

DESCRIPCIÓN

Título de la Invención: MATERIAL DE ACERO ENCHAPADO Y MÉTODO PARA FABRICACIÓN DEL MATERIAL DE ACERO ENCHAPADO

Campo de la Técnica

[0001] La presente divulgación se relaciona con un material de acero revestido y un método para fabricación de un material de acero revestido.

Arte Previo

[0002] Una amplia variedad de materiales de acero revestidos, se utilizan, por ejemplo, en el campo de los materiales de construcción. Muchos de ellos son materiales de acero revestidos con Zn. Debido a la necesidad de los materiales de construcción por tener una larga vida útil, durante mucho tiempo se ha llevado a cabo investigación sobre la mejora de la resistencia a la corrosión de materiales de acero revestidos con Zn, y se han desarrollado diversos materiales de acero revestidos. El primer material de acero revestido de alta resistencia a la corrosión para materiales de construcción fue un material de acero revestido con Zn-5% Al (material de acero revestido “Galfan”), en el que se agregó Al a una capa de revestimiento en base a Zn para mejorar la resistencia a la corrosión. Resulta bien conocido el hecho de que la resistencia a la corrosión se mejora mediante el agregado de Al en una capa de revestimiento, y mediante el agregado de 5% de Al, se forman cristales de Al en la capa de revestimiento (específicamente la fase Zn) y se mejora la resistencia a la corrosión. Un material de acero revestido con Zn - 55% de Al - 1.6% de Si (producto de acero “Galvalume”) es también un material de acero revestido, en el cual se mejora la resistencia a la corrosión básicamente por la misma razón.

[0003] El aspecto atractivo de un material de acero revestido en base a Zn es el efecto de protección contra la corrosión por sacrificio en un acero base. En otras palabras, en un borde cortado de un material de acero revestido, una porción fisurada de una capa de revestimiento generada en el momento del procesamiento, y una porción expuesta que aparece en un acero base, por ejemplo, por exfoliación de una capa de revestimiento, la capa de revestimiento en la vecindad de dichas porciones se disuelve antes que se produzca corrosión del acero base, y el componente de revestimiento disuelto forma una película protectora. Esto permite evitar en cierta medida la oxidación del acero base.

[0004] En general, tales efectos son preferibles en el caso de una menor concentración de Al y una mayor concentración de Zn. Concordantemente, un material de acero revestido con alta resistencia a la corrosión en donde la concentración de Al se reduce a una concentración relativamente baja de alrededor de 5% hasta 25% ha estado disponible para su uso práctico en

los últimos años. En particular, un material de acero revestido, en el cual se suprime la concentración de Al en un nivel bajo y el Mg se contiene en alrededor de 1% hasta 3%, tiene superior resistencia a la corrosión con respecto al material de acero revestido Galfan. Por lo tanto, esto se ha convertido en una tendencia de mercado en materiales de acero revestidos, y ampliamente conocido en la actualidad en el mercado.

[0005] Como un material de acero revestido que contiene una cierta cantidad de Al y Mg, por ejemplo, también se ha desarrollado un material de acero revestido divulgado en la Literatura de Patente 1.

[0006] Específicamente, la Literatura de Patente 1 divulga “un material de acero revestido con Zn-Al-Mg-Si por inmersión en caliente en el cual 200 o más fases de Al existen por cada 1 mm² sobre la superficie de un material de acero revestido con una capa de revestimiento compuesta desde 5% hasta 18% en masa de Al, desde 1% hasta 10% en masa de Mg, desde 0.01% hasta 2% en masa de Si, y el balance de Zn e impurezas inevitables”.

[0007] Adicionalmente, la Literatura de Patente 2 divulga “un material de acero revestido que incluye un producto de acero, y una capa de revestimiento que incluye una capa de aleación de Zn-Al-Mg provista sobre una superficie del producto de acero, en la que la capa de revestimiento tiene una composición química compuesta de Zn en más de 65.0%, el Al en más de 5.0% y menos de 25.0%, Mg en más de 3.0% y menos de 12.5%, y Sn desde 0.1% hasta 20.0%, y en una imagen de electrones retrodispersados de la capa de aleación de Zn-Al-Mg, obtenida mediante pulido de una superficie de la capa de aleación de Zn-Al-Mg en 1/2 de un espesor de capa, y observando la superficie con un aumento de x100 con un microscopio electrónico de barrido, se encuentran presentes cristales de Al, y un valor promedio de una longitud circunferencial acumulada de los cristales de Al es de 88 a 195 mm/mm²”.

Listado de Citación

Literatura de Patente

[0008] Literatura de Patente 1: Solicitud de patente Japonesa publicada (JP-A) N.º 2001-355053

Literatura de Patente 2: WO 2019/221193

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Problema Técnico

[0009] En un material de acero revestido de aleación en base a Zn-Al-Mg con una alta concentración de Al y una alta concentración de Mg, la resistencia a la corrosión es superior a aquella de un material de acero revestido en base a Zn en una región con grandes daños por sal

en el cual la cantidad de cloruros en el ambiente es grande y el entorno de corrosión es severo, pero tiende a generarse óxido blanco poco después de la construcción. Además, dado que el revestimiento con una alta concentración de Mg es probable que cause decoloración oxidativa y el revestimiento es duro, la procesabilidad puede ser pobre.

[0010] Por lo tanto, un objeto de la divulgación es proveer un material de acero revestido que resulte excelente por cuanto a resistencia a la corrosión incluso en una región con grandes daños por sal y que pueda lograr tanto procesabilidad, así como también resistencia a la decoloración, y un método para fabricación del material de acero revestido.

Solución al Problema

[0011] El objetivo de arriba se consigue por los siguientes medios.

<1>

Un material de acero revestido que incluye un acero base y una capa de revestimiento que incluye una capa de aleación de Zn-Al-Mg provista sobre una superficie del acero base y una capa de enriquecimiento de Mg provista sobre una superficie de la capa de aleación de Zn-Al-Mg,

en donde la capa de revestimiento tiene una composición química compuesta de, en términos de % en masa:

Zn en más de 65.00%,

Al en más de 5.00% y menos de 25.00%,

Mg en más de 3.00% y menos de 12.50%,

Sn desde 0% hasta 3.0%,

Bi desde 0% hasta menos de 5.00%,

In desde 0% hasta menos de 2.00%,

Ca desde 0% hasta 3.00%,

Y desde 0% hasta 0.50%,

La desde 0% hasta menos de 0.50%,

Ce desde 0% hasta menos de 0.50%,

Si desde 0% hasta menos de 2.5%,

Cr desde 0% hasta menos de 0.25%,

Ti desde 0% hasta menos de 0.25%,

Zr desde 0% hasta menos de 0.25%,

Mo desde 0% hasta menos de 0.25%,

W desde 0% hasta menos de 0.25%,

Ag desde 0% hasta menos de 0.25%,

P desde 0% hasta menos de 0.25%,

Ni desde 0% hasta menos de 0.25%,
Co desde 0% hasta menos de 0.25%
V desde 0% hasta menos de 0.25%,
Nb desde 0% hasta menos de 0.25%,
Cu desde 0% hasta menos de 0.25%,
Mn desde 0% hasta menos de 0.25%,
Li desde 0% hasta menos de 0.25%,
Na desde 0% hasta menos de 0.25%,
K desde 0% hasta menos de 0.25%,
Fe desde 0% hasta 5.0%,
Sr desde 0% hasta menos de 0.5%
Sb desde 0% hasta menos de 0.5%
Pb desde 0% hasta menos de 0.5%,
B desde 0% hasta menos de 0.5%, e
impurezas,

en la capa de aleación de Zn-Al-Mg, una relación de área total de cristales de Al, cristales de $MgZn_2$, y eutécticos ternarios de Zn/Al/ $MgZn_2$ es de 90% o más, y

un espesor de la capa de enriquecimiento de Mg es de $0.8\text{ }\mu\text{m}$ o más y (espesor de capa de revestimiento $\times 1/2$) o menos.

<2>

El material de acero revestido de acuerdo con <1>, en el cual la capa de revestimiento tiene una capa de aleación de Al-Fe entre el acero base y la capa de aleación de Zn-Al-Mg.

<3>

Un método para fabricación del material de acero revestido de acuerdo con <1> o <2>, en donde se sumerge un acero base en un baño de revestimiento y se retira desde el baño de revestimiento, y entonces se enfría en un rango de temperatura desde 450°C a 395°C con una velocidad de enfriamiento promedio de 15°C/s o menos, enfriando en un rango de temperatura desde 395°C a 340°C con una velocidad de enfriamiento promedio de 3°C/s o menos, y enfriando en un rango de temperatura desde 340°C a 280°C con una velocidad de enfriamiento promedio desde 10 a 20°C/s o más, y

luego del enfriamiento, se somete a laminación de pasada de acabado superficial con condiciones de que una rugosidad superficial R_a de un rodillo de pasada de acabado superficial sea desde 1 hasta $5\text{ }\mu\text{m}$ y una fuerza de laminación de pasada de acabado superficial es de 100 a 500 ton.

Efectos Ventajosos de la Invención

[0012] Por lo tanto, de acuerdo con la divulgación, resulta posible proveer un material de acero revestido que resulta excelente en cuanto a resistencia a la corrosión incluso en una región con grandes daños por sal y puede alcanzar tanto procesabilidad, así como también resistencia a la decoloración, y un método para fabricación del material de acero revestido.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0013] La Fig. 1 es un gráfico para ejemplificar un método de medición de un espesor de una capa de enriquecimiento de Mg.

DESCRIPCIÓN DE FORMAS DE REALIZACIÓN

[0014] A continuación se describe un ejemplo de la divulgación.

En la divulgación, la expresión de “%” con respecto al contenido de cada elemento de una composición química significa “% en masa”.

Un rango numérico expresado utilizando “hasta” o “a” significa un rango que incluye los valores numéricos indicados antes y después de “hasta” o “a” como límite superior y límite inferior.

En caso de que los valores numéricos indicados antes y después de “hasta” o “a” se indican con los términos “más de” o “menos de”, el rango numérico significa un rango que no incluye el valor numérico como límite superior o límite inferior.

El contenido de un elemento de una composición química se puede expresar como una concentración de elemento (por ejemplo, concentración de Zn y concentración de Mg).

[0015] Un material de acero revestido de acuerdo con la divulgación incluye un acero base y una capa de revestimiento que incluye una capa de aleación de Zn-Al-Mg provista sobre una superficie del acero base y una capa de enriquecimiento de Mg provista sobre una superficie de la capa de aleación de Zn-Al-Mg.

En la capa de aleación de Zn-Al-Mg, una relación de área total de cristales de Al, cristales de $MgZn_2$, y eutécticos ternarios de Zn/Al/ $MgZn_2$ es de 90% o más.

También, un espesor de la capa de enriquecimiento de Mg es de $0.8\ \mu m$ o más y (espesor de capa de revestimiento $\times 1/2$) o menos.

[0016] Debido a que el material de acero revestido de la divulgación tiene la capa de enriquecimiento de Mg de la capa de aleación de Zn-Al-Mg sobre la superficie de la capa de aleación de Zn-Al-Mg, una película densa de producto de corrosión que contiene Mg se forma pronto en la etapa temprana de corrosión. La película densa de producto de corrosión reduce la tasa de corrosión. Por lo tanto, resistencia a la corrosión resulta excelente incluso en una región con grandes daños por sal en donde la cantidad de cloruros atmosféricos es grande y el

entorno de corrosión es severo. Cuando se establece una composición química de una capa de revestimiento y un rango de la capa de enriquecimiento de Mg en los rangos adecuados, se puede obtener, tanto procesabilidad como resistencia a la decoloración.

Adicionalmente, cuando la capa de aleación de Zn-Al-Mg con la estructura de arriba se encuentra presente debajo de la capa de enriquecimiento de Mg, se aportan iones de Mg e iones de Al, al medio corrosivo, desde la mitad de la etapa tardía de la corrosión al mismo tiempo que se asegura la procesabilidad. Concordantemente, se mantiene una película densa de producto de corrosión, y por lo tanto se mejora la resistencia a la corrosión.

[0017] A continuación se describirá en detalle el material de acero revestido de la divulgación.

[0018] (Acero base)

No existe restricción en particular con respecto a la forma del acero base. Ejemplos del acero base incluyen además de una chapa de acero, acero base procesado en forma, tal como un tubo de acero, un material de ingeniería civil y construcción edilicia (como conducto de vallado, tubo corrugado, cubierta de zanja de drenaje, cubierta de prevención de arenisca esparcida por el viento, perno, malla metálica, barandilla y tabique de separación.), un componente de un aparato electrodoméstico (como la carcasa de una unidad exterior de aire acondicionado), y una pieza de automóvil (como un componente del sistema de suspensión). Para el procesamiento de formas, por ejemplo, se pueden utilizar varios métodos de trabajo plástico, como el trabajo en prensa, el laminado y el curvado.

[0019] No existe restricción en particular con respecto al del acero base. Como el acero base, existen varios aceros base aplicables, y ejemplos de los mismos incluyen aceros en general, aceros pre-revestidos, aceros calmados con Al, acero ultra bajos en carbono, acero alto carbono, diversos aceros de alta resistencia a la tracción y algunos aceros de alta aleación (por ejemplo, acero que contenga un elemento de refuerzo como Ni y Cr).

Con respecto al acero base, no existe tampoco una restricción en particular con respecto al método para fabricación de un acero base, o las condiciones de un método para fabricación de una chapa de acero base (como un método de laminación en caliente, un método de decapado y un método de laminación en frío).

Adicionalmente, como el acero base, también son aplicables una chapa de acero laminada en caliente, un fleje de acero laminado en caliente, una chapa de acero laminada en frío y un fleje de acero laminado en frío descritos en la JIS G 3302 (2010).

[0020] El acero base puede ser un material de acero pre-revestido que ha sido revestido previamente. Un material de acero pre-revestido se obtiene, por ejemplo, mediante un método de tratamiento electrolítico o un método de revestimiento por desplazamiento. En el método de tratamiento electrolítico, un acero base se sumerge en un baño de sulfato o baño de cloruro

que contienen varios iones metálicos correspondientes a los componentes del pre-revestimiento, y se realiza un tratamiento electrolítico para obtener un material de acero pre-revestido. En el método de revestimiento por desplazamiento, un acero base se sumerge en una solución acuosa que contiene diversos iones metálicos correspondientes a los componentes del pre-revestimiento, y cuyo pH se ha ajustado con ácido sulfúrico, para provocar la deposición por desplazamiento de un metal y obtener un material de acero pre-revestido.

Ejemplos típicos de un material de acero pre-revestido incluyen un material de acero pre-revestido con Ni.

[0021] (Capa de enchapado)

La capa de revestimiento incluye una capa de aleación de Zn-Al-Mg y una capa de enriquecimiento de Mg provista sobre una superficie de la capa de aleación de Zn-Al-Mg. La capa de revestimiento puede incluir una capa de aleación de Al-Fe adicionalmente a la capa de aleación de Zn-Al-Mg y la capa de enriquecimiento de Mg. La capa de aleación de Al-Fe es provista entre el acero base y la capa de aleación de Zn-Al-Mg.

[0022] Esto es, la capa de revestimiento puede tener una estructura laminada que incluye la capa de aleación de Zn-Al-Mg, la capa de enriquecimiento de Mg, y la capa de aleación de Al-Fe.

Aunque hay algunos casos en los que se forma una película de óxido de un elemento constitutivo de la capa de revestimiento sobre la superficie de la capa de revestimiento en un espesor de alrededor de 50 nm, un espesor de la misma es relativamente delgado con respecto al espesor de toda la capa de revestimiento (alrededor de 8 a 60 μm) de manera tal que la película de óxido se considera que no constituye una parte principal de la capa de revestimiento.

[0023] Una cantidad depositada de la capa de revestimiento resulta preferiblemente de 40 a 300 g/m^2 para una superficie.

Cuando la cantidad depositada de la capa de revestimiento es de 40 g/m^2 o más, se puede asegurar la resistencia a la corrosión de manera más fiable. También, cuando la cantidad depositada de la capa de revestimiento es de 300 g/m^2 o menos, se pueden suprimir defectos en la apariencia tales como patrones de abombamiento de la capa de revestimiento.

[0024] A continuación, se describirá la composición química de la capa de revestimiento.

La composición química de la capa de revestimiento es una composición química compuesta de, en términos de % en masa:

Zn en más de 65.00%,

Al en más de 5.00% y menos de 25.00%,

Mg en más de 3.00% y menos de 12.50%,

Sn desde 0% hasta 3.00%,

Bi desde 0% hasta menos de 5.00%,

In desde 0% hasta menos de 2.00%,
Ca desde 0% hasta 3.00%,
Y desde 0% hasta 0.50%,
La desde 0% hasta menos de 0.50%,
Ce desde 0% hasta menos de 0.50%,
Si desde 0% hasta menos de 2.5%,
Cr desde 0% hasta menos de 0.25%,
Ti desde 0% hasta menos de 0.25%,
Zr desde 0% hasta menos de 0.25%,
Mo desde 0% hasta menos de 0.25%,
W desde 0% hasta menos de 0.25%,
Ag desde 0% hasta menos de 0.25%,
P desde 0% hasta menos de 0.25%,
Ni desde 0% hasta menos de 0.25%,
Co desde 0% hasta menos de 0.25%,
V desde 0% hasta menos de 0.25%,
Nb desde 0% hasta menos de 0.25%,
Cu desde 0% hasta menos de 0.25%,
Mn desde 0% hasta menos de 0.25%,
Li desde 0% hasta menos de 0.25%,
Na desde 0% hasta menos de 0.25%,
K desde 0% hasta menos de 0.25%,
Fe desde 0% hasta 5.00%,
Sr desde 0% hasta menos de 0.50%,
Sb desde 0% hasta menos de 0.50%,
Pb desde 0% hasta menos de 0.50%,
B desde 0% hasta menos de 0.50%, y
impurezas.

[0025] En la composición química de la capa de revestimiento, Sn, Bi, In, Ca, Y, La, Ce, Si, Cr, Ti, Zr, Mo, W, Ag, P, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn, Li, Na, K, Fe, Sr, Sb, Pb, y B son componentes opcionales. En otras palabras, esos elementos no necesitan estar contenidos en la capa de revestimiento. Cuando alguno de estos componentes opcionales está contenido, el contenido de cada elemento opcional se encuentra preferiblemente en el rango descrito a continuación.

[0026] Aquí, la composición química de la capa de revestimiento es una composición química promedio de toda la capa de revestimiento (una composición química promedio de la totalidad

de la capa de aleación de Zn-Al-Mg y la capa de enriquecimiento de Mg o una composición química promedio de la totalidad de la capa de aleación de Al-Fe, la capa de aleación de Zn-Al-Mg, y la capa de enriquecimiento de Mg).

[0027] A continuación, se describirá cada elemento de una capa de revestimiento.

[0028] Zn en más de 65.00%

El Zn es un elemento necesario para obtener resistencia a la corrosión. En cuanto a la concentración de Zn en función de la relación de composición atómica, debido a que la capa de revestimiento se compone junto con elementos de bajo peso específico tales como Al y Mg, Zn se requiere que ocupe la porción principal también en la relación de composición atómica.

Por lo tanto, la concentración de Zn se establece por encima de 65.00%. La concentración de Zn es preferiblemente de 70.00% o más. Al respecto, el límite superior de la concentración de Zn es una concentración remanente excluidos los elementos distintos del Zn, e impurezas.

[0029] Al en más de 5.00% y menos de 25.00%

El Al es un elemento esencial para la formación de cristales de Al y asegurar resistencia a la corrosión. También, el Al es un elemento esencial para mejorar la adherencia de una capa de revestimiento y asegurar la procesabilidad. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de Al se establece encima de 5.00% (preferiblemente en 10.00% o más).

Entretanto, cuando la concentración de Al se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de Al se establece por debajo de 25.00% (preferiblemente en 23.00% o menos).

[0030] Mg en más de 3.00% y menos de 12.50%

El Mg es un elemento esencial para asegurar resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de Mg se establece encima de 3.00% (preferiblemente encima de 4.00%).

Entretanto, cuando la concentración de Mg se incrementa demasiado, la procesabilidad tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de Mg se establece en menos de 12.50% (preferiblemente en 10.00% o menos).

[0031] Sn desde 0% hasta 3.00%

El Sn es un elemento que contribuye con la resistencia a la corrosión y resistencia a la decoloración inicial. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de Sn es preferiblemente de más de 0.00% (preferiblemente 0.05% o más, y más preferiblemente 0.10% o más).

Entretanto, cuando la concentración de Sn se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión y la resistencia a la decoloración inicial tienden a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de Sn se establece en 3.00% o menos.

[0032] Bi desde 0% hasta menos de 5.00%

El Bi es un elemento que contribuye a la resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de Bi es preferiblemente de más de 0.00% (preferiblemente 0.10% o más, y más preferiblemente 3.00% o más).

Entretanto, cuando la concentración de Bi se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de Bi se establece debajo del 5.00% (preferiblemente en 4.80% o menos).

[0033] In desde 0% hasta menos de 2.00%

El In es un elemento que contribuye a resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de In es preferiblemente de más de 0.00% (preferiblemente 0.10% o más, y más preferiblemente 1.00% o más).

Entretanto, cuando la concentración de In se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de In se establece debajo de 2.00% (preferiblemente en 1.80% o menos).

[0034] Ca desde 0% hasta 3.00%

El Ca es un elemento con la capacidad de ajustar la cantidad de disolución de Mg a un nivel óptimo para impartir resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de Ca es preferiblemente de más de 0.00% (preferiblemente 0.05% o más).

Entretanto, cuando la concentración de Ca se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión y procesabilidad tienden a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de Ca se establece en 3.00% o menos (preferiblemente en 1.00% o menos).

[0035] Y desde 0% hasta 0.50%

El Y es un elemento que contribuye a resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de Y es preferiblemente de más de 0.00% (preferiblemente 0.10% o más).

Entretanto, cuando la concentración de Y se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de Y se establece en 0.50% o menos (preferiblemente en 0.30% o menos).

[0036] La y Ce desde 0% hasta menos de 0.50%

El La y el Ce son elementos que contribuyen a la resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el límite inferior de cada uno de la concentración de La y concentración de Ce es preferiblemente de más de 0.00% (preferiblemente 0.10% o más).

Entretanto, cuando la concentración de La o la concentración de Ce se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de cada uno de, la concentración de La y la concentración de Ce se establece debajo de 0.50%

(preferiblemente en 0.40% o menos).

[0037] Si desde 0% hasta menos de 2.50%

El Si es un elemento que contribuye a mejorar la resistencia a la corrosión suprimiendo el crecimiento de una capa de aleación de Al-Fe. Por lo tanto, la concentración de Si es preferiblemente de más de 0.00% (preferiblemente 0.05% o más, y más preferiblemente 0.10% o más). En particular, cuando el Sn no se encuentra contenido (esto es, cuando la concentración de Sn es de 0%), la concentración de Si es preferiblemente de 0.10% o más (preferiblemente 0.20% o más) desde el punto de vista de aseguramiento de la resistencia a la corrosión.

Entretanto, cuando la concentración de Si se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión y procesabilidad tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de Si se establece debajo de 2.50%. En particular, desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, la concentración de Si es preferiblemente de 2.40% o menos, más preferiblemente de 1.80% o menos, y más preferiblemente de 1.20% o menos.

[0038] El Cr, Ti, Zr, Mo, W, Ag, P, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn, Li, Na, y K desde 0% hasta menos de 0.25%

El Cr, Ti, Zr, Mo, W, Ag, P, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn, Li, Na, and K son elementos que contribuyen a la resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de cada uno de, Cr, Ti, Zr, Mo, W, Ag, P, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn, Li, Na y K es preferiblemente de más de 0% (preferiblemente 0.05% o más, y más preferiblemente 0.10% o más).

Entretanto, cuando la concentración de Cr, Ti, Zr, Mo, W, Ag, P, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn, Li, Na, o K se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de cada uno de, Cr, Ti, Zr, Mo, W, Ag, P, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn, Li, Na, y K se establece debajo de 0.25%. El límite superior de la concentración de, Cr, Ti, Zr, Mo, W, Ag, P, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn, Li, Na, o K es preferiblemente 0.22% o menos.

[0039] Fe desde 0% hasta 5.00%

Cuando se forma una capa de revestimiento mediante un método de revestimiento metálico por inmersión en caliente, el Fe está contenido en una capa de aleación de Zn-Al-Mg y una capa de aleación de Al-Fe en ciertas concentraciones.

Se ha confirmado que no hay efecto adverso sobre el desempeño, incluso cuando el Fe está contenido en una capa de revestimiento (particularmente una capa de aleación de Zn-Al-Mg), hasta una concentración de 5.00%. Debido a que la mayoría del Fe está contenido en una capa de aleación de Al-Fe en muchos casos, cuando el espesor de esta capa es grande, la concentración de Fe generalmente se incrementa.

[0040] Sr, Sb, Pb, and B desde 0% hasta menos de 0.50%

Sr, Sb, Pb, y B son elementos que contribuyen a la resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el límite inferior de la concentración de cada uno de, Sr, Sb, Pb, y B es preferiblemente de más de 0% (preferiblemente 0.05% o más, y más preferiblemente 0.10% o más).

Entretanto, cuando la concentración de Sr, Sb, Pb, o B se incrementa demasiado, la resistencia a la corrosión tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la concentración de cada uno de, Sr, Sb, Pb, y B se establece debajo de 0.50%.

[0041] Impurezas

Las impurezas se refieren a componentes contenidos en materias primas, o componentes a ser mezclados en el proceso de fabricación, que no son agregados intencionalmente. Por ejemplo, en una capa de revestimiento, pueden mezclarse trazas de componentes distintos del Fe como impurezas en una capa de revestimiento por difusión atómica mutua entre un acero base y un baño de revestimiento.

[0042] Los componentes químicos de una capa de revestimiento se miden mediante el siguiente método.

Primero, se prepara una solución ácida en la cual una capa de revestimiento se separa y disuelve con un ácido que contiene un inhibidor que inhibe la corrosión de un acero base. Luego, la composición química de la capa de revestimiento puede ser obtenida midiendo la solución ácida obtenida mediante análisis ICP. No existe ninguna restricción particular sobre las especies ácidas, en la medida en que es un ácido capaz de disolver la capa de revestimiento. La composición química se mide como una composición química promedio. En el análisis ICP, la concentración de Zn se determina a partir de “Fórmula: concentración de Zn = 100% - Concentración (%) de otros elementos”.

[0043] Aquí, cuando un material de acero pre-revestido se utiliza como un acero base, también se detecta un componente del pre-revestimiento.

Por ejemplo, cuando se utiliza un material de acero pre-revestido con Ni, no solo se detecta Ni en la capa de revestimiento, sino que también se detecta Ni en el pre-revestimiento de Ni en el análisis ICP. Específicamente, por ejemplo, cuando un material de acero pre-revestido con una cantidad depositada de Ni de desde 1 g/m² hasta 3 g/m² (espesor de alrededor de 0.1 a 0.3 μm) se utiliza como un acero base, incluso si la concentración de Ni contenida en la capa de revestimiento es 0%, la concentración de Ni se detecta como desde 0.1% hasta 15% cuando se mide mediante el análisis ICP.

Aquí, un método para determinar si un acero base es un material de acero pre-revestido con Ni es como sigue.

Una muestra en donde una sección transversal cortada a lo largo de la dirección del espesor de la capa de revestimiento sirve como una superficie de medición se recolecta desde

un producto de acero objetivo.

La vecindad de la interfaz entre la capa de revestimiento y el acero base en el producto de acero se analiza linealmente mediante un microanalizador de sonda electrónica (FE-EPMA) sobre la superficie de medición de la muestra a medir la concentración de Ni. Las condiciones de medición son un voltaje de aceleración de 15 kV, un diámetro de haz de alrededor de 100 nm, tiempo de irradiación por punto de 1000 ms, y un paso de avance de medición de 60 nm. Una distancia de medición puede ser cualquier distancia en la medida en que sea posible confirmar si la concentración de Ni está o no concentrada en la interfaz entre una capa de revestimiento y un acero base en un producto de acero.

Cuando la concentración de Ni se concentra en la interfaz entre una capa de revestimiento y un acero base en el producto de acero, el acero base se discrimina como un material de acero pre-revestido con Ni.

[0044] Cuando un material de acero pre-revestido con Ni se utiliza como un acero base, la concentración de Ni de la capa de revestimiento se define como un valor medido como sigue.

Primero, con un analizador de superficie de emisión de descarga luminosa de alta frecuencia (GDS: fabricado por HORIBA, Ltd., número de modelo: GD-Profiler2), se mide la intensidad de emisión de Ni para tres o más tipos de muestras estándar (muestras estándar de aleación de Zn IMN ZH1, ZH2, y ZH4 fabricadas por BAS) con diferentes concentraciones de Ni. A partir de la relación entre la intensidad de emisión de Ni obtenida y la concentración de Ni en el ensayo estándar, se prepara una curva de calibración.

Luego, la superficie de la capa de revestimiento de la muestra se pule en la dirección del espesor de la capa de revestimiento (en adelante también denominado como “dirección del eje Z”).

Específicamente, la superficie de la capa de revestimiento se pule en seco con una hoja abrasiva #1200, y a continuación se realiza sucesivamente el pulido de acabado utilizando un líquido de acabado que contiene alúmina con un diámetro medio de partículas de 3 μm , un líquido de acabado que contiene alúmina con un diámetro medio de partículas de 1 μm , y un líquido de acabado que contiene sílice coloidal en el orden mencionado.

Al hacer esto, la intensidad del Zn en la superficie de la capa de revestimiento se mide mediante XRF (análisis por fluorescencia de rayos X) antes y después del pulido, y cuando la intensidad del Zn después del pulido se reduce a 1/2 la intensidad de Zn antes del pulido, el entonces espesor de la capa de revestimiento se considera como el 1/2 del espesor de capa.

Luego, la intensidad de emisión del Ni en una posición en donde un espesor de película de una capa de revestimiento de un material de acero revestido a ser medido es de 1/2 se mide mediante el analizador de superficie de emisión de descarga luminosa de alta frecuencia (GDS:

fabricado por HORIBA, número de modelo: GD-Profiler2). La concentración de Ni en la posición de 1/2 de la capa de revestimiento se determina a partir de la intensidad de emisión obtenida de Ni en la curva de calibración preparada.

Cuando un material de acero pre-revestido con Ni se utiliza como un acero base, la concentración de Zn de la capa de revestimiento se define como una concentración de Zn calculada a partir de la siguiente fórmula.

Fórmula: concentración de Zn = $100 - (\text{Concentración de elementos distintos del Zn y el Ni determinados por análisis ICP} + \text{concentración de Ni determinado mediante GDS})$

[0045] Las condiciones de medición del analizador de superficie de emisión de descarga luminosa de alta frecuencia son como sigue.

- H.V.: 630 V
- Diámetro del ánodo: $\varnothing$ 4 mm
- Gas: Ar
- Presión del gas: 600 Pa
- Potencia de salida: 35 W

[0046] A continuación, se describirá la estructura de la capa de aleación de Zn-Al-Mg.

En la capa de aleación de Zn-Al-Mg, una relación de área total de los cristales de Al, cristales de MgZn_2 , y eutécticos ternarios de Zn/Al/ MgZn_2 es de 90% o más.

Desde el punto de vista de mejorar la resistencia a la corrosión, el límite inferior de la relación de área es preferiblemente de 92%, 95%, o 98%. Idealmente, la relación de área es particularmente preferiblemente 100%.

Adicionalmente, la relación de área de la estructura excluyendo los cristales de Al, los cristales de MgZn_2 , y los eutécticos ternarios de Zn/Al/ MgZn_2 , como la de los cristales de Zn es preferiblemente desde 0% hasta 10%, más preferiblemente desde 0% hasta 8% o desde 0% hasta 5%, y aún más preferiblemente desde 0% hasta 2%. Idealmente, la relación de área de cristales de Zn es particularmente preferiblemente de 0% (es decir, es particularmente preferible que no contenga cristales de Zn.).

Aquí, el cristal de Al y el cristal de Zn significan cristales, cada uno cristalizado independientemente.

[0047] La estructura de la capa de aleación de Zn-Al-Mg se mide como sigue.

Primero, una muestra se toma a partir de un material de acero revestido a ser medido. A este respecto, la muestra se toma desde una porción que no está en la vecindad (dentro de los 2 mm desde la cara extrema) de la cara extrema perforada del material de acero revestido, y está libre de un defecto de la capa de revestimiento.

[0048] Luego, la superficie de la capa de revestimiento de la muestra se pule en la dirección

del espesor de la capa de revestimiento (de aquí en adelante también denominada como “dirección del eje Z”).

Específicamente, la superficie de la capa de revestimiento se pule en seco con una hoja abrasiva #1200, y a continuación se realiza sucesivamente el pulido de acabado utilizando un líquido de acabado que contiene alúmina con un diámetro medio de partículas de 3 μm , un líquido de acabado que contiene alúmina con un diámetro medio de partículas de 1 μm , y un líquido de acabado que contiene sílice coloidal en el orden mencionado.

De este modo, la intensidad de Zn en la superficie de la capa de revestimiento se mide mediante XRF (análisis por fluorescencia de rayos X) antes y después del pulido, y cuando la intensidad de Zn después del pulido se reduce a 1/2 la intensidad de Zn antes del pulido, el entonces espesor de la capa de revestimiento se considera como el 1/2 del espesor de capa. Debido a que la capa de aleación de Zn-Al-Mg ocupa 1/2 o más del espesor de la capa de revestimiento, la superficie pulida obtenida puliendo la superficie de la capa de revestimiento a 1/2 del espesor de capa es la superficie pulida de la capa de aleación de Zn-Al-Mg. Por lo tanto, la estructura metálica contenida en la capa de aleación de Zn-Al-Mg puede apreciarse analizando la superficie pulida.

[0049] Luego, la superficie pulida se observa con un microscopio electrónico de barrido (SEM) con un aumento de $\times 500$ para obtener una imagen de electrones retrodispersados (en lo sucesivo también denominado como “Imagen de electrones retrodispersados SEM”). Las condiciones de observación SEM son: voltaje de aceleración de 15 kV, corriente de la sonda de 10 nA, y el tamaño del campo visual de $244\ \mu\text{m} \times 198\ \mu\text{m}$.

[0050] Además, utilizando un microanalizador de sonda electrónica (FE-EPMA), se realiza un análisis de mapeo con un aumento de $\times 500$ con un voltaje de aceleración de 15 kV, una corriente de irradiación de 30 nA, un diámetro de haz de alrededor de 100 nm, un tiempo de irradiación por punto de 5 ms, y un paso de avance de medición de 300 nm. A continuación, las regiones pueden dividirse aproximadamente en una región en la que se solapan los puntos de detección de Mg y Zn, una región en la que se solapan los puntos de detección de Al y Zn, y una región en la que sólo se detecta Zn. En este caso, la región en la que se solapan los puntos de detección de Mg y Zn se define como MgZn_2 , y una región en la que se solapan los puntos de detección de Al y Zn se define como cristales de Al. Además, en la región en la cual se detecta solo Zn, análisis lineal FE-EPMA se realiza con un aumento de $\times 2000$ para una longitud de 10 μm . En este caso, en la región de medición, una región en la cual se detecta Mg o Al en 1% o más se puede discriminar como eutécticos ternarios de Zn/Al/ MgZn_2 , y una región en la cual tanto el Mg y el Al se detectan en menos de 1% se puede discriminar como cristales Zn.

Se realiza procesamiento de imagen por computadora en esas regiones para obtener la

relación de área (se calcula el área (píxel) de cada fase en el campo visual).

[0051] A continuación, se describirá la capa de enriquecimiento de Mg.

La capa de enriquecimiento de Mg es una capa en la cual una fase que contiene Mg tal como unos eutécticos ternarios de Zn/Al/MgZn₂ existen en una capa superficial de la capa de aleación de Zn-Al-Mg se densifica y se enriquece una concentración de Mg.

Cuando la capa de enriquecimiento de Mg es delgada, la resistencia a la corrosión se torna pobre. Por otro lado, cuando la capa de enriquecimiento de Mg es demasiado gruesa, se deteriora la resistencia a la decoloración.

Por lo tanto, un espesor de la capa de enriquecimiento de Mg se establece en 0.8 μm o más y (espesor de capa de revestimiento $\times 1/2$) o menos. El espesor de la capa de enriquecimiento de Mg es preferiblemente 0.9 μm o más y 25 μm o menos, y más preferiblemente 1.0 μm o más y 22.5 μm o menos.

El espesor de la capa de revestimiento es preferiblemente 5 μm o más y 50 μm o menos, y más preferiblemente 10 μm o más y 45 μm o menos.

[0052] La capa de enriquecimiento de Mg es una capa definida como sigue.

[0053] Primero, se realiza erosión por bombardeo iónico en una dirección de la profundidad desde un lado de superficie de la capa de revestimiento por espectrometría de emisión óptica de descarga luminosa (GDS cuantitativo), y se mide la distribución en dirección de la profundidad de la intensidad de cada elemento (tal como Zn, Al, Mg, o Fe) contenido en la capa de revestimiento (Ver Fig. 1) (dispositivo de medición: fabricado por HORIBA, Ltd., número de modelo: GD-Profilier2, condiciones de medición: modo CC, voltaje: 900 V, corriente: 20 mA). En este caso, en un caso en donde una película de conversión química o similar está presente en la capa de revestimiento, también se mide la distribución en dirección de la profundidad de la intensidad de un elemento como un componente principal de una película (por ejemplo, carbono (C) en el caso de una película orgánica, y un elemento como un componente principal de una película en el caso de una película inorgánica). En el caso de la película inorgánica, el elemento como un componente principal, por ejemplo, circonio (Zr) en el caso de una película de óxido de circonio, y silicio (Si) en el caso de una película que contenga un agente de acoplamiento silano.

La medición se realiza a una profundidad en la cual la capa de revestimiento desaparece y se expone suficientemente un hierro base. En este caso, se mide la profundidad [μm] de un orificio luego de la medición, y se obtiene la tasa de erosión [$\mu\text{m/s}$] dividiendo el valor medido mediante el tiempo de medición GDS [s]. Multiplicando esta tasa de erosión por el tiempo transcurrido desde el inicio de la medición en la posición de medición objetivo, se obtiene la profundidad [μm] desde la superficie de la posición de medición objetivo.

Aquí, un punto en el que la cantidad de aumento de la intensidad de Fe por $0.1\ \mu\text{m}$ excede 0.003 cuando el cambio en la intensidad de Fe es visto desde la dirección de la superficie de revestimiento se define como (A). La intensidad de Mg en el punto (A) se define como 1, y un punto (B) en el cual la intensidad relativa de Mg es de 1.03 cuando la intensidad de Mg es vista desde el lado del hierro base (esto es, el acero base) hacia el lado de superficie de la capa de revestimiento se define como una interfaz entre la capa de enriquecimiento de Mg y la capa de aleación de Zn-Al-Mg. Un punto (C) en el cual la intensidad del Mg y la intensidad del carbono (C) se vuelven iguales cuando el lado de superficie de la capa de revestimiento es vista desde el punto (B) se define como la parte superior de la capa de enriquecimiento de Mg. La intensidad de carbono (C) que determina el punto (C) (la intensidad del carbono (C) en un caso en donde no se encuentra presente película de conversión química o lo similar sobre la capa de revestimiento) es la intensidad del carbono (C) derivados del polvo o el aceite adheridos a la superficie de la capa de revestimiento.

Sin embargo, en un caso en donde una película de conversión química o lo similar se encuentra presente sobre la capa de revestimiento, el punto en el cual la intensidad de la película de conversión química o lo similar es la misma que la intensidad del elemento como el componente principal de la película se define como el punto (C), y el punto (C) se define como la parte superior de la capa de enriquecimiento de Mg.

La capa de enriquecimiento de Mg se define como una capa entre el punto (B) y el punto (C), y el espesor de la capa de enriquecimiento de Mg se define como un valor promedio de diferencias de profundidad entre el punto (B) y el punto (C) medidos en tres puntos.

[0054] A continuación, se describirá la capa de aleación de Al-Fe.

La capa de aleación de Al-Fe es una capa que se forma sobre la superficie de un acero base (específicamente, entre un acero base y una capa de aleación de Zn-Al-Mg), y tiene una estructura constituida principalmente con una fase de Al_5Fe . La capa de aleación de Al-Fe se forma mediante difusión atómica mutua de un acero base y un baño de revestimiento. Debido a que, en el producto de acero de la divulgación, se forma una capa de revestimiento utilizando un método de revestimiento metálico por inmersión en caliente, se forma fácilmente una capa de aleación de Al-Fe en una capa de revestimiento que contiene un elemento Al. Debido a que el Al está contenido en un baño de revestimiento en una cierta concentración o mayor, una fase de Al_5Fe se forma en el contenido más alto. Sin embargo, se necesita tiempo para la difusión atómica, y hay una porción en donde la concentración de Fe es alta en la vecindad del 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 lo similar. También, debido a que el Zn está también contenido en el baño de revestimiento en una cierta

concentración, la capa de aleación de Al-Fe también contiene una pequeña cantidad de Zn.

[0055] Respecto de la resistencia a la corrosión, no existe diferencia significativa entre cualquiera de una fase de Al_5Fe , una fase de Al_3Fe , una fase de AlFe , y una fase de Al_5Fe_2 . La referida resistencia a la corrosión es la resistencia a la corrosión en una porción no afectada por soldadura.

[0056] Cuando el Si está contenido en una capa de revestimiento, el Si resulta particularmente apto para ser incorporado en una capa de aleación de Al-Fe y se puede formar una fase de compuesto intermetálico de Al-Fe-Si. La fase de compuesto intermetálico a ser identificado incluye una fase de AlFeSi , y hay fases α , β , q_1 , q_2 - AlFeSi , o lo similar como isómeros. Por lo tanto, estas fases AlFeSi o lo similar se pueden detectar en la capa de aleación de Al-Fe en algunos casos. Dicha una capa de aleación de Al-Fe que incluye las fases AlFeSi o lo similar también se denomina como una capa de aleación de Al-Fe-Si.

Debido a que el espesor de la capa de aleación de Al-Fe-Si es también pequeña respecto a la capa de aleación de Zn-Al-Mg, el efecto sobre la resistencia a la corrosión de toda la capa de revestimiento resulta pequeño.

[0057] También, cuando diversos materiales de acero pre-revestidos se utilizan para un acero base, la estructura de la capa de aleación de Al-Fe se puede cambiar en algunos casos dependiendo de la cantidad depositada del pre-revestimiento. Específicamente, existen casos en donde una capa de un metal puro utilizado para pre-revestimiento permanece en la vecindad de la capa de aleación de Al-Fe, un caso en donde una fase de compuesto intermetálico (por ejemplo, una fase de Al_3Ni), en el cual un componente constitutivo de la capa de aleación de Zn-Al-Mg se une a un componente de pre-revestimiento, constituye una capa de aleación, un caso en donde algunos de los átomos de Al y Fe se desplazan para formar una capa de aleación de Al-Fe, una casa en donde algunos de los átomos de Al, átomos de Fe, y átomos de Si se desplazan para formar una capa de aleación de Al-Fe-Si, y lo similar.

[0058] Esto es, la capa de aleación de Al-Fe significa una capa que incluye los diversos modos anteriores de capas de aleación adicionalmente a la capa de aleación compuesta principalmente de la fase de Al_5Fe .

[0059] Cuando una capa de revestimiento se forma sobre un material de acero pre-revestido con Ni entre diversos materiales de acero pre-revestidos, una capa de aleación de Al-Ni-Fe se forma como la capa de aleación de Al-Fe.

[0060] El espesor de la capa de aleación de Al-Fe es, por ejemplo, 0 μm o más y 7 μm o menos.

El espesor de la capa de aleación de Al-Fe es preferiblemente 0.05 μm o más y 5 μm o menos desde el punto de vista del aumento de la adherencia de la capa de revestimiento

(específicamente, capa de aleación de Zn-Al-Mg), y asegurando la resistencia a la corrosión y procesabilidad.

[0061] Debido a que el espesor de una capa de aleación de Zn-Al-Mg es normalmente mayor que aquél de una capa de aleación de Al-Fe, la contribución de una capa de aleación de Al-Fe como un material de acero revestido a la resistencia a la corrosión es menor que en comparación con una capa de aleación de Zn-Al-Mg. Sin embargo, una capa de aleación de Al-Fe contiene Al y Zn, que son elementos resistentes a la corrosión, con una cierta concentración o más, según los resultados de un análisis de componentes. Por lo tanto, la capa de aleación de Al-Fe tiene un cierto grado de resistencia a la corrosión para un acero base.

[0062] También, cuando una capa de revestimiento con la composición química especificada en la divulgación se forma mediante un método de revestimiento metálico por inmersión en caliente, una capa de aleación de Al-Fe con un espesor de 100 nm o más es apto para formarse entre el acero base y la capa de aleación de Zn-Al-Mg.

[0063] Desde el punto de vista de resistencia a la corrosión, resulta más preferiblemente que la capa de aleación de Al-Fe sea más gruesa. Por lo tanto, el espesor de la capa de aleación de Al-Fe es preferiblemente 0.05 μm o más. Sin embargo, debido a que una capa de aleación de Al-Fe gruesa provoca un significativo deterioro en la procesabilidad, el espesor de la capa de aleación de Al-Fe es preferiblemente 7 μm o menos. Cuando el espesor de la capa de aleación de Al-Fe es de 7 μm o menos, fisuras generadas por la capa de aleación de Al-Fe y la cantidad de polvillo se reduce y se mejora la procesabilidad. El espesor de la capa de aleación de Al-Fe es más preferiblemente 5 μm o menos y aún más preferiblemente 2 μm o menos.

[0064] El espesor de la capa de aleación de Al-Fe se mide como sigue.

El espesor de una capa de aleación de Al-Fe identificada se mide en 5 posiciones opcionales en una imagen de electrones retrodispersados SEM (aumento: x10000, tamaño del campo visual: 50 μm de ancho $\times$ 200 μm de longitud, a condición de que una capa de aleación de Al-Fe sea visible en el campo visual) de una sección transversal de una capa de revestimiento (una sección transversal cortada a lo largo de la dirección del espesor de la capa de revestimiento) preparada incrustando una muestra en una resina y puliendo después la misma. La media aritmética de las cinco posiciones se define como el espesor de la capa de aleación de Al-Fe.

Con respecto al espesor de la capa de revestimiento, el espesor de la misma también se mide en cinco posiciones opcionales en la imagen de electrones retrodispersados SEM (aumento: x500, tamaño del campo visual: 198 μm de ancho $\times$ 244 μm de longitud, a condición de que toda la capa de revestimiento sea visible en el campo visual) de la sección transversal. La media aritmética de las cinco posiciones se define como el espesor de la capa de

revestimiento.

[0065] (Método para fabricación de material de acero revestido)

A continuación, se describirá un ejemplo de un método para fabricación de un material de acero revestido de acuerdo con la divulgación.

[0066] Se obtiene un material de acero revestido de la divulgación formando una capa de revestimiento que tiene la composición química especificada arriba y estructura metálica sobre la(s) superficie(s) (A saber, en un lado, o en ambos lados) de un acero base (tal como una chapa de acero base) mediante un método de revestimiento metálico por inmersión en caliente.

[0067] Específicamente, por ejemplo, se realiza revestimiento metálico por inmersión en caliente bajo las siguientes condiciones. A continuación, se describirá un método para fabricación de una chapa de acero revestida como un ejemplo del método para fabricación un material de acero revestido de la divulgación.

Primero, se sumerge una chapa de acero base como el acero base en un baño de revestimiento y se retira desde el baño de revestimiento, y entonces se enfría en un rango de temperatura desde 450°C a 395°C con una velocidad de enfriamiento promedio de 15°C/s o menos.

Después, se realiza enfriamiento en un rango de temperatura de desde 395°C hasta 340°C con una velocidad de enfriamiento promedio de 3°C/s o menos.

Después, se realiza enfriamiento en un rango de temperatura de desde 340°C hasta 280°C con una velocidad de enfriamiento promedio de desde 10°C/s a 20°C/s o más.

Aquí, para revestimiento, por ejemplo, se realiza un método de revestimiento metálico continuo por inmersión en caliente tal como un método de Sendzimir.

Entonces, luego del enfriamiento, se realiza laminación de pasada de acabado superficial bajo condiciones de que una rugosidad superficial Ra de un rodillo de pasada de acabado superficial es desde 1 hasta 5 μm y una fuerza de laminación de pasada de acabado superficial es desde 100 a 500 ton.

[0068] Aquí, la capa de revestimiento solidifica en el orden de cristales de Al, unos cristales de MgZn_2 cristalizados alrededor de cristales de Al, y un eutéctico ternario Zn/Al/ MgZn_2 .

[0069] Por lo tanto, los cristales de Al se hacen crecer mediante el enfriamiento en un rango de temperatura de desde 450°C hasta 395°C con una velocidad de enfriamiento promedio de 15°C/s o menos. Cuando se realiza enfriamiento en el rango de temperatura de desde 395°C hasta 340°C con una velocidad de enfriamiento promedio de 3°C/s o menos, cristales de MgZn_2 se cristalizan de forma fiable alrededor de los cristales de Al. Haciendo esto, se pueden refinar los eutécticos ternarios de Zn/Al/ MgZn_2 .

[0070] El límite superior de la velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura

de desde 450°C hasta 395°C es de 15°C/s, preferiblemente 13°C/s, y más preferiblemente 11°C/s.

El límite inferior no se encuentra particularmente limitado, y es preferiblemente de 1°C/s, más preferiblemente de 2°C/s o más desde el punto de vista de la productividad.

Cuando la velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura desde 450°C hasta 395°C es mayor de 15°C/s, los cristales de Al están excesivamente finamente cristalizados, y los eutécticos ternarios de Zn/Al/MgZn₂ también son excesivamente refinados. Esto dificulta la formación de una capa de enriquecimiento de Mg mediante laminación de pasada de acabado superficial descrita abajo.

[0071] El límite superior de la velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura desde 395°C hasta 340°C es de 3°C/s, y preferiblemente 2.5°C/s.

El límite inferior no se encuentra particularmente limitado, y es preferiblemente de 0.5°C/s, más preferiblemente de 1°C/s o más desde el punto de vista de la productividad.

Cuando la velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura de 395°C hasta 340°C es mayor de 3°C/s, cristales de MgZn₂ alrededor del cristal de Al no puede crecer lo suficiente, y el refinamiento de los eutécticos ternarios de Zn/Al/MgZn₂ resulta insuficiente.

Como resultado, resulta dificultoso formar una capa de enriquecimiento de Mg mediante la laminación de pasada de acabado superficial descrita a continuación.

[0072] Luego, cuando se realiza enfriamiento en el rango de temperatura de desde 340°C hasta 280°C con una velocidad de enfriamiento promedio de 10°C/s o más, los eutécticos ternarios de Zn/Al/MgZn₂ se refinan. Esto facilita la formación de una capa de enriquecimiento de Mg por laminación de pasada de acabado superficial que se describe a continuación.

Sin embargo, cuando la velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura de desde 340°C hasta 280°C es mayor de 20°C/s, los eutécticos ternarios de Zn/Al/MgZn₂ se refinan de manera excesiva, y resulta difícil formar una capa de enriquecimiento de Mg por laminación de pasada de acabado superficial descrito a continuación.

La velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura de menos de 280°C no está limitada. Por ejemplo, puede utilizarse la enfriamiento del horno, o la retención del calor puede realizarse ajustando las propiedades de un material de acero. Adicionalmente, el enfriamiento por agua puede realizarse por nebulización o lo similar. La velocidad de enfriamiento promedio en el método como se ejemplifica aquí es, por ejemplo, 50°C/seg o menos.

[0073] Entonces, luego del enfriamiento, cuando se realiza laminación de pasada de acabado superficial bajo las condiciones de que la rugosidad superficial Ra del rodillo de pasada de acabado superficial es de 1 µm o más y la fuerza de laminación de pasada de acabado superficial

es de 100 ton o más, los cristales blandos que contienen Mg (tal como eutécticos ternarios de Zn/Al/MgZn₂) presentes sobre una capa superficial de la capa de aleación de Zn-Al-Mg se extienden, y se forma la capa de enriquecimiento de Mg.

Sin embargo, cuando la rugosidad superficial Ra del rodillo de pasada de acabado superficial es mayor de 5 µm, se incrementa un área superficial de la capa de revestimiento superficie, y por lo tanto, la capa de enriquecimiento de Mg se engrosa excesivamente, y se deteriora la resistencia a la decoloración. Entretanto, cuando la rugosidad superficial Ra del rodillo de pasada de acabado superficial es menor de 1 µm, la chapa de acero base desliza durante la laminación de pasada de acabado superficial, y no se puede realizar un laminado uniforme, y no se puede asegurar resistencia a la corrosión y resistencia a la decoloración.

Adicionalmente, cuando la fuerza de laminación de pasada de acabado superficial es mayor de 500 ton, los cristales blandos que contienen Mg (tales como eutécticos ternarios de Zn/Al/MgZn₂) se extienden excesivamente, y por lo tanto, es dificultoso que se engrose la capa de enriquecimiento de Mg, y se deteriora resistencia a la corrosión. Sin embargo, incluso cuando la fuerza de laminación de pasada de acabado superficial es menor de 100 ton, es dificultoso que se engrose la capa de enriquecimiento de Mg, y se deteriora la resistencia a la corrosión.

Cuando se incrementa la rugosidad superficial Ra del rodillo de pasada de acabado superficial dentro de un rango adecuado de la fuerza de laminación de pasada de acabado superficial, el punto (B) en la Fig. 1 tiende a moverse hacia el lado derecho, y el espesor de la capa de enriquecimiento de Mg se incrementa.

[0074] La rugosidad superficial Ra del rodillo de pasada de acabado superficial se mide como sigue. La rugosidad se mide en tres posiciones sobre la superficie del rodillo de pasada de acabado superficial en la dirección del ancho del rodillo con un rugosímetro portátil de tipo palpador, y se obtiene un valor promedio de las mismas.

[0075] Un tratamiento posterior aplicable a un material de acero revestido de esta divulgación se describe a continuación.

[0076] Sobre la capa de revestimiento de un material de acero revestido de esta divulgación se puede formar una película. La película puede constituirse con una sola capa, o dos o más capas. Ejemplos del tipo de la película directamente sobre la capa de revestimiento incluyen una película de cromato, una película de fosfato, y una película libre de cromato. Un tratamiento con cromato, un tratamiento con fosfato o un tratamiento libre de cromato para formar la película puede realizarse mediante un método conocido.

[0077] El tratamiento de cromato incluye un tratamiento electrolítico de cromato, mediante el cual se forma una película de cromato por electrólisis; un tratamiento reactivo con cromato,

mediante el cual se forma una película utilizando una reacción con un material, y luego se lava el exceso de solución de tratamiento; y un tratamiento de cromato de tipo pintura, mediante el cual se aplica una solución de tratamiento a un objeto y luego se seca sin lavar con agua para formar una película. Puede adoptarse cualquier tratamiento.

[0078] Ejemplos del tratamiento electrolítico con cromato incluyen los que utilizan ácido crómico, sol de sílice, una resina (como una resina acrílica, una resina de éster vinílico, una emulsión de acetato vinílico/acrílico, un látex de estireno butadieno carboxilado, una resina epoxi modificada con diisopropanolamina) o sílice dura.

[0079] Ejemplos del tratamiento de fosfato incluyen un tratamiento de fosfato de zinc, un tratamiento de fosfato cálcico de zinc y un tratamiento de fosfato de manganeso.

[0080] El tratamiento libre de cromato es especialmente preferible porque no supone una carga para el medio ambiente. El tratamiento libre de cromato incluye un tratamiento electrolítico libre de cromato, mediante el cual se forma una película libre de cromato por electrólisis; un tratamiento reactivo libre de cromato, mediante el cual se forma una película utilizando una reacción con un material, y luego se lava un exceso de solución de tratamiento; y un tratamiento libre de cromato tipo pintura, mediante el cual se aplica una solución de tratamiento a un objeto, y luego se seca sin lavar con agua para formar una película. Se puede adoptar cualquier tratamiento.

[0081] Además, una capa, o dos o más capas de una película de resina orgánica puede proporcionarse en la película directamente en la capa de revestimiento. No existe ninguna restricción particular sobre el tipo de resina orgánica, y ejemplos de ella incluyen una resina de poliéster, una resina de poliuretano, una resina epoxi, una resina acrílica y una resina de poliolefina, así como productos modificados de estas resinas. A este respecto, el producto modificado se refiere a una resina en la que un grupo funcional reactivo incluido en la estructura de estas resinas se hace reaccionar con otro compuesto (como un monómero o un agente reticulante) que tiene en su estructura un grupo funcional capaz de reaccionar con el grupo funcional anterior.

[0082] Como tal resina orgánica, puede utilizarse una clase, o una mezcla de dos o más clases de resinas orgánicas (sin modificar); o puede utilizarse un tipo, o una mezcla de dos o más tipos de resinas orgánicas obtenida modificando al menos un tipo de resina orgánica en presencia de al menos un tipo de otra resina orgánica. Además, la película de resina orgánica puede contener un pigmento de color opcional o un pigmento antioxidante. También puede utilizarse una forma de base acuosa preparada mediante disolución o dispersión en agua.

Ejemplos

[0083] (Ejemplos)

Con el objetivo de obtener una capa de revestimiento con una composición química mostrada en las Tablas 1 y 2, un lingote se fundió en un horno de fundición al vacío utilizando una cantidad predeterminada de lingote de metal puro, y entonces se preparó un baño de revestimiento en el aire. Para preparar la chapa de acero revestida se utilizó un simulador de revestimiento metálico por inmersión en caliente.

Como el material base de acero, se utilizó una chapa de acero laminada en caliente general (C concentración < 0.1%) con un espesor de chapa de 2.3 mm. Después que una superficie a ser revestida del acero base fue pulida con cepillo, el desengrasado y el decapado se realizaron inmediatamente antes de una etapa de revestimiento.

Adicionalmente, en algunos ejemplos, como el acero base, se utilizó un material de acero pre-revestido con Ni preparado aplicando pre-revestimiento de Ni a la chapa de acero laminada en caliente general con un espesor de chapa de 2,3 mm. La cantidad depositada de Ni se estableció desde 1 g/m² hasta 3 g/m². En este sentido, con respecto a un ejemplo en el cual un material de acero pre-revestido con Ni se utilizó como el acero base, un comentario de “pre-revestido de Ni” se introdujo en la columna de “Acero base” en las Tablas.

Se fijó una termocupla de contacto tipo K a una superficie posterior de la superficie a ser revestida del acero base con el objetivo de monitorizar la temperatura del producto de acero en un proceso de preparación de chapa de acero revestida.

[0084] En cualquier preparación de muestras, el mismo método de tratamiento de reducción se aplicó al acero base hasta un paso de inmersión en el baño de revestimiento. En otras palabras, el acero base se calentó desde la temperatura ambiente hasta 800°C mediante calentamiento eléctrico en un entorno de N₂-H₂ (5%) (punto de rocío de -40°C o menos, concentración de oxígeno de menos de 25 ppm), retenido allí durante 60 seg, enfriado a la temperatura del baño de revestimiento +10°C por insuflado de gas N₂, y entonces se sumerge inmediatamente en el baño de revestimiento.

En cualquiera de las chapas de acero revestidas, el tiempo de inmersión en el baño de revestimiento se estableció en el tiempo de la tabla. Se ajustó la presión de barrido del gas N₂ y se preparó una chapa de acero revestida tal que un espesor de revestimiento fue de 30 μm (±1 μm).

[0085] La temperatura de baño de revestimiento fue de 500°C. El tiempo de inmersión en el baño de revestimiento fue de 2 segundos.

El acero base fue retirado desde el baño de revestimiento, y entonces se sometió a un proceso de enfriamiento bajo las condiciones establecidas en la Tabla 1 o 2 con respecto a las siguientes velocidades de enfriamiento promedio en las etapas primera a tercera, como se detalla en la Tabla 1 o 2, para obtener una capa de revestimiento.

- Velocidad de enfriamiento promedio en primera etapa: Velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura de desde 450°C hasta 395°C

- Velocidad de enfriamiento promedio en segunda etapa: Velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura de desde 395°C hasta 340°C

- Velocidad de enfriamiento promedio en tercera etapa: Velocidad de enfriamiento promedio en el rango de temperatura de desde 340°C hasta 280°C

En el proceso de enfriamiento, el producto de acero se enfrió rociando gas N₂ sobre el producto de acero después de ser revestido. En este caso, el enfriamiento se realizó mientras se ajustaba una cantidad de rociado del gas N₂ a fin de alcanzar una velocidad de enfriamiento predeterminada en el rango de temperatura de arriba.

[0086] -Mediciones Varias-

A partir de una chapa de acero revestida obtenida se cortó una muestra. Los siguientes elementos se midieron según el método descrito anteriormente.

- Espesor de capa de revestimiento
- Espesor de capa de enriquecimiento de Mg
- Espesor de capa de aleación de Al-Fe (espesor de capa de aleación de Al-Ni-Fe, en un ejemplo en el cual una chapa de acero pre-revestida de Ni se utilizó como el acero base)
- Una relación de área total de cristales de Al, cristales de MgZn₂, y eutécticos ternarios de Zn/Al/MgZn₂ en la capa de aleación de Zn-Al-Mg (en las Tablas, referida como una relación de área de estructura específica)

[0087] -Resistencia a la corrosión-

A partir de una chapa de acero revestida obtenida se cortó una muestra. Luego, las muestras se colocaron verticalmente, y se realizaron 21 ciclos de un ensayo de corrosión en ciclo combinado (CCT) de acuerdo con el ensayo de aceleración de la corrosión (JASO M609-91). Luego de realizar el ensayo de corrosión, el caso en que la pérdida por corrosión fue de 20 g/m² o menos se evaluó como “A”, y el caso en que la pérdida por corrosión fue de mayor de 20 g/m² se evaluó como “NG”.

[0088] -Procesabilidad -

A partir de una chapa de acero revestida obtenida se cortó una muestra. Tras flexionar la muestra mediante 1 T, se exfolió una cinta de la porción procesada, y se evaluó una relación de área de la capa de revestimiento unido a la cinta. Una relación de área de la capa de revestimiento depositada de 5% o menos se evaluó como “A”, y una relación de área mayor de 5% se evaluó como “NG”.

[0089] -Resistencia a la decoloración-

A partir de una chapa de acero revestida obtenida se cortó una muestra. Luego, la

muestra se ubicó en un ángulo de 60° con respecto a la dirección horizontal en un medidor de humedad y temperatura constantes (KCL-2000 fabricado por EYELA) a 50°C y 80%RH, y se evaluó una diferencia de color ΔE luego de 3 días. Con respecto a la diferencia de color, antes y después del ensayo, el valor L, valor a*, y valor b* de la muestra en un método SCE (eliminación de la luz especular) se midieron con un colorímetro (CR-400 fabricado por Konica Minolta Optics), y la diferencia de color ΔE se investigó en 4 puntos para determinar un valor promedio de la misma.

Un caso en donde el valor promedio de las diferencias de color ΔE al cabo de tres días fue de 10 o menos se evaluó como “A”, y un caso en donde el valor promedio fue mayor de 10 se evaluó como “NG”.

[0090] Se listan Ejemplos en las Tablas 1 y 2.

[0091]

[Tabla 1-1]

Tabla 1-1

N.º	Clase	Acero base	Enfriamiento del enchapado			Laminación de pasada de acabado superficial	
			Velocidad de enfriamiento promedio en primera etapa	Velocidad de enfriamiento promedio en segunda etapa	Velocidad de enfriamiento promedio en tercera etapa	Rugosidad superficial Ra de rodillo	Fuerza de laminación
		-	(°C/s)	(°C/s)	(°C/s)	(μm)	(ton)
1	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
2	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
3	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
4	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
5	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
6	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
7	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
8	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
9	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
10	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
11	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
12	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
13	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
14	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
15	Ejemplo	-	9	2	15	3	300

16	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
17	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
18	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
19	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
20	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
21	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
22	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
23	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
24	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
25	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
26	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
27	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
28	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
29	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
30	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
31	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
32	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
33	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
34	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
35	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
36	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
37	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
38	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
39	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
40	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
41	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
42	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
43	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
44	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
45	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
46	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
47	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
48	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
49	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
50	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
51	Ejemplo	-	15	2	15	3	300

52	Ejemplo	-	9	3	15	3	300
53	Ejemplo	-	9	2	10	3	300
54	Ejemplo	-	9	2	20	3	300
55	Ejemplo	-	9	2	15	1	300
56	Ejemplo	-	9	2	15	5	300
57	Ejemplo	-	9	2	15	3	100
58	Ejemplo	-	9	2	15	3	500
59	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
60	Ejemplo	-	9	2	15	3	300
61	Ejemplo	Pre-Ni	9	2	15	3	300
62	Ejemplo	Pre-Ni	9	2	15	3	300
63	Ejemplo	Pre-Ni	9	2	15	3	300
64	Ejemplo	Pre-Ni	9	2	15	3	300

[0092]

[Tabla 1-2]

Tabla 1-2

N.º	Clase	Composición de la capa de revestimiento (% en masa)																	
		Zn	Al	Mg	Sn	Bi	In	Ca	Y	La	Ce	Si	Cr	Ti	Zr	Mo	W	Ag	P
1	Ejemplo	88.40	5.50	6.00	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	0.00	0.00
2	Ejemplo	88.32	5.50	6.00	0.08	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
3	Ejemplo	69.32	24.50	6.00	0.08	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
4	Ejemplo	76.32	20.00	3.50	0.08	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	67.82	20.00	12.00	0.08	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
6	Ejemplo	73.80	20.00	6.00	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
7	Ejemplo	73.50	20.00	6.00	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Ejemplo	73.70	20.00	6.00	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	0.00
9	Ejemplo	73.50	20.00	6.00	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Ejemplo	73.50	20.00	6.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Ejemplo	73.40	20.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Ejemplo	72.87	20.00	6.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Ejemplo	72.04	20.00	6.00	0.06	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Ejemplo	73.75	20.00	6.00	0.15	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
15	Ejemplo	73.62	20.00	6.00	0.30	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
16	Ejemplo	73.30	20.00	6.00	0.60	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
17	Ejemplo	72.90	20.00	6.00	1.00	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	0.00

54	Ejemplo	73.80	20.00	6.00	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
55	Ejemplo	73.80	20.00	6.00	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
56	Ejemplo	73.80	20.00	6.00	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
57	Ejemplo	73.80	20.00	6.00	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
58	Ejemplo	73.80	20.00	6.00	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
59	Ejemplo	73.80	20.00	6.00	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
60	Ejemplo	73.80	20.00	6.00	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
61	Ejemplo	73.76	20.00	6.00	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
62	Ejemplo	73.77	20.00	6.00	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
63	Ejemplo	73.76	20.00	6.00	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
64	Ejemplo	73.77	20.00	6.00	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

[0093]

[Tabla 1-3]

Tabla 1-3

N.º	Clase	Composición de la capa de revestimiento (% en masa)													
		Ni	Co	V	Nb	Cu	Mn	Li	Na	K	Fe	Sr	Sb	Pb	B
1	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
17	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
18	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
19	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

56	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
57	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
58	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
59	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
60	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
61	Ejemplo	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
62	Ejemplo	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
63	Ejemplo	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
64	Ejemplo	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

[0094]

[Tabla 1-4]

Tabla 1-4

N.º	Clase	Espesor de capa de revestimiento	Espesor de capa de enriquecimiento de Mg	espesor de capa de aleación de Al-Fe	Relación de área de estructura específica	Resistencia a la corrosión	Procesabilidad	Resistencia a la decoloración
		(µm)	(µm)	(µm)	(%)			
1	Ejemplo	20	5	1	99	A	A	A
2	Ejemplo	20	5	1	97	A	A	A
3	Ejemplo	20	5	1	97	A	A	A
4	Ejemplo	20	5	1	97	A	A	A
5	Ejemplo	20	5	1	98	A	A	A
6	Ejemplo	20	5	1	97	A	A	A
7	Ejemplo	20	5	1	95	A	A	A
8	Ejemplo	20	5	1	97	A	A	A
9	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
10	Ejemplo	20	5	1	95	A	A	A
11	Ejemplo	20	5	1	94	A	A	A
12	Ejemplo	20	5	1	92	A	A	A
13	Ejemplo	20	5	1	93	A	A	A
14	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
15	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
16	Ejemplo	20	5	1	95	A	A	A
17	Ejemplo	20	5	1	94	A	A	A
18	Ejemplo	20	5	1	94	A	A	A
19	Ejemplo	20	5	1	92	A	A	A

20	Ejemplo	20	5	1	93	A	A	A
21	Ejemplo	20	5	1	95	A	A	A
22	Ejemplo	20	5	1	93	A	A	A
23	Ejemplo	20	5	1	92	A	A	A
24	Ejemplo	20	5	1	90	A	A	A
25	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
26	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
27	Ejemplo	20	5	1	95	A	A	A
28	Ejemplo	20	5	1	91	A	A	A
29	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
30	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
31	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
32	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
33	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
34	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
35	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
36	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
37	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
38	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
39	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
40	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
41	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
42	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
43	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
44	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
45	Ejemplo	20	5	5	97	A	A	A
46	Ejemplo	20	5	4	97	A	A	A
47	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
48	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
49	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
50	Ejemplo	20	5	1	96	A	A	A
51	Ejemplo	20	0.8	1	97	A	A	A
52	Ejemplo	20	4	1	97	A	A	A
53	Ejemplo	20	4	1	97	A	A	A
54	Ejemplo	20	2	1	97	A	A	A
55	Ejemplo	20	1.5	1	97	A	A	A

56	Ejemplo	20	6	1	97	A	A	A
57	Ejemplo	20	6	1	97	A	A	A
58	Ejemplo	20	2	1	97	A	A	A
59	Ejemplo	50	5	1	97	A	A	A
60	Ejemplo	10	5	1	97	A	A	A
61	Ejemplo	30	5	1	97	A	A	A
62	Ejemplo	10	5	1	97	A	A	A
63	Ejemplo	20	5	1	97	A	A	A
64	Ejemplo	20	5	1	97	A	A	A

[0095]

[Tabla 2-1]

Tabla 2-1

N.º	Clase	Acero base	Enfriamiento del enchapado			Laminación de pasada de acabado superficial	
			Velocidad de enfriamiento promedio en primera etapa	Velocidad de enfriamiento promedio en segunda etapa	Velocidad de enfriamiento promedio en tercera etapa	Rugosidad superficial Ra de rodillo	Fuerza de laminación
			(°C/s)	(°C/s)	(°C/s)	(µm)	(ton)
65	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
66	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
67	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
68	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
69	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
70	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
71	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
72	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
73	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
74	Ejemplo	-	9	2	15	3	300

	Comparativo						
75	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
76	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
77	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
78	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
79	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
80	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
81	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
82	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
83	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
84	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
85	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
86	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
87	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
88	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
89	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
90	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
91	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
92	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
93	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
94	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300

95	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
96	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
97	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
98	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300
99	Ejemplo Comparativo	-	<u>18</u>	2	15	3	300
100	Ejemplo Comparativo	-	9	<u>5</u>	15	3	300
101	Ejemplo Comparativo	-	9	2	<u>25</u>	3	300
102	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	<u>8</u>	300
103	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	<u>0.5</u>	300
104	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	<u>50</u>
105	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	<u>700</u>
106	Ejemplo Comparativo	-	9	2	<u>7</u>	3	300
107	Ejemplo Comparativo	-	9	2	15	3	300

[0096]

[Tabla 2-2]

Tabla 2-2

N.º	Clase	Composición de la capa de revestimiento (% en masa)																	
		Zn	Al	Mg	Sn	Bi	In	Ca	Y	La	Ce	Si	Cr	Ti	Zr	Mo	W	Ag	P
65	Ejemplo Comparativo	<u>63.90</u>	24.00	12.00	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	0.00	0.00
66	Ejemplo Comparativo	89.40	<u>4.50</u>	6.00	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	0.00	0.00
67	Ejemplo Comparativo	67.90	<u>26.00</u>	6.00	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	0.00	0.00
68	Ejemplo	77.40	20.00	<u>2.50</u>	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	0.00

	Comparativo																	
69	Ejemplo Comparativo	66.90	20.00	<u>13.00</u>	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
70	Ejemplo Comparativo	70.40	20.00	6.00	<u>3.50</u>	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
71	Ejemplo Comparativo	68.82	20.00	6.00	0.08	<u>5.00</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
72	Ejemplo Comparativo	71.82	20.00	6.00	0.08	0.00	<u>2.00</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
73	Ejemplo Comparativo	70.32	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	<u>3.50</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74	Ejemplo Comparativo	73.22	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	<u>0.60</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75	Ejemplo Comparativo	73.22	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.60</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
76	Ejemplo Comparativo	73.22	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.60</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
77	Ejemplo Comparativo	71.12	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>2.70</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
78	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
79	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00	0.00
80	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00
81	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00
82	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00
83	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>
84	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>
85	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	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
86	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	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
87	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	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
88	Ejemplo Comparativo	73.52	20.00	6.00	0.08	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

Tabla 2-3

N.º	Clase	Composición de la capa de revestimiento (% en masa)													
		Ni	Co	V	Nb	Cu	Mn	Li	Na	K	Fe	Sr	Sb	Pb	B
65	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
66	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
67	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
68	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
69	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
70	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
71	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
72	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
73	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
74	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
75	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
76	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
77	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
78	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
79	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
80	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
81	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
82	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
83	Ejemplo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

	Comparativo														
84	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
85	Ejemplo Comparativo	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
86	Ejemplo Comparativo	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
87	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
88	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
89	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
90	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
91	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
92	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
93	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.30</u>	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
94	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>7.00</u>	0.00	0.00	0.00	0.00
95	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.60</u>	0.00	0.00	0.00
96	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.60</u>	0.00	0.00
97	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.60</u>	0.00
98	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	<u>0.60</u>
99	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
100	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
101	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
102	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
103	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

104	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
105	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
106	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
107	Ejemplo Comparativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

[0098]

[Tabla 2-4]

Tabla 2-4

N.º	Clase	Espesor de capa de revestimiento	Espesor de capa de enriquecimiento de Mg	espesor de capa de aleación de Al-Fe	Relación de área de estructura específica	Resistencia a la corrosión	Procesabilidad	Resistencia a la decoloración
		(µm)	(µm)	(µm)	(%)			
65	Ejemplo Comparativo	20	5	1	92	NG	A	A
66	Ejemplo Comparativo	20	5	1	60	NG	NG	A
67	Ejemplo Comparativo	20	5	1	97	NG	A	A
68	Ejemplo Comparativo	20	0	1	91	NG	A	A
69	Ejemplo Comparativo	20	5	1	96	A	NG	A
70	Ejemplo Comparativo	20	5	1	89	NG	A	NG
71	Ejemplo Comparativo	20	5	1	88	NG	A	A
72	Ejemplo Comparativo	20	5	1	92	NG	A	A
73	Ejemplo Comparativo	20	5	1	89	NG	NG	A
74	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
75	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
76	Ejemplo	20	5	1	94	NG	A	A

	Comparativo							
77	Ejemplo Comparativo	20	5	1	87	NG	NG	A
78	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
79	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
80	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
81	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
82	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
83	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
84	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
85	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
86	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
87	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
88	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
89	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
90	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
91	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
92	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
93	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
94	Ejemplo Comparativo	20	5	8	94	NG	NG	A
95	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
96	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A

97	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
98	Ejemplo Comparativo	20	5	1	94	NG	A	A
99	Ejemplo Comparativo	20	0	1	97	NG	A	A
100	Ejemplo Comparativo	20	0.5	1	97	NG	A	A
101	Ejemplo Comparativo	20	0	1	97	NG	A	A
102	Ejemplo Comparativo	20	11	1	97	A	A	NG
103	Ejemplo Comparativo	-	-	-	97	NG	A	NG
104	Ejemplo Comparativo	20	0.3	1	97	NG	A	A
105	Ejemplo Comparativo	20	0.6	1	97	NG	A	A
106	Ejemplo Comparativo	20	0.6	1	97	NG	A	A
107	Ejemplo Comparativo	20	0.8	1	55	NG	A	A

[0099] A partir de los resultados anteriores, los ejemplos correspondientes a un material de acero revestido de la divulgación exhiben más excelente resistencia a la corrosión en comparación con los Ejemplos Comparativos, incluso en una región costera en la que la cantidad de cloruros atmosféricos es grande y el entorno de corrosión es severo. Adicionalmente, también se puede observar que la procesabilidad y la resistencia a la decoloración son excelentes.

[0100] En el Ensayo N.º 103, ya que no se podía realizar un laminado uniforme y la variación de aspecto fue grande, no se midió el espesor de diversas capas de revestimiento.

[0101] Las realizaciones preferidas de la divulgación se han descrito en detalle con referencia a las figuras adjuntas, pero la divulgación no se limita a tales ejemplos. Resultará obvio para aquellos expertos en la técnica a la que pertenece esta divulgación pueden concebir diversos cambios o modificaciones dentro del alcance del concepto técnico descrito en las reivindicaciones. Resulta obviamente entendible que esos cambios o modificaciones también caen dentro del alcance técnico de la divulgación.

[0102] La divulgación completa de la Solicitud de Patente Japonesa N.º 2022-138732 se

incorpora aquí como referencia.

Toda la literatura, solicitud de patente, normas técnicas citadas aquí se incorporan también aquí en la misma medida prevista específicamente y con independencia respecto a una literatura individual, solicitud de patente y norma técnica en el sentido de que se consideren incorporados por referencia.