutéctica ternaria de Zn-Al-MgZn₂ que es pobre en resistencia a la corrosión y procesabilidad de la porción plana, y la resistencia a la corrosión y procesabilidad de la porción plana tienden a deteriorarse. Por lo tanto, el contenido de Al se fija en más de 10,00 % y menos de 40,00 %.

[Mg: más de 5,00 % y menos de 12,50 %]

El Mg es un elemento que tiene un efecto de resistencia a la corrosión de sacrificio. Cuando el Mg está contenido en una determinada concentración o superior, se forma una fase de MgZn₂ en la capa chapada. La fase de MgZn₂ es una fase que contribuye a la resistencia a la corrosión de sacrificio y a la resistencia a la corrosión de la porción plana, y cuando una proporción de esta fase es alta en la capa chapada, la resistencia a la corrosión de sacrificio y la resistencia a la corrosión de la porción plana mejoran. La resistencia a la corrosión de sacrificio debida al Mg se exhibe cuando el Mg eluye y se combina con iones hidróxido (OH⁻) formados por una reacción de reducción para formar una película a base de hidróxido, evitando con ello la elución del acero. Con el fin de asegurar un cierto nivel de resistencia a la corrosión de sacrificio, es necesario tener más de 5,00 % de Mg. Si el contenido de Mg es del 5,00 % o menos, la cantidad de fase de MgZn₂ formada es insuficiente y no se puede garantizar la resistencia a la corrosión de sacrificio.

Aquí, la fase de MgZn₂ tiene una estructura denominada fase de Laves, es muy dura y tiene poca procesabilidad. Cuanto más se forma, más se deteriora la procesabilidad de la capa chapada, se generan numerosas grietas en la porción procesada o similar en una determinada región y la capa chapada llega a un estado en donde se puede desprender fácilmente. Por lo tanto, es probable que la capa chapada que contiene una alta concentración de Mg provoque una formación de polvo, la resistencia a la corrosión de la porción procesada no se asegura fácilmente y, por lo tanto, el contenido de Mg se establece en menos de 12,50 %, y preferiblemente en 10,00 % o menos.

[Sn: 0 % o más y 3,00 % o menos, Bi: 0 % o más y 1,00 % o menos, In: 0 % o más y 1,00 % o menos]

Sn, Bi e In son elementos de adición opcionales, y cuando están contenidos Sn, Bi e In, el Mg se combina con estos elementos con preferencia al Zn y forma compuestos intermetálicos tales como Mg₂Sn, Mg₃Bi₂, MgIn₂ y Mg₅In₂. De manera similar a la fase de MgZn₂, estos compuestos intermetálicos contribuyen más a la resistencia a la corrosión de sacrificio y a la resistencia a la corrosión de la porción plana. Además, dado que estos compuestos intermetálicos son más blandos que la fase de MgZn₂, no hay deterioro en la procesabilidad de la capa chapada debido a la inclusión de estos compuestos. Cuando Sn está contenido en una cantidad de 0,03 % o más, y Bi e In están contenidos cada uno en una cantidad de 0,10 % o más, se observa la formación de estos compuestos intermetálicos y, por lo tanto, si Sn, Bi e In están configurados para estar contenidos, Sn está contenido preferiblemente en una cantidad de 0,03 % o más, y Bi e In están contenidos cada uno preferiblemente en una cantidad de 0,10 % o más. Además, entre estos compuestos intermetálicos, teniendo en cuenta que tienen resistencia a la corrosión de la porción plana y resistencia a la corrosión de sacrificio y que se incluyen fácilmente en la fase de Zn que es lo suficientemente blanda como para ser procesada y tiene una alta deformabilidad plástica, el Mg₂Sn es el más excelente. Por lo tanto, entre Sn, Bi e In, es más preferible que contenga Sn.

Cuando están contenidos uno o más de Sn, Bi e In, la resistencia a la corrosión de sacrificio mejora significativamente. Con el fin de evitar la corrosión de una zona amplia sin película chapada, tal como una porción de superficie extrema cortada, se puede mejorar la resistencia a la corrosión al contener estos elementos. Es decir, esto se debe a que el Mg₂Sn o similar formado al contener estos elementos se disuelve en una etapa temprana para formar una fina película protectora de Mg sobre la superficie del extremo cortado y, por lo tanto, la corrosión posterior se suprime en gran medida.

Además, cuando están contenidos uno o más de Sn, Bi e In, se mejora la resistencia a la corrosión de la porción plana y especialmente la resistencia a la corrosión de la porción de superficie extrema cortada, pero la inclusión excesiva de estos elementos mejora la resistencia a la corrosión de sacrificio de la capa chapada y, como resultado, es más probable que la capa recubierta sea eluida y esto afecta negativamente a la resistencia a la corrosión de la porción plana o similar. Por lo tanto, un límite superior de Sn se fija en 3,00 % o menos, y los límites superiores de Bi e In se fijan cada uno en 1,00 % o menos. Sn se fija más preferentemente en 1,50 % o menos.

[Ca: 0,03% o más y 2,00 % o menos, Y: 0 % o más y 0,50 % o menos, La: 0 % o más y 0,50 % o menos, Ce: 0 % o más y 0,50 % o menos]

Entre estos elementos, Ca es un elemento adicional esencial y los demás elementos son elementos adicionales opcionales. Estos elementos son sustituidos a menudo con Mg y facilitan la orientación del cristal de la fase de MgZn₂. Cuando se incluyen estos elementos, se produce una orientación del cristal suficiente de la fase de MgZn₂. En particular, el Ca debe estar contenido en una cantidad de al menos 0,03 % o más para provocar una orientación del cristal suficiente. De esta manera, la resistencia a la corrosión y la resistencia a la corrosión de sacrificio tienden a mejorar ligeramente. Es decir, Ca, Y, La y Ce se sustituyen con parte de Mg en MgZn₂ y Mg₂Sn. Es decir, al menos uno de Ca, Y, La y Ce se sustituye con parte de Mg en MgZn₂ y Mg₂Sn y, con ello, se forman una fase de MgCaZn y una fase de Mg(Ca, Y, La, Ce)Zn a partir de MgZn₂, y a partir de Mg₂Sn se forman una fase de MgCaSn y una fase de Mg(Ca, Y, La, Ce)Sn. Aunque no se conoce la fórmula química exacta, cuando se lleva a cabo un mapeo tal como el EPMA para estos elementos, hay casos en los que Sn y Mg y estos elementos se detectan desde una posición detectada al mismo tiempo, por lo que se considera que Sn y Mg forman un compuesto intermetálico en la posición en donde se detectan al mismo tiempo Sn y Mg.

Con el fin de obtener una orientación, es deseable que Ca esté contenido en una cantidad de 0,05 % o más, Y esté contenido en una cantidad de 0,10 % o más, y La y Ce estén contenidos cada uno en una cantidad de 0,10 % o más.

Por otro lado, un límite superior de Ca se establece en 2,00 %, y los límites superiores de Y, La y Ce se establecen cada uno en 0,50 %. Cuando las cantidades de Ca, Y, La y Ce exceden los límites superiores, existe la probabilidad de que Ca, Y, La y Ce formen cada uno una fase compuesta intermetálica, compuesta principalmente de cada uno de los elementos, endurezcan la capa chapada y provoquen grietas durante el procesamiento de la capa chapada y luego provoquen el desprendimiento de polvo. Preferiblemente, Ca se fija en 1,00 % o menos, Y se fija en 0,30 % o menos, y La y Ce se fijan cada uno en 0,30 % o menos.

[Si: 0 % o más y 2,50 % o menos]

Si es un elemento adicional opcional, y dado que es un elemento pequeño en comparación con Ca, Y, La, Ce, Bi, In y similares, Si forma una solución sólida intersticial, pero no se han determinado detalles de la misma. Como efecto debido al Si, se sabe generalmente que tiene un efecto de supresión del crecimiento de una capa de aleación de Al-Fe, y también se ha comprobado un efecto de mejora de la resistencia a la corrosión. El Si también forma una solución sólida intersticial en la capa de aleación de Al-Fe. Las descripciones sobre la formación de la fase del compuesto intermetálico de Al-Fe-Si o similar en la capa de aleación de Al-Fe ya se han descrito anteriormente. Por lo tanto, cuando el Si está configurado para estar contenido, preferiblemente está contenido en una cantidad del 0,03 % o más, más preferiblemente en una cantidad del 0,05 % o más, y aún más preferiblemente en una cantidad del 0,10 % o más.

Por otra parte, un exceso de Si forma un compuesto intermetálico tal como una fase de Mg₂Si o similar en la capa chapada. La fase de Mg₂Si deteriora ligeramente la resistencia a la corrosión de la porción plana. Además, cuando al menos uno de Ca, Y, La y Ce está configurado para estar contenido, se forma una fase de compuesto intermetálico tal como una fase de Ca₂Si, y se reduce el efecto de contener Ca, Y y similares. Además, el Si forma una fuerte película de óxido que contiene Si sobre una superficie de la capa chapada. Esta película de óxido dificulta la elución de elementos de la capa chapada y deteriora la resistencia a la corrosión de sacrificio. En particular, la resistencia a la corrosión de sacrificio se ve muy afectada al reducirse en una etapa temprana de la corrosión antes de que colapse una barrera de la película de óxido que contiene Si. Por lo tanto, un contenido de Si se fija en 2,50 % o menos. El contenido de Si es preferiblemente de 0,50 % o menos y más preferiblemente de 0,30 % o menos.

El Si en la capa chapada es un elemento que desempeña un papel importante en el control de la orientación de un cristal de MgZn₂ en la presente invención. Cuando el Fe se sumerge en un baño de enchapado a 400 °C o más, el Fe reacciona inmediatamente con una lámina de acero chapada, el Fe se difunde durante el enchapado y primero se produce una reacción de formación de interfaz. Despues de ello, se produce la solidificación de Al y MgZn₂, pero si no hay Si en el baño de enchapado y la difusión de Fe es activa, se puede suprimir una reacción de nucleación de cristales de Al y MgZn₂ y el crecimiento posterior con la interfaz como punto de partida, una orientación del cristal no se hace constante y el control posterior del cristal se vuelve difícil. Por otro lado, cuando se agrega Si, el Si en el baño de

enchapado es atraído primero hacia la chapa de acero cuando se sumerge Fe en el baño de enchapado, y se suprime la difusión excesiva de Fe en el enchapado y la nucleación de cristales. Además, se puede obtener un estado adecuado para controlar la orientación del cristal de la fase de MgZn₂ debido a la formación de una capa de aleación interfacial de Al-Fe-Si. Por lo tanto, con el fin de controlar eficazmente el cristal formado principalmente de MgZn₂ descrito en la presente invención, el contenido de Si se fija preferiblemente en 0,030 % o más.

5 [Cr: 0 % o más y 0,25 % o menos, Ti: 0 % o más y 0,25 % o menos, Ni: 0 % o más y 0,25 % o menos, Co: 0 % o más y 0,25 % o menos, V: 0 % o más y 0,25 % o menos, Nb: 0 % o más y 0,25 % o menos, Cu: 0 % o más y 0,25 % o menos, Mn: 0 % o más y 0,25 % o menos]

10 Estos elementos son elementos adicionales opcionales y, aunque es difícil determinar su efecto de adición en comparación con el de los elementos Sn, Bi e In descritos anteriormente, todos ellos son metales de alto punto de fusión y cuando se disuelven en compuestos intermetálicos finos en la capa chapada o en una fase metálica como la fase de Al, o forman una solución sólida sustitutiva, las propiedades de la capa chapada cambian algo. Una acción principal del mismo es que, cuando se añade un metal noble, se forma parcialmente un compuesto intermetálico noble en la capa chapada y la corrosión de la capa chapada se acelera microscópicamente para facilitar la elución. Casi no 15 se puede determinar ningún efecto sobre la resistencia a la corrosión de la porción plana, pero un efecto de película protectora debido al óxido actúa mediante la ligera aceleración de la corrosión y, por lo tanto, se mejora la resistencia a la corrosión de la porción de superficie extrema cortada. Sin embargo, la adición a una concentración excesiva conduce a un deterioro extremo de la resistencia a la corrosión de la capa chapada. Por lo tanto, los límites superiores de las 20 cantidades de estos elementos se fijan cada uno en 0,25 %. Además, con el fin de provocar que se presenten los efectos descritos anteriormente, cada uno de estos elementos puede estar contenido en una cantidad del 0,01 % o más.

Además, cuando una cantidad total de Cr, Ti, Ni, Co, V, Nb, Cu y Mn excede el 0,25 %, forman compuestos intermetálicos con otros elementos constituyentes en la capa chapada, y no se puede ver un efecto de mejora de la capa chapada. Por ejemplo, se forma un compuesto intermetálico que contiene sólo un Mg elemental tal como la fase MgCu₂, y se deterioran la resistencia a la corrosión de la porción plana y la resistencia a la corrosión de sacrificio. Por lo tanto, es necesario satisfacer la siguiente Expresión 1.

$$0 \leq \text{Cr} + \text{Ti} + \text{Ni} + \text{Co} + \text{V} + \text{Nb} + \text{Cu} + \text{Mn} \leq 0,25 \dots \text{Expresión 1}$$

[Fe: más de 0 % y 5,00 % o menos]

30 Fe depende en gran medida del acero base que se difunde internamente en la capa chapada en el proceso de enchapado cuando se fabrica una lámina de acero chapada mediante un método de enchapado por inmersión en caliente similar, y puede estar contenido en la capa chapada en una cantidad de hasta un máximo de aproximadamente 5,00 %, pero la resistencia a la corrosión no cambia mucho de acuerdo con la cantidad de Fe.

[Sr: 0 % o más y 0,50 % o menos, Sb: 0 % o más y 0,50 % o menos, Pb: 0 % o más y 0,50 % o menos, B: 0 % o más y 0,50 % o menos, Li: 0 % o más y 0,50 % o menos, Zr: 0 % o más y 0,50 % o menos, Mo: 0 % o más y 0,50 % o menos, W: 0 % o más y 0,50 % o menos, Ag: 0 % o más y 0,50 % o menos, P: 0 % o más y 0,50 % o menos]

35 Estos elementos son elementos adicionales opcionales, son elementos que afectan en gran medida la apariencia del enchapado y tienen el efecto de aclarar la formación de lentejuelas y el efecto de obtener un brillo blanco. Para obtener estos efectos, cada uno de los elementos puede estar contenido en una cantidad del 0,01 % o más. Sin embargo, si cada uno de estos elementos excede el 0,50 %, la procesabilidad y la resistencia a la corrosión del enchapado pueden deteriorarse y, por tanto, los límites superiores de los mismos se fijan cada uno en 0,50 %. Además, estos elementos 40 tienden a mejorar la resistencia a la corrosión de la porción plana de la capa chapada. Cuando se añaden estos elementos, se forma una película de óxido sobre la superficie del enchapado y se mejora un efecto de barrera contra los factores de corrosión. Por lo tanto, la resistencia a la corrosión de la porción plana tiende a mejorar cuando está contenida una cierta cantidad de estos elementos.

45 Además, si una cantidad total de estos elementos excede el 0,50 %, dado que puede no verse un efecto de mejora de la capa chapada y la resistencia a la corrosión de la capa chapada puede deteriorarse, es necesario satisfacer la siguiente Expresión 2.

$$0 \leq \text{Sr} + \text{Sb} + \text{Pb} + \text{B} + \text{Li} + \text{Zr} + \text{Mo} + \text{W} + \text{Ag} + \text{P} \leq 0,50 \cdot \text{Expresión 2}$$

[Impurezas]

50 Las impurezas son componentes contenidos en materias primas o componentes mezclados durante los procedimientos de fabricación y se refieren a componentes que no están contenidos intencionadamente. En el enchapado por inmersión en caliente, la presencia o ausencia de impurezas depende normalmente del grado de refinado de una aleación utilizada como enchapado. Con respecto a la concentración de las impurezas, dado que 0,01 % o 100 ppm es habitualmente un límite de detección del equipo utilizado para el análisis de componentes, aquellos por debajo de éste pueden considerarse impurezas. Por lo tanto, una concentración de impurezas añadidas intencionadamente 55 supera normalmente el 0,01 %. Por ejemplo, la capa chapada puede contener una cantidad muy pequeña de componentes distintos de Fe como impurezas debido a la difusión atómica mutua entre el acero (acero base) y el baño

de enchapado. Por impurezas se entienden elementos tales como, por ejemplo, S y Cd. Estas impurezas se limitan preferiblemente al 0,01 % o menos para exhibir completamente los efectos de la presente invención. Además, dado que la cantidad de impurezas es preferiblemente baja, no hay necesidad de limitar un valor límite inferior, y el valor límite inferior de las impurezas puede ser del 0 %.

- 5 Para identificar una composición química promedio de la capa chapada, se obtiene una solución ácida desprendiendo y disolviendo la capa chapada con un ácido que contiene un inhibidor que suprime la corrosión del acero base (acero). En cuanto a la solución ácida, se emplea un método correspondiente a JIS H 1111 o JIS H 1551 para preparar una solución en la cual la capa chapada se disuelve completamente sin dejar residuos. A continuación, se puede obtener una composición química de la capa chapada midiendo la solución ácida obtenida mediante un método de espectroscopía de emisión ICP. Para medir la cantidad de adhesión del enchapado, se usa como especie ácida ácido clorhídrico (a una concentración del 10 % (que contiene un tensioactivo)), que es un ácido capaz de disolver la capa chapada. La cantidad de adhesión del enchapado (g/m^2) se puede obtener midiendo un área y un peso antes y después del desprendimiento.
- 10 A continuación, se describirán la Expresión 3 a la Expresión 6, la Expresión 3' y la Expresión 6'.

- 15 En el acero chapado de acuerdo con la presente realización, es necesario satisfacer la Expresión 3 a la Expresión 6 en una imagen de difracción de rayos X de una superficie de la capa chapada medida utilizando rayos Cu-K α con la condición de que la salida de rayos X sea 40 kV y 150 mA. Además, se puede satisfacer la Expresión 3' o la Expresión 6'.

- 20 Con respecto a las fases constituyentes de la capa chapada de acuerdo con la presente realización, dado que la capa chapada es un enchapado a base de Zn-Al-Mg, una fase de Zn, una fase de Al, una fase de MgZn₂ y similares son fases que constituyen una capa chapada típica en el intervalo de concentraciones ilustrado en la presente realización. Además, también se incluye una fase de Al-Zn que contiene Zn y Al en la capa chapada de acuerdo con la presente realización. Cada una de las proporciones de estas fases tiende a aumentar a medida que aumenta la concentración del elemento que constituye cada una de las fases. Además, cuando están contenidos Sn, Bi, Si y similares, también están contenidos compuestos intermetálicos tales como Mg₂Sn, Mg₂Bi₂ y Mg₂Si, aunque en cantidades muy pequeñas.
- 25 Se ha descubierto que la acción de resistencia a la corrosión de sacrificio se le da a la fase de Al cuando una gran cantidad de Zn, que originalmente precipita como una fase de Zn, se hace contener en una fase α (fase primaria de Al) en un sistema ternario Zn-Al-Mg para formar la fase de Al-Zn, y la acción de resistencia a la corrosión de sacrificio se potencia adicionalmente y la resistencia a la corrosión de la porción procesada se mejora adicionalmente cuando se aumenta una proporción de la fase de MgZn₂ presente en la capa chapada.

- 30 Con el fin de mejorar toda la resistencia a la corrosión, tal como la resistencia a la corrosión y la resistencia a la corrosión de sacrificio de la porción plana, y la resistencia a la corrosión de la porción procesada, además de optimizar la composición de los componentes de la capa chapada, es necesario optimizar la asignación de una relación de composición de fase de las fases formadas de los compuestos intermetálicos que constituyen la capa chapada tanto como sea posible. En particular, el rendimiento básico de la capa chapada, tal como la resistencia a la corrosión y la resistencia a la corrosión de sacrificio de la porción plana, a menudo está determinado por la composición del componente en general, pero la resistencia a la corrosión de la porción procesada varía mucho de acuerdo con el tamaño de las fases constituyentes, dureza de las fases, orientaciones y similares.

- 35 Aquí, como un método para medir las proporciones de estas fases, un método de difracción de rayos X que utiliza Cu como objetivo como fuente de rayos X es el más conveniente porque puede obtener información promedio sobre las fases constituyentes en la capa chapada. Como ejemplo de condiciones de medición, las condiciones de rayos X se fijan en una tensión de 40 kV y una corriente de 150 mA. Un difractómetro de rayos X no está particularmente limitado, pero, por ejemplo, se puede utilizar un difractómetro de rayos X potente de tipo horizontal RINT-TTR III fabricado por Rigaku Corporation.

- 40 Como condiciones de medición para el dispositivo distintas de la fuente de rayos X, se utiliza un goniómetro TTR (goniómetro horizontal) con un ancho de rendija de filtro K β de 0,05 mm, una rendija limitadora longitudinal de 2 mm, una rendija receptora de luz de 8 mm, una abertura 2 de rendija receptora de luz, una velocidad de escaneo de 5 grados/min, un ancho de paso de 0,01 grados y un eje de escaneo 2θ de 5 a 90 grados.

- 45 Se puede obtener un índice de la proporción de fases (Expresión 3 a Expresión 6, Expresión 3' o Expresión 6') adecuado para la resistencia a la corrosión de la porción procesada recogiendo las intensidades de los picos de difracción de las fases contenidas en la capa chapada de un patrón de difracción de rayos X obtenido mediante la difracción de rayos X y obteniendo las proporciones del mismo.

- 50 En la presente realización, con el fin de medir una proporción de MgZn₂ contenido en la capa chapada, entre las intensidades de los picos de difracción de rayos X correspondientes a la fase de Zn, la fase de Al, la fase MgZn₂ y la fase de Al-Zn, se requiere una suma de intensidades de pico de difracción específicas. Con referencia a la tarjeta JCPDS, entre los picos de difracción que aparecen en el patrón de difracción de rayos X de la capa chapada, se seleccionan picos de difracción claros que no se superponen con los de otras fases constituyentes.

Para la fase de MgZn₂, en referencia a la tarjeta JCPDS (nº 00-034-0457), se obtiene una suma de intensidades máximas de picos de difracción de un plano (100) cercano a 19,67°, un plano (002) cercano a 20,79°, un plano (101)

cercano a 22,26°, un plano (102) cercano a 28,73°, un plano (110) cercano a 34,34°, un plano (103) cercano a 37,26°, un plano (112) cercano a 40,47°, un plano (201) cercano a 41,3°, un plano (004) cercano a 42,24°, un plano (203) cercano a 51,53°, un plano (213) cercano a 63,4°, un plano (220) cercano a 72,35°, un plano (313) cercano a 84,26° y un plano (402) cercano a 89,58°. Estos se expresan como $I\Sigma(MgZn_2)$.

- 5 Para la fase de Al-Zn, haciendo referencia a la tarjeta JCPDS (nº 00-019-0057) de Al0,71Zn0,29, se obtiene una suma de intensidades máximas de picos de difracción de un plano (101) cercano a 38,78° y un plano (003) cercano a 39,86°. Esto se expresa como $I\Sigma(Al-Zn)$.

Además, una intensidad del pico de difracción del plano (201) de MgZn₂ se define como $I(MgZn_2(41,31°))$, una intensidad del pico de difracción del plano (002) de MgZn₂ se define como $I(MgZn_2(20,79°))$, y una intensidad del pico de difracción del plano (004) de MgZn₂ se define como $I(MgZn_2(42,24°))$. Además, una intensidad del pico de difracción del plano (101) de Al0,71Zn0,29 se define como $I(Al0,71Zn0,29(38,78°))$, una intensidad del pico de difracción del plano (111) de Al se define como $I(Al(38,47°))$, y una intensidad del pico de difracción del plano (100) de Zn se define como $I(Zn(38,99°))$.

10 Además, para las intensidades de estos picos de difracción, las intensidades de los picos obtenidas mediante medición se utilizan tal como están y no se lleva a cabo el procesamiento de fondo. La intensidad de fondo está incluida en todas las intensidades de difracción. Esto se debe a que la intensidad de fondo es menor que un pico de difracción del compuesto intermetálico que se va a medir en la presente realización, y casi no tiene influencia debido a la división por una relación de intensidad. Además, dado que el pico de difracción del compuesto intermetálico específico descrito anteriormente tiene un ángulo que no se solapa con los picos de difracción de los compuestos intermetálicos contenidos en otros enchapados, la intensidad del pico en cada uno de los ángulos se puede tomar como una intensidad del pico de difracción única de cada uno de los compuestos intermetálicos y se puede utilizar para una evaluación cuantitativa. Además, una unidad de intensidad máxima es cps (recuentos por segundo).

15 En adelante, se describirán la Expresión 3 a la Expresión 6, la Expresión 3' y la Expresión 6' determinadas por $I\Sigma(Al0,71Zn0,29)$, $I(MgZn_2(41,31°))$, $I(MgZn_2(20,79°))$ e $I(MgZn_2(42,24°))$.

- 20 [Con respecto a la Expresión 3 y la Expresión 3']

25 Aquí, incluso si la proporción de fase de MgZn₂ en la capa chapada está dentro de un intervalo preferible, la resistencia a la corrosión de la porción procesada puede no ser suficiente. En una porción procesada formada mediante procesamiento de curvado o similar, dado que una zona expuesta del acero base se extiende si la capa chapada se ha agrietado, se requiere una alta resistencia a la corrosión de sacrificio para prevenir de manera fiable la corrosión de la porción procesada. El hecho de que las grietas generadas en la capa chapada durante el procesamiento se extiendan verticalmente en la dirección de espesor de la capa chapada también puede cambiar el comportamiento de retención y formación de los productos de corrosión a partir de entonces y, por lo tanto, la dirección en la que se propagan las grietas en la capa chapada puede afectar a la resistencia a la corrosión de la porción procesada.

30 Por lo tanto, como resultado de investigar una relación entre una forma de grietas y la resistencia a la corrosión de sacrificio en la capa chapada, los presentes inventores encontraron que, cuando una intensidad del pico de difracción del plano (201) de la fase de MgZn₂ en el patrón de difracción de rayos X se reduce a un tamaño pequeño, se puede suprimir la generación de grietas de la capa chapada en la porción procesada y se puede mejorar la resistencia a la corrosión de la porción procesada. En JCPDS nº 00-034-0457, el pico de difracción del plano (201) de la fase MgZn₂ se considera como un pico de difracción que indica la intensidad máxima de difracción, y su ángulo de difracción es $2\theta = 41,31°$. Aquí, sobre la base de la intensidad de difracción de JCPDS nº 00-0340457, cuando una relación de orientación del plano (201) de la fase de MgZn₂ se calcula como $I(MgZn_2(41,31°))/I\Sigma(MgZn_2)$, el valor es de aproximadamente 0,27. Incluso en un acero chapado convencional, cuando se deja que el acero se enfrie de forma natural después del chapado, una relación de orientación ($I(MgZn_2(41,31°))/I\Sigma(MgZn_2)$) del plano (201) de la fase de MgZn₂ es de aproximadamente 0,27. Por lo tanto, los presentes inventores han descubierto que, cuando la relación de orientación del plano (201) de la fase de MgZn₂ se ajusta para que sea pequeña ajustando las condiciones de fabricación de la capa chapada, el número de grietas tiende a disminuir durante el curvado en T de la capa chapada, y esto es muy eficaz para suprimir la formación de polvo. Por lo tanto, en el acero chapado de la presente realización, la relación de orientación del plano (201) de la fase de MgZn₂ se fija en 0,265 o menos como se muestra en la siguiente Expresión 3. La relación de orientación se fija preferiblemente en 0,140 o menos como se muestra en la siguiente Expresión 3'.

- 35 40 45 50 $I(MgZn_2(41,31°))/I\Sigma(MgZn_2) \leq 0,265 \dots$ Expresión 3

$$I(MgZn_2(41,31°))/I\Sigma(MgZn_2) \leq 0,140 \dots$$
 Expresión 3'

- [Con respecto a la Expresión 6 y la Expresión 6']

55 Además, para mejorar adicionalmente la resistencia a la corrosión de la porción procesada, es necesario optimizar adicionalmente la orientación del plano de la fase de MgZn₂. Con el fin de mejorar la deformabilidad plástica de la capa chapada con respecto al procesamiento de curvado para hacer preferible una forma de grietas de la capa chapada, se aumenta la relación de orientación del plano (002) y el plano (004) de la fase de MgZn₂. Cuando los rayos X son rayos Cu1, el plano (002) de la fase de MgZn₂ es $2\theta = 20,79°$, y el plano (004) de la fase de MgZn₂ es $2\theta =$

42,24°. Cuando la relación de orientación del plano (002) y el plano (004) de la fase de MgZn₂ definida por la Expresión del lado derecho de la siguiente Expresión 6 se fija en 0,150 o más, el número de grietas en la capa chapada durante el procesamiento se reduce y se mejora la resistencia a la corrosión de la porción procesada. Más preferiblemente, la relación de orientación del plano (002) y el plano (004) de la fase de MgZn₂ se fija en 0,350 o más como se muestra en la siguiente Expresión 6'. Es decir, cuando el plano (002) y el plano (004) están alineados en la dirección del eje Z, se genera resistencia contra la propagación de las grietas en la dirección del eje Z. Además, las grietas se generan en una forma en la que la dirección de la grieta está inclinada aproximadamente 45 grados desde una dirección paralela/perpendicular al eje Z, el número de grietas que alcanzan el acero base se reduce, la longitud de las grietas aumenta, el óxido tiende a permanecer en estas grietas incluso después de la corrosión y el progreso de la corrosión en la porción procesada se ralentiza extremadamente. Es decir, se ha descubierto que el desarrollo de la corrosión puede controlarse mediante la relación de orientación de la fase de MgZn₂, e incluso en una capa chapada que contiene una gran cantidad de fase de MgZn₂ que tiene una procesabilidad deficiente, el número de grietas en la forma del producto procesado. La porción se puede reducir (se mejora la procesabilidad) y se puede mejorar la resistencia a la corrosión.

$$0,150 \leq \{I(MgZn_2(20,79^\circ)) + I(MgZn_2(42,24^\circ))\} / I(\Sigma(MgZn_2)) \dots \text{Expresión 6}$$

$$0,350 \leq \{I(MgZn_2(20,79^\circ)) + I(MgZn_2(42,24^\circ))\} / I(\Sigma(MgZn_2)) \dots \text{Expresión 6'}$$

Además, también se puede formar Mg₂Zn₁₁ en la capa chapada como una fase constituyente compuesta de Mg y Zn como MgZn₂. Esta es una sustancia que precipita fácilmente como una fase de equilibrio original del enchapado a base de Zn-Al-Mg. Aunque la fase de Mg₂Zn₁₁ se forma mediante un tratamiento térmico específico, cuando se forma la fase, la resistencia a la corrosión se deteriora, las propiedades de la fase de MgZn₂ obtenidas por la orientación del cristal se pierden y la resistencia a la corrosión de la porción procesada se deteriora y, por lo tanto, la formación de la fase es preferiblemente suprimida a través del proceso.

[Con respecto a la Expresión 4 y la Expresión 5]

Además, como un método para mejorar la resistencia a la corrosión de la porción procesada, también se puede lograr convirtiendo la fase de Al, que originalmente es difícil de eluir, en una fase que tenga un efecto de resistencia a la corrosión de sacrificio tal como Zn. La fase de Al_{0,79}Zn_{0,21} es una fase que tiene una acción de resistencia a la corrosión de sacrificio que es intermedia entre la fase de Al y la fase de Zn. Estas fases son fases formadas en una forma en la cual la fase de Zn, que debería haberse separado originalmente de la fase de Al, se incorpora a la fase de Al mediante un enfriamiento rápido de la solidificación del enchapado. Las proporciones de estas fases presentes también se pueden comparar mediante una relación de intensidad de las intensidades de los picos de difracción del patrón de difracción de rayos X. Cuando una cantidad de la fase de Al_{0,79}Zn_{0,21} es mayor que la de la fase de Al y la fase de Zn en una cierta cantidad, se mejora la resistencia a la corrosión de la porción procesada. En comparación con la fase de MgZn₂, la fase de Al_{0,79}Zn_{0,21} es una fase relativamente blanda y se considera que actúa favorablemente sobre la forma de las grietas de la capa chapada. Específicamente, una relación de intensidad más alta de una orientación plana de un plano (101) ($2\theta = 38,78^\circ$) de la fase de Al_{0,79}Zn_{0,21} a orientaciones del plano de un plano (111) ($2\theta = 38,47^\circ$) de la fase de Al y un plano (100) ($2\theta = 38,99^\circ$) de la fase de Zn se considera que actúa más favorablemente sobre la forma de grietas de la capa chapada. Es decir, es preferible satisfacer las siguientes Expresiones 4 y 5. De esta manera, la resistencia a la corrosión de sacrificio y las grietas de la capa chapada durante el procesamiento están en un estado deseable, y se mejora la resistencia a la corrosión de la porción procesada.

$$1,00 \leq I(Al_{0,71}Zn_{0,29}(38,78^\circ)) / I(Al(38,47^\circ)) \dots \text{Expresión 4}$$

$$1,00 \leq I(Al_{0,71}Zn_{0,29}(38,78^\circ)) / I(Zn(38,99^\circ)) \dots \text{Expresión 5}$$

Además, es posible obtener la fase de Al_{0,71}Zn_{0,29} enfriando rápidamente un intervalo de temperaturas específico sin una orientación cristalina de la fase de MgZn₂, pero en este caso, es difícil determinar una mejora en la resistencia a la corrosión de una porción procesada por curvado. Es decir, incluso si se mejora la resistencia a la corrosión de sacrificio al contener la fase de Al_{0,71}Zn_{0,29}, dado que no es posible superar un grado de deterioro de la porción procesada en un estado en el que hay un gran número de grietas, el efecto aparece sólo después de controlar la orientación del cristal de la fase de MgZn₂. Además, Al_{0,71}Zn_{0,29} se forma cuando se mantiene una temperatura dentro de un intervalo de temperaturas específico, pero debe formarse separando la fase de Zn de la fase de Al que contiene la fase de Zn en un estado de sobresaturación. Por lo tanto, la formación debe llevarse a cabo mediante un enfriamiento rápido durante la solidificación del enchapado y luego reteniendo la temperatura específica. Cuando una cantidad del mismo es grande, también aumenta el efecto de la resistencia a la corrosión de la porción procesada.

A continuación se describirá un método de fabricación del acero chapado de la presente realización.

El acero chapado de la presente realización incluye un acero y una capa chapada formada sobre una superficie del acero. El enchapado a base de Zn-Al-Mg se forma normalmente mediante deposición de metal y una reacción de solidificación. El método más sencillo para formar la capa chapada es formar una capa chapada sobre una superficie de una chapa de acero mediante un método de chapado por inmersión en caliente, y la capa chapada también se puede formar mediante un método Zenzimer, un método de fundente o similar. También se puede aplicar un método de enchapado por deposición de vapor o un método para formar una película chapada mediante rociado térmico al acero chapado de la presente realización, y se pueden obtener los mismos efectos que aquellos en el caso de formar

la capa chapada mediante el método de enchapado por inmersión en caliente.

A continuación se describirá un caso en el cual el acero chapado de la presente realización se fabrica mediante un método de chapado por inmersión en caliente. El acero chapado de la presente realización se puede fabricar mediante un método de enchapado por inmersión (tipo por lotes) o un método de enchapado continuo.

- 5 No existen restricciones particulares sobre el tamaño, la forma, la forma de la superficie y similares del acero que será chapado. El acero ordinario, el acero inoxidable y similares son aplicables siempre que sean de acero. Lo más preferible es un fleje de acero estructural general. El acabado de la superficie, tal como el granulado, se puede llevar a cabo con antelación, y no hay problema incluso si se adhiere a la superficie una película metálica de 3 g/m² o menos, tal como un enchapado de Ni, Fe o Zn o una película de aleación de los mismos, y luego se lleva a cabo el enchapado. Además, como pretratamiento del acero, es preferible lavar suficientemente el acero mediante desengrase y decapado.
- 10

Después de calentar y reducir suficientemente la superficie de una chapa de acero mediante un gas reductor tal como H₂, el acero se sumerge en un baño de enchapado preparado con componentes predeterminados.

- 15 En el caso del método de enchapado por inmersión en caliente, los componentes de la capa chapada pueden controlarse mediante componentes de un baño de enchapado que se va a preparar. La preparación del baño de enchapado implica preparar una aleación de componentes del baño de enchapado mezclando una cantidad predeterminada de un metal puro mediante, por ejemplo, un método de disolución bajo una atmósfera inerte.

- 20 Cuando el acero cuya superficie se ha reducido se sumerge en el baño de enchapado mantenido a una concentración predeterminada, se forma una capa de enchapado que tiene sustancialmente los mismos componentes que los del baño de enchapado. Si se prolonga el tiempo de inmersión o si se necesita mucho tiempo para completar la solidificación, la concentración de Fe puede aumentar porque se activa la formación de la capa de aleación interfacial, pero dado que la reacción con la capa chapada se ralentiza rápidamente a 500 °C o menos, la concentración de Fe contenida en la capa chapada normalmente cae a menos de 5,00 %.

- 25 Es preferible sumergir el acero reducido en un baño de enchapado a entre 500 °C y 650 °C durante varios segundos para formar una capa chapada por inmersión en caliente. Sobre una superficie del acero reducido, el Fe se difunde en el baño de enchapado y reacciona con el baño de enchapado, y se forma una capa de aleación interfacial (principalmente una capa de compuesto intermetálico a base de Al-Fe) en una interfaz entre la capa chapada y la chapa de acero. Debido a la capa de aleación interfacial, el acero en un lado inferior de la capa de aleación interfacial y la capa chapada en un lado superior de la misma se combinan químicamente con metal.

- 30 Después de sumergir el acero en el baño de chapado durante un tiempo predeterminado, el acero se retira del baño de enchapado, se lleva a cabo un barrido con N₂ mientras el metal adherido a la superficie está en estado fundido, y de esa manera la capa chapada se ajusta a un espesor predeterminado. El espesor de la capa chapada se ajusta preferentemente entre 3 y 80 µm. Cuando esto se convierte en una cantidad de adhesión de la capa chapada, es de 10 a 500 g/m² (un lado). Además, el espesor de la capa recubierta se puede ajustar a 5 hasta 70 µm. Cuando esto se convierte en una cantidad de adherencia, es de 20 a 400 g/m² (un lado).

- 35 Una vez preparada la cantidad de adhesión de la capa chapada, se solidifica el metal fundido adherido. Se puede llevar a cabo un método de enfriamiento durante la solidificación del enchapado rociando nitrógeno, aire o un gas mixto de hidrógeno y helio, enfriamiento por niebla o inmersión en agua. Es preferible el enfriamiento por niebla, y es preferible el enfriamiento por niebla en el que el agua está contenida en nitrógeno. Se puede ajustar una velocidad de enfriamiento de acuerdo con una relación de contenido de agua.

- 40 En cuanto a una velocidad de enfriamiento promedio cuando la capa chapada se solidifica, se lleva a cabo un enfriamiento en un intervalo de 500 °C a 250 °C bajo la condición de una velocidad de enfriamiento promedio de 10 °C/segundo o más. Con la composición de la presente invención, la Expresión 3 se satisface bajo la condición de esta tasa de enfriamiento promedio. Más preferiblemente, el enfriamiento en el intervalo de 500 °C a 250 °C se lleva a cabo bajo la condición de una velocidad de enfriamiento promedio de 50 °C/segundo o más alta. No es necesario establecer particularmente un límite superior de la velocidad de enfriamiento promedio, pero puede ser, por ejemplo, 100 °C/segundo o menos desde la perspectiva de controlar la velocidad de enfriamiento. La velocidad de enfriamiento promedio se obtiene dividiendo la diferencia de temperatura entre una temperatura al inicio del enfriamiento y una temperatura al final del enfriamiento por un tiempo desde el inicio del enfriamiento hasta el final del enfriamiento.

- 50 Cuando la velocidad de enfriamiento promedio en el intervalo de 500 °C a 250 °C se controla como se describió anteriormente, se pueden aumentar las orientaciones de los planos (002) y (004), y se puede reducir la orientación de un plano (201), que tiende a precipitarse convencionalmente.

- Además, aumentar la velocidad de enfriamiento también es eficaz para la formación de la fase de Al_{0,71}Zn_{0,29}. En particular, cuando se controla la velocidad de enfriamiento de 250 °C a 150 °C, es posible aumentar la cantidad de fase de la fase de Al_{0,71}Zn_{0,29}. Por ejemplo, el enfriamiento en el intervalo de 250 °C a 150 °C se lleva a cabo bajo la condición de una tasa de enfriamiento promedio de 10 °C/segundo o más. La fase de Al puede contener una gran cantidad de fase de Zn en su interior a alta temperatura. Cuando la velocidad de enfriamiento es baja y se acerca un estado de equilibrio, la fase de Zn se separa de la fase de Al en la capa chapada y las dos fases se separan por

completo. Por otro lado, si la tasa de enfriamiento es alta, la separación no ocurre fácilmente y parte del Zn permanece en la fase de Al. De esta manera, se forma fácilmente Al_{0,71}Zn_{0,29}. Además, si no se aumenta la velocidad de enfriamiento durante este período, la formación de Al_{0,71}Zn_{0,29} puede disminuir incluso si el tratamiento térmico posterior se lleva a cabo de forma adecuada.

- 5 En la composición de componentes de la capa chapada de la presente realización, tanto la orientación de la fase de MgZn₂ como la transformación de fase (formación de Al_{0,71}Zn_{0,29}) de la capa chapada se completan en un intervalo de temperaturas de 500 °C a 150 °C. Si el comportamiento de transformación de la propia aleación de enchapado se determina mediante un análisis térmico diferencial o similar, dado que no aparece un punto de transformación a 150 °C o menos y no hay comportamiento de transformación debido al calor a esta temperatura o menos, una velocidad de enfriamiento a 150°C puede definirse en el intervalo de temperaturas en el momento de la fabricación. Un intervalo de temperaturas para controlar la velocidad de enfriamiento promedio justo por debajo del punto de fusión se establece entre 500 y 150 °C.

Además, cuando la temperatura es de 500 °C o inferior, normalmente precipita una gran cantidad de fase de MgZn₂, y la velocidad de enfriamiento en este momento afecta la orientación de la fase de MgZn₂ y a la transformación de fase de la capa chapada. Por lo tanto, independientemente del punto de fusión, la temperatura del baño de enchapado se fija en 500 °C o más. Si el punto de fusión del enchapado es inferior a 500 °C, la reacción de solidificación no se produce inmediatamente por debajo de 500 °C, pero la orientación se ve afectada por un gradiente de la velocidad de enfriamiento en la solidificación inicial. Dado que una velocidad de enfriamiento con un gradiente grande, es decir, inmediatamente por debajo de 500 °C, determina la orientación, la temperatura del baño se fija en 500 °C o más, independientemente del punto de fusión del baño de enchapado.

Además, en un intervalo de temperaturas superior a 500 °C, si se aplica una velocidad de enfriamiento alta, tal como por inmersión en agua o enfriamiento por niebla, dado que la eliminación de calor de la superficie aumenta, los núcleos cristalinos se generan infinitamente y un efecto de la orientación de la fase de MgZn₂ no se puede obtener lo suficientemente, no se puede utilizar este método de solidificación. Por lo tanto, un intervalo de temperaturas desde una temperatura inmediatamente después de sacar el acero del baño de enchapado hasta 500 °C se fija preferiblemente como una sección de enfriamiento bajo, y la velocidad de enfriamiento se fija preferiblemente en, por ejemplo, 10 °C/segundo o más baja.

Cuando se hace que la velocidad de enfriamiento aumente en el momento en el que el baño de enchapado adherido a la chapa de acero alcanza los 500 °C, se completa la orientación de la fase de MgZn₂. Se puede enfriar hasta aproximadamente la temperatura ambiente a una tasa de enfriamiento alta. No hay problema, incluso si se enfria a 150 °C o menos. Sin embargo, si la velocidad de enfriamiento es alta, las fases que normalmente deberían haberse separado no pueden separarse en la medida en que la orientación de la fase de MgZn₂ sea grande, y se puede acumular una tensión en la capa chapada debido al envejecimiento. Cuando la capa chapada se deja en tal estado durante un largo período de tiempo inmediatamente después del enfriamiento, pueden generarse grietas en la fase orientada de MgZn₂ después de transcurrir algún tiempo, y se libera la tensión en la capa chapada.

Sin embargo, cuando se lleva a cabo el tratamiento térmico, se puede formar una fase en la que se orientan los planos (002) y (004) descritos anteriormente y se mejora la procesabilidad como una chapa de acero chapada. Es decir, es importante llevar a cabo un tratamiento térmico que incorpore los planos (002) y (004) en una orientación preferencial aplicando una orientación del cristal preferencial, y reduciendo adicionalmente la orientación del plano (201) de la fase de MgZn₂ que es una orientación del plano que mira hacia otra dirección.

También para la fase de Al_{0,79}Zn_{0,21} se forma una gran cantidad de fase de Al sobresaturada que contiene más fase de Zn que esta relación, y se forma una fase que no es favorable para la resistencia a la corrosión de la porción plana y la resistencia a la corrosión de la porción procesada del enchapado formado. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un tratamiento térmico que recaliente hasta una temperatura a la que se forme fácilmente la fase de Al_{0,79}Zn_{0,21}. Además, la fase de Al_{0,79}Zn_{0,21} no se puede obtener en cantidad suficiente a menos que se lleve a cabo un enfriamiento rápido antes del recalentamiento.

Cuando se lleva a cabo el recalentamiento, se puede fomentar la orientación de la fase de MgZn₂ y la precipitación de la fase de Al_{0,79}Zn_{0,21}, y se pueden mejorar comportamientos tales como la procesabilidad y la resistencia a la corrosión de la porción plana y la resistencia a la corrosión de la porción procesada del enchapado. Además, se puede enfriar a una alta velocidad de enfriamiento desde cerca de 500 °C a 250 °C y luego se puede conservar la temperatura tal como está, pero como es difícil hacer que la temperatura de retención sea constante en un corto período de tiempo desde el enfriamiento a una alta velocidad de enfriamiento en términos del proceso, el proceso de recalentamiento es más fácil de llevar a cabo. En un proceso de enfriamiento y retención de este tipo, la orientación de la fase de MgZn₂ puede no ser suficiente, la capa chapada puede tender a agrietarse y la cantidad de fase de Al_{0,79}Zn_{0,21} formada puede disminuir.

Aquí, el recalentamiento significa que la temperatura de la capa chapada se reduce a menos de 150 °C mediante el enfriamiento descrito anteriormente y luego se lleva a cabo el calentamiento de manera que la temperatura normalmente aumente 20 °C o más con respecto a la temperatura. El recalentamiento se lleva a cabo preferiblemente a una temperatura de 170 a 300 °C durante 3 segundos o más y 60 segundos o menos, y esto es simple y fácil de fijar

como condición de tratamiento térmico.

- Además, dependiendo de cómo se seleccione la composición, existen composiciones que facilitan la orientación de la fase de MgZn₂ y composiciones que facilitan la formación de la fase de Al0,79Zn0,21, pero en la etapa inicial de solidificación del enchapado, es importante establecer una velocidad de enfriamiento alta en el intervalo de 500 a 150 °C y recalentar a una temperatura y tiempo de retención apropiados.

- Cuando la condición de recalentamiento satisface la siguiente Expresión A, es probable que se produzca la orientación del plano (002) y del plano (004) de la fase de MgZn₂. Si la condición de recalentamiento se desvía de un límite inferior de la Expresión A, la orientación del cristal será insuficiente. Si la condición de recalentamiento se desvía del límite superior de la Expresión A, se formará una gran cantidad de Mg₂Zn₁₁ y perjudicará en gran medida las propiedades de la capa chapada.

$$66000 \leq [\text{Concentración de Mg}] \times [\text{Concentración de Mg}] \times [\text{Tiempo de retención}] \times [\text{Temperatura de retención}] \leq 500000 \\ \dots \text{Expresión A}$$

- Más preferiblemente, cuando se satisface la siguiente Expresión A', la orientación continua y la Expresión 6 tiende a volverse más preferible.

- 15 $150000 \leq [\text{Concentración de Mg}] \times [\text{Concentración de Mg}] \times [\text{Tiempo de retención}] \times [\text{Temperatura de retención}] \leq 400000$
 ... Expresión A'

Además, cuando se cumple la siguiente Expresión B, se fomenta la formación de la fase de Al0,79Zn0,21.

$$440000 \leq [\text{Concentración de Al}] \times [\text{Concentración de Al}] \times [\text{Tiempo de retención}] \times [\text{Temperatura de retención}] \leq 6000000 \\ \dots \text{Expresión B}$$

- 20 Además, también se puede determinar si las orientaciones de los cristales de la fase MgZn₂ y la fase Mg₂Zn₁₁ son defectuosas a partir de los picos de difracción de rayos X. Por ejemplo, en los picos de difracción de la capa chapada de acuerdo con la presente invención, ambos son pequeños en cantidad cuando la fase de Mg₂Zn₁₁ precipitada en la capa chapada se compara con la fase de MgZn₂, cuando se obtiene un valor dividiendo la intensidad del pico ($2\theta = 19,6^\circ$) de la fase de MgZn₂ entre la intensidad del pico ($2\theta = 14,6^\circ$) de la fase de Mg₂Zn₁₁ se define como una relación de intensidad máxima de difracción de rayos X de MgZn₂/Mg₂Zn₁₁, indica 5 o más.

- 25 Después del enchapado, se pueden llevar a cabo diversos tratamientos de conversión química y tratamientos de enchapado. Se puede proporcionar, además, una capa chapada tal como Cr, Ni, Au o similar utilizando un patrón desigual en una superficie del enchapado y, además, se puede proporcionar un revestimiento para dar un diseño. Además, con el fin de potenciar adicionalmente la resistencia a la corrosión, se puede aplicar pintura de retoque para reparación, rociado térmico o similar a las porciones soldadas, porciones procesadas y similares.

- 30 En el acero chapado de la presente realización, se puede formar una película sobre la capa chapada. Se pueden formar una o más capas de la película. Como tipos de película inmediatamente encima de la capa recubierta, se pueden mencionar, por ejemplo, una película de cromato, una película de fosfato y una película libre de cromato. Se pueden llevar a cabo mediante métodos conocidos un tratamiento con cromato, un tratamiento con fosfato y un tratamiento sin cromato para formar estas películas.

- 35 40 El tratamiento con cromato incluye un tratamiento con cromato electrolítico en el que se forma una película de cromato mediante electrólisis, un tratamiento con cromato de tipo reactivo en el que se forma una película utilizando una reacción con el material y luego se elimina por lavado el exceso de líquido de tratamiento, y un tratamiento con cromato tipo enchapado en el que se aplica un líquido de tratamiento a un objeto que se va a revestir y se seca sin eliminarlo por lavado para formar una película. Se puede emplear cualquiera de los tratamientos.

- 45 Como tratamiento con cromato electrolítico, se pueden utilizar tratamientos con cromato electrolítico que utilicen ácido crómico, un sol de sílice, una resina (ácido fosfórico, una resina acrílica, una resina de éster vinílico, una emulsión acrílica de acetato de vinilo, un látex de estireno-butadieno carboxilado, una resina epoxídica modificada con diisopropanolamina, o similares), y se puede ejemplificar sílice dura.

- 45 Como tratamiento con fosfato, se pueden mencionar, por ejemplo, un tratamiento con fosfato de zinc, un tratamiento con fosfato de calcio y zinc y un tratamiento con fosfato de manganeso.

- 50 El tratamiento sin cromatos es especialmente adecuado porque no daña el medio ambiente. El tratamiento sin cromato incluye un tratamiento sin cromato de tipo electrolítico en el cual se forma una película sin cromato mediante electrólisis, un tratamiento sin cromato de tipo reactivo en el que se forma una película utilizando una reacción con el material y luego un exceso de líquido de tratamiento se elimina por lavado, y un tratamiento libre de cromato de tipo enchapado en el que se aplica un líquido de tratamiento a un objeto que será chapado y secar sin eliminarlo por lavado para formar una película. Se puede emplear cualquiera de los tratamientos.

Además, se pueden proporcionar una o más capas de una película de resina orgánica sobre una película inmediatamente encima de la capa chapada. La resina orgánica no se limita a un tipo específico, y ejemplos de la

misma incluyen una resina de poliéster, una resina de poliuretano, una resina epoxídica, una resina acrílica, una resina de poliolefina, productos modificados de estas resinas y similares. Aquí, el producto modificado se refiere a una resina obtenida haciendo reaccionar un grupo funcional reactivo contenido en una estructura de cada una de estas resinas con otro compuesto (un monómero, un reticulante o similar) que contiene un grupo funcional capaz de reaccionar con el grupo funcional descrito anteriormente en una estructura del mismo.

Como tal resina orgánica, se pueden mezclar y utilizar uno o más tipos de resinas orgánicas (que no están modificadas), o se pueden utilizar o mezclar uno o más tipos de resinas orgánicas, que se obtienen modificando al menos un tipo de resinas orgánicas en presencia de al menos un tipo de otras resinas orgánicas. Además, la película de resina orgánica puede contener cualquiera de los pigmentos de color o pigmentos antioxidantes. También se puede utilizar un producto de base acuosa obtenido disolviendo o dispersando en agua.

Para la resistencia a la corrosión de la porción plana de la capa chapada, se puede evaluar la resistencia a la corrosión de una porción plana desnuda mediante una prueba de exposición, una prueba de rociado de agua salada (JIS Z2371), una prueba de corrosión de ciclo combinado (CCT) que incluye una prueba de rociado con agua salada, o similares. Además, para determinar la resistencia a la corrosión de sacrificio, se puede evaluar la superioridad e inferioridad en la resistencia a la corrosión de sacrificio llevando a cabo cualquiera de las pruebas descritas anteriormente con la lámina de acero chapada abierta en una superficie del extremo cortado y evaluando una relación de área de óxido rojo (menor uno en tamaño es superior en resistencia a la corrosión) de la porción de superficie extrema.

Además, se puede preparar una porción de corte transversal sobre una superficie de la capa chapada para evaluar el desarrollo de corrosión a partir de la porción de corte transversal. En un acero chapado con alta resistencia a la corrosión de sacrificio, los iones eluidos (Zn^{2+} , Mg^{2+}) de la capa chapada fluyen hacia la porción transversal, en donde se forman productos de corrosión para detener el desarrollo de la corrosión y un ancho de óxido blanco alrededor del corte. La porción tiende a reducirse si la resistencia a la corrosión de sacrificio es baja, dado que la corrosión de la capa chapada en un amplio intervalo va acompañada de detener el desarrollo de corrosión en la porción cortada, el ancho de la corrosión alrededor de la porción cortada tiende a aumentar.

Para la resistencia a la corrosión de la porción procesada, después de curvar la lámina de acero chapada en un ángulo predeterminado utilizando una prensa, una dobladora y similares, la lámina de acero chapada tal como se procese puede someterse a una prueba de exposición o a varias pruebas de corrosión acelerada. En una porción procesada de una capa chapada de aleación, dado que una capa chapada no puede seguir el procesamiento (alargamiento) de la chapa de acero, la capa chapada se rompe y se generan porciones expuestas (grietas) del acero base en algunos lugares. En las grietas, actúa una resistencia a la corrosión de sacrificio que es aproximada a la de la porción transversal, pero dado que un área de las grietas es normalmente mayor que la de la porción transversal y, además, depende de la ductilidad y las propiedades de la capa chapada, actúan diversos factores tales como una porción despegable y similares, y se convierte en un lugar en donde se desarrolla fácilmente la corrosión. La corrosión se desarrolla más fácilmente alrededor de la porción de grieta que en la porción plana, se puede generar óxido rojo en una etapa temprana y, por lo tanto, es posible evaluar la resistencia a la corrosión de la porción procesada del acero chapado midiendo un período hasta que se genere óxido rojo.

De acuerdo con el acero chapado de la presente realización, cuando se controla la orientación cristalina de la fase de $MgZn_2$ en la capa chapada, se puede reducir la propagación de grietas en una dirección de espesor de la capa chapada, y con ello es posible proporcionar un acero chapado que puede suprimir la corrosión de la porción procesada incluso si la porción procesada del acero curvada se coloca en un entorno corrosivo severo.

Además, la resistencia a la corrosión de la porción procesada de la capa chapada se puede mejorar eficazmente controlando el estado de presencia de la fase de $MgZn_2$ en la capa chapada. Además, la resistencia a la corrosión se puede mejorar adicionalmente reduciendo la fase de Zn y aumentando la fase de Al-Zn en la capa chapada.

[Ejemplo]

Se fabricaron aceros chapados relacionados con la Tabla 1a a la Tabla 5c y se llevaron a cabo evaluaciones de comportamiento.

Para la formulación de baños de enchapado de diversos tipos, se formularon metales puros (pureza de 4 N o superior) para preparar los baños. En cuanto a los componentes de una aleación de enchapado, se añadió polvo de Fe después de preparar el baño para que la concentración de Fe no aumentara durante la prueba. En cuanto a los componentes de una lámina de acero chapada, se despegó una capa chapada con ácido clorhídrico en el que se disolvió IBIT fabricado por Asahi Chemical Industry Co., Ltd. como inhibidor, y se midió la cantidad de adhesión. En cuanto a los componentes de la capa chapada, se llevó a cabo un análisis de los componentes despegados utilizando un espectrofotómetro de emisión ICP fabricado por Shimadzu Corporation.

Se utilizaron láminas originales laminadas en caliente (3,2 mm) de tamaño 180 x 100 como láminas originales del acero chapado, y se utilizó un simulador de enchapado por inmersión en caliente de tipo discontinuo (fabricado por RHESCA Co., Ltd.). Todos ellos son SS400 (acero en general). Se unió un termopar K a una parte de cada una de las láminas de acero chapadas y se recoció a 800 °C en una atmósfera de N_2 (reducción de H_2 -5 %) para reducir suficientemente una superficie de la lámina de acero chapada original, la lámina de acero chapada se sumergió en el

5 baño de enchapado durante 3 segundos y luego se retiró, y se hizo un espesor de enchapado de 25 a 30 μm mediante limpieza con gas N₂. Después de retirar las láminas de acero chapado, se fabricaron aceros chapados en diversas condiciones de enfriamiento y condiciones de recalentamiento descritas en la Tabla 1a a la Tabla 1c. Además, “-” en la tabla significa que no se llevó a cabo el recalentamiento. Además, el subrayado indica que está fuera del alcance de la presente invención.

10 El acero chapado después del chapado se cortó en cuadrados de 20 mm, se utilizó un difractómetro de rayos X de alto ángulo fabricado por Rigaku Corporation (número de modelo RINT-TTR III) con un goniómetro TTR (goniómetro horizontal), un filtro K β con un ancho de rendija de 0,05 mm, un ancho de rendija límite longitudinal de 2 mm, un ancho de rendija receptora de luz de 8 mm y una rendija receptora de luz 2 abierta, y la medición se llevó a cabo con una velocidad de escaneo de 5 grados/min, un ancho de paso de 0,01 grados y un eje de escaneo de 20 (5 a 90°) como condiciones de medición para obtener una intensidad cps en cada ángulo. Una fuente de rayos X fueron rayos Cu-K α utilizando Cu como objetivo, y una salida de rayos X se configuró a una tensión de 40 kV y una corriente de 150 mA.

(Resistencia a la corrosión de la porción plana)

15 Como índice para evaluar la resistencia a la corrosión de la porción plana, la lámina de acero chapado se cortó en tamaños de 100 x 50 mm y se sometieron a 60 ciclos de ensayos de corrosión en un ensayo de corrosión de ciclo combinado (JASO M609-91). Se evaluó la pérdida de peso por corrosión después de 90 ciclos y se determinó la superioridad o inferioridad de acuerdo con los criterios de S, AAA, AA, A y B de acuerdo con los siguientes niveles. Además, se consideró que S, AAA, AA y A eran aprobados.

- S: La pérdida de peso por corrosión es inferior a 50 g/m².
- 20 AAA: La pérdida de peso por corrosión es de 50 g/m² o más y de 60 g/m² o menos.
- AA: La pérdida de peso por corrosión es de 60 g/m² o más y de 70 g/m² o menos.
- A: La pérdida de peso por corrosión es superior a 70 g/m² y 80 g/m² o menos.
- B: La pérdida de peso por corrosión es superior a 80 g/m².

(Resistencia a la corrosión de sacrificio)

25 Con el fin de evaluar la resistencia a la corrosión de sacrificio, se recubrieron tres piezas de superficies finales cortadas de muestras con un tamaño de 100 x 50 mm con una resina a base de epoxi para un tratamiento impermeable. Se definió una superficie de extremo abierto como una superficie de extremo y se unificaron las direcciones de las rebabas. Cada una de estas muestras se sometió a la misma prueba JASO descrita anteriormente, y se evaluó una relación de área de óxido rojo después de 90 ciclos de JASO. Se tomó una fotografía desde la dirección de superficie extrema y se determinó la superioridad o inferioridad de acuerdo con los criterios de S, AAA, A y B de acuerdo con los siguientes niveles para una sección transversal (aproximadamente 3,2 mm x 100 mm) de la misma. S, AAA y A se consideraron aprobados.

- S: la proporción del área de óxido rojo es inferior al 30 %
- AAA: la proporción del área de óxido rojo es del 30 % o más y menos de 50 %
- 35 A: La proporción del área de óxido rojo es del 50 % o más y menos de 70 %
- B: La proporción del área de óxido rojo es del 70 % o más.

(Resistencia a la corrosión de la porción curvada)

40 La lámina de acero chapada se curvó a 180° utilizando una dobladora, luego se trituró una superficie interior hasta un espesor de una lámina mediante una prensa manual y, de esa manera, se preparó una pieza de prueba de curvado de 1T ($t = 3,2$). Se llevó a cabo un tratamiento de revestimiento alrededor de la parte curvada para reparar completamente una parte expuesta de acero base. Con la parte superior curvada en T mirando hacia arriba, la pieza de ensayo se sometió a la prueba de corrosión de ciclo combinado (JASO M609-91). Se evaluó un período hasta que la proporción del área de óxido rojo de la parte superior alcanzara el 5 %. Los criterios de evaluación fueron los siguientes. S, AAA, AA y A se consideraron aprobados.

- 45 S: más de 135 ciclos
- AAA: más de 105 ciclos y 135 ciclos o menos
- AA: más de 75 ciclos y 105 ciclos o menos
- A: 60 ciclos o más y 75 ciclos o menos
- B: menos de 60 ciclos

ES 2 995 161 T3

[Tabla 1a]

Nº	Observaciones	Velocidad de enfriamiento (°C/s)			Condición de recalentamiento	
		Temperatura del baño a 500 °C	500 a 250 °C	250 a 150 °C	Temperatura (°C)	Tiempo (s)
1	Ejemplo comparativo	7,5	75	75	260	39
2	Ejemplo comparativo	9	90	90	230	52
3	Ejemplo comparativo	5,5	55	55	210	29
4	Ejemplo	6	60	60	200	35
5	Ejemplo	8,5	60	65	185	44
6	Ejemplo	7,5	75	75	300	30
7	Ejemplo	7,5	20	7,5	200	45
8	Ejemplo	7,5	75	20	250	12
9	Ejemplo	7,5	75	20	200	30
10	Ejemplo	7,5	20	20	180	10
11	Ejemplo	8	25	15	170	50
12	Ejemplo comparativo	9	9	25	220	40
13	Ejemplo comparativo	18	18	18	240	35
14	Ejemplo	9,5	21	9	250	25
15	Ejemplo comparativo	8	80	65	-	-
16	Ejemplo comparativo	6	65	60	280	54
17	Ejemplo	5,5	55	90	300	10
18	Ejemplo	6	80	80	200	20
19	Ejemplo comparativo	125	95	55	250	40
20	Ejemplo comparativo	9	9	8	300	30
21	Ejemplo	8	80	80	250	12
22	Ejemplo	8	90	90	200	40
23	Ejemplo comparativo	8	90	90	250	32
24	Ejemplo	5,5	55	25	250	40
25	Ejemplo comparativo	7,5	95	15	250	24
26	Ejemplo comparativo	9,5	95	15	300	30
27	Ejemplo comparativo	9,5	55	25	300	50
28	Ejemplo	8	90	90	200	40
29	Ejemplo	6	70	70	180	40
30	Ejemplo	8	90	90	200	30
31	Ejemplo comparativo	6	70	70	280	28
32	Ejemplo	8	90	90	300	12
33	Ejemplo comparativo	9	70	70	250	28
34	Ejemplo	5,5	80	80	230	24
35	Ejemplo comparativo	8	90	90	220	21
36	Ejemplo	8,5	80	65	210	20
37	Ejemplo comparativo	8	90	90	200	20

ES 2 995 161 T3

[Tabla 1b]

Nº	Observaciones	Velocidad de enfriamiento (°C/s)			Condición de recalentamiento	
		Temperatura del baño a 500 °C	500 a 250 °C	250 a 150 °C	Temperatura (°C)	Tiempo (s)
38	Ejemplo	6,5	60	60	190	20
39	Ejemplo comparativo	8	90	90	180	20
40	Ejemplo	7	70	70	170	20
41	Ejemplo comparativo	8	90	90	260	20
42	Ejemplo comparativo	7	75	75	270	20
43	Ejemplo	7	90	65	280	20
44	Ejemplo	7,5	55	25	200	10
45	Ejemplo	7,5	75	20	300	30
46	Ejemplo	5,5	25	25	300	30
47	Ejemplo comparativo	5,5	5.5	15	300	30
48	Ejemplo comparativo	25	25	25	300	30
49	Ejemplo	9,5	25	9.5	300	30
50	Ejemplo comparativo	9,5	95	95	-	-
51	Ejemplo comparativo	9,5	95	95	250	52
52	Ejemplo	9,5	95	95	300	10
53	Ejemplo	8,5	80	65	300	30
54	Ejemplo comparativo	175	95	95	300	30
55	Ejemplo comparativo	9,5	9,5	9,5	300	30
56	Ejemplo	7,5	75	75	250	8
57	Ejemplo	5,5	55	25	240	10
58	Ejemplo	7	70	70	250	30
59	Ejemplo comparativo	8,5	80	65	250	30
60	Ejemplo	9	75	75	250	30
61	Ejemplo	7	55	75	250	30
62	Ejemplo comparativo	8,5	80	65	250	30
63	Ejemplo	6	90	70	250	30
64	Ejemplo comparativo	8,5	80	65	250	30
65	Ejemplo comparativo	8,5	80	65	250	30
66	Ejemplo comparativo	9,5	90	70	250	30
67	Ejemplo comparativo	7,5	75	20	250	30
68	Ejemplo	7,5	75	20	250	30
69	Ejemplo comparativo	7,5	75	20	250	30
70	Ejemplo comparativo	7,5	75	20	250	30
71	Ejemplo comparativo	7,5	75	20	250	30

ES 2 995 161 T3

72	Ejemplo	7	90	90	300	30
73	Ejemplo	9,5	25	9,5	200	30
74	Ejemplo	9,5	55	55	200	25

[Tabla 1c]

Nº	Observaciones	Velocidad de enfriamiento (°C/s)			Condición de recalentamiento	
		Temperatura del baño a 500 °C	500 a 250 °C	250 a 150 °C	Temperatura (°C)	Tiempo (s)
75	Ejemplo	5,5	25	15	250	30
76	Ejemplo	7,5	75	20	200	30
77	Ejemplo	5,5	95	15	200	7,5
78	Ejemplo	7,5	75	20	200	25
79	Ejemplo	9,5	95	15	200	25
80	Ejemplo comparativo	9,5	9,5	25	200	25
81	Ejemplo comparativo	15	15	15	200	25
82	Ejemplo	5,5	15	5,5	200	25
83	Ejemplo comparativo	5,5	55	55	200	25
84	Ejemplo comparativo	5,5	55	55	200	25
85	Ejemplo	5,5	55	55	270	15
86	Ejemplo	7	55	55	200	25
87	Ejemplo comparativo	125	55	55	200	25
88	Ejemplo comparativo	5,5	5,5	5,5	200	25
89	Ejemplo	7,5	70	75	200	5
90	Ejemplo comparativo	8,5	80	65	200	5
91	Ejemplo comparativo	9	75	75	200	5
92	Ejemplo comparativo	7	55	75	200	20
93	Ejemplo	8,5	80	65	200	20
94	Ejemplo comparativo	6	90	70	250	20
95	Ejemplo	8,5	80	65	250	20
96	Ejemplo comparativo	8,5	80	65	250	20
97	Ejemplo comparativo	7,5	70	70	250	20
98	Ejemplo	8,5	80	90	250	20
99	Ejemplo	5,5	75	75	200	10
100	Ejemplo comparativo	5,5	75	75	200	10
101	Ejemplo comparativo	5,5	75	75	200	10
102	Ejemplo	7,5	75	20	300	10
103	Ejemplo comparativo	6	65	65	-	-
104	Ejemplo comparativo	6	65	65	250	3
105	Ejemplo	7,5	55	55	250	20

ES 2 995 161 T3

106	Ejemplo	6	60	60	250	8
107	Ejemplo comparativo	8,5	80	65	300	15
108	Ejemplo	9	75	75	200	20
109	Ejemplo comparativo	7	55	75	200	20
110	Ejemplo comparativo	8,5	80	65	200	20
111	Ejemplo comparativo	6	90	70	200	20

[Tabla 2a]

Nº	Observaciones	Componentes					
		Zn	Al	Mg	Sn	Bi	In
1	Ejemplo comparativo	84,30	9,50	5,20	0,00	0,00	0,00
2	Ejemplo comparativo	83,90	10,30	4,90	0,00	0,00	0,00
3	Ejemplo comparativo	79,90	13,00	6,50	0,00	0,00	0,00
4	Ejemplo	79,90	13,00	6,50	0,00	0,00	0,00
5	Ejemplo	79,85	13,00	6,50	0,00	0,00	0,00
6	Ejemplo	78,60	14,00	6,00	0,50	0,00	0,00
7	Ejemplo	78,70	14,00	5,90	0,10	0,00	0,00
8	Ejemplo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
9	Ejemplo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
10	Ejemplo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
11	Ejemplo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
12	Ejemplo comparativo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
13	Ejemplo comparativo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
14	Ejemplo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
15	Ejemplo comparativo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
16	Ejemplo comparativo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
17	Ejemplo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
18	Ejemplo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
19	Ejemplo comparativo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
20	Ejemplo comparativo	77,30	15,00	6,30	0,20	0,00	0,00
21	Ejemplo	77,95	15,00	6,00	0,00	0,00	0,00
22	Ejemplo	75,25	16,00	7,00	0,40	0,00	0,00
23	Ejemplo comparativo	75,15	16,00	7,00	0,40	0,00	0,00
24	Ejemplo	74,50	17,00	5,10	2,90	0,00	0,00
25	Ejemplo comparativo	74,30	17,00	5,10	3,10	0,00	0,00
26	Ejemplo comparativo	74,50	17,00	5,10	0,90	1,10	0,90
27	Ejemplo comparativo	74,50	17,00	5,10	0,90	0,90	1,10
28	Ejemplo	75,25	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
29	Ejemplo	75,30	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
30	Ejemplo	74,80	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00

ES 2 995 161 T3

31	Ejemplo comparativo	74,70	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
32	Ejemplo	74,80	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
33	Ejemplo comparativo	74,70	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
34	Ejemplo	74,80	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
35	Ejemplo comparativo	74,70	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
36	Ejemplo	74,80	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
37	Ejemplo comparativo	74,70	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00

[Tabla 2b]

Nº	Observaciones	Componentes					
		Zn	Al	Mg	Sn	Bi	In
38	Ejemplo	74,80	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
39	Ejemplo comparativo	74,70	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
40	Ejemplo	74,80	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
41	Ejemplo comparativo	74,70	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
42	Ejemplo comparativo	73,70	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00
43	Ejemplo	74,07	19,00	5,80	0,10	0,00	0,00
44	Ejemplo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
45	Ejemplo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
46	Ejemplo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
47	Ejemplo comparativo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
48	Ejemplo comparativo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
49	Ejemplo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
50	Ejemplo comparativo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
51	Ejemplo comparativo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
52	Ejemplo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
53	Ejemplo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
54	Ejemplo comparativo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
55	Ejemplo comparativo	73,55	19,00	6,50	0,05	0,00	0,00
56	Ejemplo	72,60	19,00	7,00	0,30	0,00	0,00
57	Ejemplo	72,60	20,00	5,50	0,00	0,00	0,00
58	Ejemplo	70,90	20,00	7,30	0,50	0,00	0,00
59	Ejemplo comparativo	70,65	20,00	7,30	0,50	0,00	0,00
60	Ejemplo	70,25	20,00	7,30	0,90	0,00	0,00
61	Ejemplo	69,85	20,00	7,30	0,90	0,00	0,00
62	Ejemplo comparativo	69,75	20,00	7,30	0,90	0,00	0,00
63	Ejemplo	70,85	20,00	7,30	0,10	0,00	0,00
64	Ejemplo comparativo	70,84	20,00	7,30	0,10	0,00	0,00
65	Ejemplo comparativo	70,85	20,00	7,30	0,10	0,00	0,00
66	Ejemplo comparativo	70,84	20,00	7,30	0,10	0,00	0,00

67	Ejemplo comparativo	70,84	21,00	5,50	1,00	0,00	0,00
68	Ejemplo	70,86	21,00	5,50	1,00	0,00	0,00
69	Ejemplo comparativo	70,67	21,00	5,50	1,00	0,00	0,00
70	Ejemplo comparativo	70,95	21,00	5,50	1,00	0,00	0,00
71	Ejemplo comparativo	71,15	21,00	5,50	1,00	0,00	0,00
72	Ejemplo	70,07	21,00	6,00	1,50	0,00	0,00
73	Ejemplo	68,60	22,00	7,50	0,10	0,00	0,00
74	Ejemplo	65,90	23,00	8,30	1,20	0,00	0,00

[Tabla 2c]

Nº	Observaciones	Componentes					
		Zn	Al	Mg	Sn	Bi	In
75	Ejemplo	66,30	25,00	6,80	0,00	0,00	0,90
76	Ejemplo	64,40	25,00	8,10	0,00	0,90	0,00
77	Ejemplo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
78	Ejemplo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
79	Ejemplo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
80	Ejemplo comparativo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
81	Ejemplo comparativo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
82	Ejemplo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
83	Ejemplo comparativo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
84	Ejemplo comparativo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
85	Ejemplo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
86	Ejemplo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
87	Ejemplo comparativo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
88	Ejemplo comparativo	64,00	26,00	8,50	0,20	0,00	0,00
89	Ejemplo	57,95	27,00	12,40	0,00	0,00	0,00
90	Ejemplo comparativo	59,00	27,00	12,50	0,00	0,00	0,00
91	Ejemplo comparativo	57,75	27,00	12,40	0,00	0,00	0,00
92	Ejemplo comparativo	60,84	28,00	9,00	0,20	0,10	0,10
93	Ejemplo	60,86	28,00	9,00	0,20	0,10	0,10
94	Ejemplo comparativo	61,74	29,00	5,50	0,00	0,00	0,00
95	Ejemplo	61,71	29,00	5,50	0,00	0,00	0,00
96	Ejemplo comparativo	61,95	29,00	5,50	0,00	0,00	0,00
97	Ejemplo comparativo	59,57	30,00	8,40	0,03	0,00	0,00
98	Ejemplo	59,73	30,00	8,40	0,03	0,00	0,00
99	Ejemplo	52,73	31,90	9,40	0,00	0,00	0,00
100	Ejemplo comparativo	52,66	31,90	9,40	0,00	0,00	0,00
101	Ejemplo comparativo	52,30	31,90	9,40	0,00	0,00	0,00
102	Ejemplo	56,70	35,00	5,80	0,20	0,00	0,00

ES 2 995 161 T3

103	Ejemplo comparativo	56,70	35,00	5,80	0,20	0,00	0,00
104	Ejemplo comparativo	56,70	35,00	5,80	0,20	0,00	0,00
105	Ejemplo	56,70	35,00	5,80	0,20	0,00	0,00
106	Ejemplo	56,65	35,00	5,80	0,20	0,00	0,00
107	Ejemplo comparativo	56,55	35,00	5,80	0,20	0,00	0,00
108	Ejemplo	50,26	39,00	7,00	0,00	0,00	0,00
109	Ejemplo comparativo	50,24	39,00	7,00	0,00	0,00	0,00
110	Ejemplo comparativo	48,17	39,00	7,00	0,00	0,00	0,00
111	Ejemplo comparativo	48,70	40,40	7,00	0,20	0,00	0,00

[Tabla 3a]

Nº	Observaciones	Componentes														
		Ca	Y	La	Ce	Si	Cr	Ti	Ni	Co	V	Nb	Cu	Mn	Expresión 1	
1	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Ejemplo comparativo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Ejemplo	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
6	Ejemplo	0,05	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
7	Ejemplo	0,10	0,00	0,40	0,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
23	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
24	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ES 2 995 161 T3

28	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[Tabla 3b]

Nº	Observaciones	Componentes													
		Ca	Y	La	Ce	Si	Cr	Ti	Ni	Co	V	Nb	Cu	Mn	Expresión 1
38	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
44	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
53	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
56	Ejemplo	0,20	0,00	0,10	0,10	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57	Ejemplo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
59	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,10	0,15	0,10	0,00	0,00	0,00	0,35
60	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25

ES 2 995 161 T3

64	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	<u>0,26</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,26</u>
65	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	<u>0,25</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,25</u>
66	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	<u>0,26</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,26</u>
67	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,20	0,10	0,20	0,00	<u>0,00</u>	<u>0,26</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,26</u>
68	Ejemplo	0,30	0,00	0,20	0,10	0,20	0,00	0,00	<u>0,24</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,24</u>
69	Ejemplo comparativo	0,30	<u>0,55</u>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	<u>0,18</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,18</u>
70	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	<u>0,55</u>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71	Ejemplo comparativo	0,00	0,00	0,00	<u>0,55</u>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	<u>0,23</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,23</u>
73	Ejemplo	0,30	0,10	0,10	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
74	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 3c]

Nº	Observaciones	Componentes													Expresión 1
		Ca	Y	La	Ce	Si	Cr	Ti	Ni	Co	V	Nb	Cu	Mn	
75	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
76	Ejemplo	0,20	0,00	0,30	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
77	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
79	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
82	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
83	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
84	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
85	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
86	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
87	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
88	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
89	Ejemplo	1,90	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
90	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
91	Ejemplo comparativo	<u>2,10</u>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
92	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,26</u>	0,00	0,00	<u>0,26</u>	
93	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,24</u>	0,00	0,00	<u>0,24</u>	
94	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	0,00	<u>0,26</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,26</u>
95	Ejemplo	0,10	0,00	0,00	0,00	2,45	0,00	0,00	0,00	<u>0,24</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,24</u>
96	Ejemplo comparativo	0,10	0,00	0,00	0,00	<u>2,55</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
97	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	<u>0,26</u>	0,00	<u>0,40</u>	
98	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,24</u>	0,00	<u>0,24</u>		
99	Ejemplo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23

ES 2 995 161 T3

100	Ejemplo comparativo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,24
101	Ejemplo comparativo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,26
102	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
103	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
104	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
105	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
106	Ejemplo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
107	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
108	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,24
109	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,26
110	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,23
111	Ejemplo comparativo	0,20	0,00	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[Tabla 4a]

Nº	Observaciones	Componentes											
		Fe	Sr	Sb	Pb	B	Li	Zr	Mo	W	Ag	P	Expresión 2
1	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Ejemplo comparativo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Ejemplo	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
23	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
24	Ejemplo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ES 2 995 161 T3

25	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	Ejemplo comparativo	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
31	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
32	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
33	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
34	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,45
35	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
36	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,45
37	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,55

[Tabla 4b]

Nº	Observaciones	Componentes											
		Fe	Sr	Sb	Pb	B	Li	Zr	Mo	W	Ag	P	Expresión 2
38	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,45
39	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,55
40	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,45
41	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,55
42	Ejemplo comparativo	1,50	0,15	0,10	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,55
43	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
44	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
53	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
56	Ejemplo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	Ejemplo	0,70	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45

ES 2 995 161 T3

61	Ejemplo	0,70	0,00	0,35	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
62	Ejemplo comparativo	0,70	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
63	Ejemplo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64	Ejemplo comparativo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65	Ejemplo comparativo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
66	Ejemplo comparativo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68	Ejemplo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
69	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70	Ejemplo comparativo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71	Ejemplo comparativo	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72	Ejemplo	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
73	Ejemplo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
74	Ejemplo	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[Tabla 4c]

Nº	Observaciones	Componentes											
		Fe	Sr	Sb	Pb	B	Li	Zr	Mo	W	Ag	P	Expresión 2
75	Ejemplo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
76	Ejemplo	0,80	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
77	Ejemplo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78	Ejemplo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
79	Ejemplo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	Ejemplo comparativo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	Ejemplo comparativo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
82	Ejemplo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
83	Ejemplo comparativo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
84	Ejemplo comparativo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
85	Ejemplo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
86	Ejemplo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
87	Ejemplo comparativo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
88	Ejemplo comparativo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
89	Ejemplo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
90	Ejemplo comparativo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
91	Ejemplo comparativo	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
92	Ejemplo comparativo	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
93	Ejemplo	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
94	Ejemplo comparativo	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
95	Ejemplo	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
96	Ejemplo comparativo	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ES 2 995 161 T3

97	Ejemplo comparativo	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
98	Ejemplo	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
99	Ejemplo	4,50	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49
100	Ejemplo comparativo	4,50	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
101	Ejemplo comparativo	4,90	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49
102	Ejemplo	1,20	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
103	Ejemplo comparativo	1,20	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
104	Ejemplo comparativo	1,20	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
105	Ejemplo	1,20	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
106	Ejemplo	1,20	0,35	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
107	Ejemplo comparativo	1,20	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
108	Ejemplo	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
109	Ejemplo comparativo	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
110	Ejemplo comparativo	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
111	Ejemplo comparativo	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[Tabla 5a]

Nº	Observaciones	Expresión 3	Expresión 6	Expresión 4	Expresión 5	Evaluación del comportamiento		
						Porción plana	Superficie extrema cortada	Porción curvada 1T
						Resistencia a la corrosión	Relación de área de óxido rojo	Resistencia a la corrosión
1	Ejemplo comparativo	0,290	0,143	0,34	0,38	B	B	B
2	Ejemplo comparativo	0,288	0,145	0,37	0,38	B	B	B
3	Ejemplo comparativo	0,282	0,130	0,51	0,35	B	B	B
4	Ejemplo	0,140	0,350	1,01	1,01	A	A	S
5	Ejemplo	0,138	0,351	1,12	1,19	A	S	S
6	Ejemplo	0,138	0,151	0,90	1,05	AAA	S	AAA
7	Ejemplo	0,232	0,353	1,19	1,51	AAA	AAA	AAA
8	Ejemplo	0,135	0,167	1,35	1,40	AAA	AAA	AAA
9	Ejemplo	0,138	0,355	1,51	1,29	AAA	AAA	S
10	Ejemplo	0,259	0,161	1,01	0,65	AAA	AAA	A
11	Ejemplo	0,245	0,375	1,35	1,36	AAA	AAA	AAA
12	Ejemplo comparativo	0,290	0,120	0,56	0,61	B	B	B
13	Ejemplo comparativo	0,310	0,131	0,48	0,59	B	B	B
14	Ejemplo	0,231	0,362	0,48	1,01	AAA	AAA	AA
15	Ejemplo comparativo	0,288	0,139	0,88	0,81	B	B	B

ES 2 995 161 T3

16	Ejemplo comparativo	<u>0,275</u>	<u>0,141</u>	0,81	0,78	B	B	B
17	Ejemplo	0,126	0,210	1,71	1,76	AAA	AAA	AAA
18	Ejemplo	0,124	0,256	1,71	1,69	AAA	AAA	AAA
19	Ejemplo comparativo	<u>0,323</u>	<u>0,105</u>	0,91	0,91	B	B	B
20	Ejemplo comparativo	<u>0,292</u>	<u>0,124</u>	0,71	0,73	B	B	B
21	Ejemplo	0,135	0,224	1,81	1,97	A	A	AAA
22	Ejemplo	0,135	0,371	1,84	1,88	S	S	S
23	Ejemplo comparativo	<u>0,331</u>	<u>0,125</u>	0,91	0,69	B	S	B
24	Ejemplo	0,104	0,510	1,95	2,01	AAA	AAA	S
25	Ejemplo comparativo	<u>0,271</u>	<u>0,121</u>	0,89	0,87	B	B	B
26	Ejemplo comparativo	<u>0,291</u>	<u>0,140</u>	0,81	0,78	B	B	B
27	Ejemplo comparativo	<u>0,284</u>	<u>0,135</u>	0,84	0,82	B	B	B
28	Ejemplo	0,070	0,591	2,22	3,33	A	A	S
29	Ejemplo	0,062	0,590	2,38	3,68	A	A	S
30	Ejemplo	0,058	0,601	3,71	2,98	AA	A	S
31	Ejemplo comparativo	<u>0,284</u>	<u>0,140</u>	0,88	0,97	B	B	B
32	Ejemplo	0,059	0,621	4,15	3,54	AA	A	S
33	Ejemplo comparativo	<u>0,296</u>	<u>0,125</u>	0,89	0,81	B	B	B
34	Ejemplo	0,070	0,633	4,21	4,00	AA	A	S
35	Ejemplo comparativo	<u>0,294</u>	<u>0,135</u>	0,81	0,91	B	B	B
36	Ejemplo	0,069	0,598	3,95	3,71	AA	A	S
37	Ejemplo comparativo	<u>0,275</u>	<u>0,142</u>	0,91	0,98	B	B	B

[Tabla 5b]

Nº	Observaciones	Expresión 3	Expresión 6	Expresión 4	Expresión 5	Evaluación del comportamiento		
						Porción plana	Superficie extrema cortada	Porción curvada 1T
						Resistencia a la corrosión	Relación de área de óxido rojo	Resistencia a la corrosión
38	Ejemplo	0,071	0,602	1,98	2,18	AA	A	S
39	Ejemplo comparativo	<u>0,281</u>	<u>0,139</u>	0,92	0,88	B	B	B
40	Ejemplo	0,069	0,631	3,25	3,61	AA	A	S
41	Ejemplo comparativo	<u>0,274</u>	<u>0,129</u>	0,79	0,81	B	B	B

ES 2 995 161 T3

42	Ejemplo comparativo	0,268	<u>0,133</u>	0,95	0,91	B	B	B
43	Ejemplo	0,081	0,687	5,98	6,01	AAA	S	S
44	Ejemplo	0,059	0,341	4,95	5,21	AAA	AAA	AAA
45	Ejemplo	0,044	0,660	5,10	3,91	AAA	AAA	S
46	Ejemplo	0,151	0,630	5,99	4,50	AAA	AAA	AAA
47	Ejemplo comparativo	<u>0,288</u>	<u>0,135</u>	0,91	0,93	B	B	B
48	Ejemplo comparativo	<u>0,305</u>	<u>0,141</u>	0,89	0,92	B	B	B
49	Ejemplo	0,230	0,601	1,25	0,79	AAA	AAA	AA
50	Ejemplo comparativo	<u>0,309</u>	<u>0,146</u>	0,91	0,93	B	B	B
51	Ejemplo comparativo	<u>0,301</u>	<u>0,141</u>	0,69	0,88	B	B	B
52	Ejemplo	0,066	0,344	3,56	3,33	AAA	AAA	AAA
53	Ejemplo	0,049	0,630	3,72	3,65	AAA	AAA	S
54	Ejemplo comparativo	<u>0,291</u>	<u>0,140</u>	0,98	0,79	B	B	B
55	Ejemplo comparativo	<u>0,280</u>	<u>0,144</u>	0,85	0,79	B	B	B
56	Ejemplo	0,089	0,348	2,36	2,32	AAA	AAA	AAA
57	Ejemplo	0,084	0,346	2,65	2,55	A	A	AAA
58	Ejemplo	0,071	0,456	2,32	1,88	AAA	S	S
59	Ejemplo comparativo	<u>0,274</u>	<u>0,139</u>	0,88	0,84	B	B	B
60	Ejemplo	0,132	0,499	1,68	1,57	S	AAA	S
61	Ejemplo	0,131	0,495	1,88	1,87	S	AAA	S
62	Ejemplo comparativo	<u>0,278</u>	<u>0,099</u>	0,87	0,95	B	B	B
63	Ejemplo	0,121	0,496	1,78	1,69	AAA	S	S
64	Ejemplo comparativo	<u>0,284</u>	<u>0,101</u>	0,99	0,69	B	B	B
65	Ejemplo comparativo	<u>0,284</u>	<u>0,131</u>	0,91	0,67	B	B	B
66	Ejemplo comparativo	<u>0,268</u>	<u>0,121</u>	0,79	0,57	B	B	B
67	Ejemplo comparativo	<u>0,269</u>	<u>0,125</u>	0,68	0,54	B	B	B
68	Ejemplo	0,118	0,395	1,69	1,34	AAA	S	S
69	Ejemplo comparativo	<u>0,280</u>	<u>0,098</u>	0,45	0,68	B	B	B
70	Ejemplo comparativo	<u>0,269</u>	<u>0,099</u>	0,35	0,81	B	B	B
71	Ejemplo comparativo	<u>0,291</u>	<u>0,105</u>	0,38	0,89	B	B	B

72	Ejemplo	0,133	0,400	1,53	1,56	AAA	S	S
73	Ejemplo	0,230	0,414	1,12	0,65	AAA	AAA	AA
74	Ejemplo	0,129	0,395	0,81	1,02	AAA	AAA	AAA

[Tabla 5c]

Nº	Observaciones	Expresión 3	Expresión 6	Expresión 4	Expresión 5	Evaluación del comportamiento		
						Porción plana	Superficie extrema cortada	Porción curvada 1T
						Resistencia a la corrosión	Relación de área de óxido rojo	Resistencia a la corrosión
75	Ejemplo	0,245	0,388	1,46	1,15	AAA	AAA	AAA
76	Ejemplo	0,131	0,381	1,78	1,68	S	S	S
77	Ejemplo	0,130	0,295	1,90	1,57	AAA	AAA	AAA
78	Ejemplo	0,130	0,440	1,53	1,56	S	S	S
79	Ejemplo	0,246	0,450	1,35	1,61	AAA	AAA	AAA
80	Ejemplo comparativo	<u>0,280</u>	<u>0,092</u>	0,21	0,36	B	B	B
81	Ejemplo comparativo	<u>0,291</u>	<u>0,088</u>	0,42	0,51	B	B	B
82	Ejemplo	0,244	0,374	0,90	1,61	AAA	AAA	AA
83	Ejemplo comparativo	<u>0,284</u>	<u>0,079</u>	0,63	0,35	B	B	B
84	Ejemplo comparativo	<u>0,281</u>	<u>0,075</u>	0,35	0,65	B	B	B
85	Ejemplo	0,131	0,271	2,00	1,65	AAA	AAA	AAA
86	Ejemplo	0,129	0,374	1,31	1,30	AAA	AAA	S
87	Ejemplo comparativo	<u>0,276</u>	<u>0,074</u>	0,56	0,51	B	B	B
88	Ejemplo comparativo	<u>0,277</u>	<u>0,071</u>	0,51	0,58	B	B	B
89	Ejemplo	0,135	0,352	1,35	1,31	A	A	S
90	Ejemplo comparativo	<u>0,281</u>	<u>0,074</u>	0,51	0,64	B	B	B
91	Ejemplo comparativo	<u>0,281</u>	<u>0,071</u>	0,49	0,38	B	B	B
92	Ejemplo comparativo	<u>0,299</u>	<u>0,066</u>	0,35	0,45	B	B	B
93	Ejemplo	0,130	0,358	1,63	1,23	AAA	S	S
94	Ejemplo comparativo	0,299	0,066	0,45	0,45	B	B	B
95	Ejemplo	0,130	0,370	1,32	1,14	A	S	S
96	Ejemplo comparativo	<u>0,311</u>	<u>0,078</u>	0,55	0,33	B	B	B
97	Ejemplo comparativo	<u>0,301</u>	<u>0,081</u>	0,47	0,56	AAA	B	B

98	Ejemplo	0,133	0,371	1,59	1,02	AAA	AAA	S
99	Ejemplo	0,127	0,377	2,05	1,11	AA	AA	S
100	Ejemplo comparativo	<u>0,299</u>	<u>0,069</u>	0,91	0,51	B	B	B
101	Ejemplo comparativo	<u>0,297</u>	<u>0,077</u>	0,91	0,65	AA	B	B
102	Ejemplo	0,130	0,271	2,31	1,15	S	AAA	AAA
103	Ejemplo comparativo	<u>0,333</u>	<u>0,055</u>	0,95	0,14	B	B	B
104	Ejemplo comparativo	<u>0,345</u>	<u>0,051</u>	0,95	0,13	B	B	B
105	Ejemplo	0,129	0,379	2,25	0,88	S	AAA	AAA
106	Ejemplo	0,127	0,246	2,95	0,51	S	AAA	AAA
107	Ejemplo comparativo	<u>0,300</u>	<u>0,055</u>	0,95	0,12	B	B	B
108	Ejemplo	0,126	0,369	1,98	1,01	A	AA	S
109	Ejemplo comparativo	<u>0,294</u>	<u>0,041</u>	0,80	0,25	B	B	B
110	Ejemplo comparativo	<u>0,288</u>	<u>0,051</u>	0,65	0,21	B	B	B
111	Ejemplo comparativo	<u>0,279</u>	<u>0,046</u>	0,95	0,20	B	B	B

Como puede entenderse a partir de los resultados de los ejemplos, el acero chapado de acuerdo con la presente invención tiene una excelente resistencia a la corrosión y es particularmente excelente en resistencia a la corrosión de una porción procesada.

5 [Aplicabilidad industrial]

La presente invención puede proporcionar un acero chapado con excelente resistencia a la corrosión de una porción procesada y, por lo tanto, su aplicabilidad industrial es alta.

REIVINDICACIONES

1. Un acero chapado que comprende una capa chapada sobre una superficie de un acero, en donde una composición química promedio de la capa chapada está formada por, en % en masa,
- 50,00 % o más de Zn,
- 5 más de 10,00 % y menos de 40,00 % de Al,
- más de 5,00 % y menos de 12,50 % de Mg,
- 0 % o más y 3,00 % o menos de Sn,
- 0 % o más y 1,00 % o menos de Bi,
- 0 % o más y 1,00 % o menos de In,
- 10 0,03 % o más y 2,00 % o menos de Ca,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de Y,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de La,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de Ce,
- 0 % o más y 2,50 % o menos de Si,
- 15 0 % o más y 0,25 % o menos de Cr,
- 0 % o más y 0,25 % o menos de Ti,
- 0 % o más y 0,25 % o menos de Ni,
- 0 % o más y 0,25 % o menos de Co,
- 0 % o más y 0,25 % o menos de V,
- 20 0 % o más y 0,25 % o menos de Nb,
- 0 % o más y 0,25 % o menos de Cu,
- 0 % o más y 0,25 % o menos de Mn,
- más de 0 % y 5,00 % o menos de Fe,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de Sr,
- 25 0 % o más y 0,50 % o menos de Sb,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de Pb,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de B,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de Li,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de Zr,
- 30 0 % o más y 0,50 % o menos de Mo,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de W,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de Ag,
- 0 % o más y 0,50 % o menos de P,
- e impurezas,
- 35 se satisfacen las siguientes Expresión 1 y Expresión 2, y la Expresión 3 y la Expresión 6 se satisfacen además en un patrón de difracción de rayos X de una superficie de la capa chapada medido utilizando rayos Cu-K α , con la condición de que la salida de rayos X sea de 40 kV y 150 mA.

$$0 \leq Cr+Ti+Ni+Co+V+Nb+Cu+Mn \leq 0,25 \dots \text{Expresión 1}$$

$$0 \leq Sr+Sb+Pb+B+Li+Zr+Mo+W+Ag+P \leq 0,50 \dots \text{Expresión 2}$$

$$I(MgZn_2(41,31^\circ))/I\Sigma(MgZn_2) \leq 0,265 \dots \text{Expresión 3}$$

$$0,150 \leq \{I(MgZn_2(20,79^\circ))+I(MgZn_2(42,24^\circ))\}/I\Sigma(MgZn_2) \dots \text{Expresión 6}$$

- 5 en donde se prevé que los símbolos de elementos en la Expresión 1 y la Expresión 2 indiquen cada uno una cantidad (%) en masa de cada uno de los elementos por % en masa en la capa chapada, y se sustituya 0 cuando el elemento no esté contenido, e

$I\Sigma(MgZn_2)$, $I(MgZn_2(41,31^\circ))$, $I(MgZn_2(20,79^\circ))$ e $I(MgZn_2(42,24^\circ))$ en la Expresión 3 y la Expresión 6 son las siguientes, e $I\Sigma(Mg_2Sn)$ es 0 cuando la capa chapada no contiene Sn,

- 10 $I\Sigma(MgZn_2)$: una suma de intensidades de picos de difracción de un plano (100), un plano (002), un plano (101), un plano (102), un plano (110), un plano (103), un plano (112), un plano (201), un plano (004), un plano (203), un plano (213), un plano (220), un plano (313) y un plano (402) de MgZn₂;

$I(MgZn_2(41,31^\circ))$: una intensidad del pico de difracción del plano (201) de MgZn₂;

$I(MgZn_2(20,79^\circ))$: una intensidad del pico de difracción del plano (002) de MgZn₂;

- 15 $I(MgZn_2(42,24^\circ))$: una intensidad del pico de difracción del plano (004) de MgZn₂; y

en donde $I(MgZn_2(41,31^\circ))$, $I\Sigma(MgZn_2)$, $I(MgZn_2(20,79^\circ))$ e $I(MgZn_2(42,24^\circ))$ se miden como se describe en la descripción.

2. El acero chapado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una composición promedio de Sn de la capa chapada es

- 20 0,03 % o más y 1,50 % o menos de Sn,

3. El acero chapado de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la Expresión 4 y la Expresión 5 se satisfacen además en una imagen de difracción de rayos X de la superficie de la capa chapada medida utilizando rayos Cu-K α con la condición de que una salida de rayos X sea de 40 kV y 150 mA;

$1,0 \leq I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))/I(Al(38,47^\circ)) \dots \text{Expresión 4}$

- 25 $1,0 \leq I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))/I(Zn(38,99^\circ)) \dots \text{Expresión 5}$

en donde $I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))$, $I(Al(38,47^\circ))$ e $I(Zn(38,99^\circ))$ en la Expresión 4 y la Expresión 5 son los siguientes:

$I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))$: una intensidad de un pico de difracción de un plano (101) de Al0,71Zn0,29;

$I(Al(38,47^\circ))$: una intensidad de un pico de difracción de un plano (111) de Al;

- 30 $I(Zn(38,99^\circ))$: una intensidad de un pico de difracción de un plano (100) de Zn;

en donde $I(Al0,71Zn0,29(38,78^\circ))$, $I(Al(38,47^\circ))$ e $I(Zn(38,99^\circ))$ se miden como se describe en la descripción.

4. El acero chapado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde se satisface la siguiente Expresión 3' en lugar de la Expresión 3,

$I(MgZn_2(41,31^\circ))/I\Sigma(MgZn_2) \leq 0,140 \dots \text{Expresión 3'}$

- 35 5. El acero chapado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde se satisface la siguiente Expresión 6' en lugar de la Expresión 6,

$0,350 \leq \{I(MgZn_2(20,79^\circ))+I(MgZn_2(42,24^\circ))\}/I\Sigma(MgZn_2) \dots \text{Expresión 6'}$