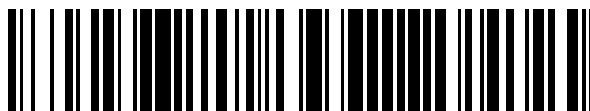


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 957**

51 Int. Cl.:

C23C 2/26	(2006.01)	C23C 22/78	(2006.01)
C22C 18/00	(2006.01)	C23C 22/42	(2006.01)
C22C 18/04	(2006.01)		
C23C 2/06	(2006.01)		
C23C 22/08	(2006.01)		
C23C 22/24	(2006.01)		
C23C 22/36	(2006.01)		
C23C 2/40	(2006.01)		
C23C 2/28	(2006.01)		
C23C 22/68	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.03.2013 PCT/JP2013/001312**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.06.2014 WO14083713**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2013 E 13859545 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2927344**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente**

30 Prioridad:

27.11.2012 JP 2012258582
04.02.2013 JP 2013019275

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.04.2018

73 Titular/es:

NISSHIN STEEL CO., LTD. (100.0%)
3-4-1 Marunouchi Chiyoda-ku
Tokyo 100-8366, JP

72 Inventor/es:

SHIMIZU, ATSUO;
MATSUNO, MASANORI;
YAMAMOTO, MASAYA y
TAKETSU, HIROFUMI

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 663 957 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

Procedimiento de fabricación de chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para producir una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente que presenta excelente resistencia al ennegrecimiento.

Técnica anterior

10 Las chapas de acero revestidas conocidas que exhiben excelente resistencia a la corrosión incluyen chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente que presentan cada una capa de revestimiento con aleación de Zn por inmersión en caliente que contiene Al y Mg formados sobre una superficie de una chapa de acero de base. La capa de revestimiento de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente presenta una composición de, por ejemplo, de un 4,0 a un 15,0 % en masa de Al, de un 1,0 a un 4,0 % en masa de Mg, de un 0,002 a un 0,1 % en masa de Ti, de un 0,001 a un 0,045 % en masa de B con el resto de Zn e impurezas inevitables. Dicha chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente tiene una capa de revestimiento formada por una estructura metálica en la cual están presentes tanto una [fase de Al de cristal primario] como una [fase individual de Zn] en una matriz de una [estructura eutéctica ternaria Al/Zn/Zn₂Mg] y muestra resistencia a la corrosión y aspecto superficial suficientemente buenos como producto industrial.

15 La chapa de acero revestida de aleación Zn por inmersión en caliente se puede producir de forma continua por medio del procedimiento siguiente. En primer lugar, se sumerge una chapa de acero de base (fleje de acero) que se ha pasado a través de un horno en un baño de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente que contiene Al y Mg, y posteriormente, se ajusta la cantidad de metal fundido que reviste la superficie de la chapa de metal de base a una cantidad predeterminada, por ejemplo, haciendo pasar la chapa de acero de base a través de un aparato de limpieza con gas. Posteriormente, se hace pasar el fleje de acero revestida con la cantidad predeterminada de metal fundido a través de un enfriador con chorro de aire y una región de enfriamiento de vapor, de manera que se pueda enfriar el metal fundido para formar una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente. Además, el fleje de acero que tiene la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente sobre el mismo se hace pasar a través de una zona de enfriamiento con agua para que entre en contacto con el agua de enfriamiento, de manera que se obtenga la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente.

20 En la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente producida de este modo, sin embargo, la superficie de la capa de revestimiento se ennegrece de forma parcial con el tiempo en algunos casos. El ennegrecimiento de la superficie de la capa de revestimiento tiene lugar de 2 a 3 días después de la producción como mucho, y puede tener lugar de 4 a 7 días después de la producción dependiendo de las condiciones de producción. Por lo tanto, se estropea el aspecto de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente.

25 Como procedimiento para evitar el ennegrecimiento, se ha propuesto un procedimiento en el que se ajusta la temperatura superficial de la capa de revestimiento en una zona de enfriamiento con agua (véase, por ejemplo, PTL 1). De acuerdo con la invención divulgada en PTL 1, se evita el ennegrecimiento de la superficie de la capa de revestimiento fijando la temperatura de superficie de la capa de revestimiento en menos de 105 °C, cuando entra en contacto la capa de revestimiento con el agua de enfriamiento en una zona de enfriamiento con agua. En lugar de fijar la temperatura de superficie de la capa de revestimiento en menos de 105 °C, el ennegrecimiento de la superficie de la capa de revestimiento también se puede evitar mediante adición de un elemento fácilmente oxidable (elemento de las tierras raras, Y, Zr o Si) a un baño de revestimiento y fijando la temperatura superficial de la capa de revestimiento en 105 a 300 °C.

30 De acuerdo con la divulgación de PTL 2, se describe un procedimiento para producir una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente, que incluye: formar una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente de una chapa de acero de sustrato; y pulverizar un sol de óxido metálico o sol de sílice o una mezcla de ambos en una superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente cuando la temperatura de la superficie es mayor de 100 °C o más. De acuerdo con el documento, el componente acuoso del sol se evapora de forma instantánea y los óxidos de dispersan sobre la superficie de la capa de revestimiento, formando de este modo una película de óxido dura y químicamente estabilizada (revestimiento de conversión química) sobre la superficie de la capa de revestimiento. La película dura de óxido permanece sobre la superficie y sirve de barrera.

Listado de citas

Referencia de patentes

55 PTL 1
Solicitud de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N.º 2002-226958

PTL2

Solicitud de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N.º JP S64-011983 A

Sumario de la invención

Problema técnico

5 En la invención divulgada por PTL 1, debido a que resulta necesario enfriar la superficie de la capa de revestimiento hasta una temperatura predeterminada antes de hacerla pasar a través de la zona de enfriamiento de agua, en algunos casos la producción de chapas de acero revestidas de aleación de Zn por inmersión en caliente se ve restringida. Por ejemplo, cuando se produce una chapa de acero revestida gruesa, es necesario enfriarla hasta una temperatura predeterminada con una tasa de alimentación menor de la chapa de acero revestida, lo cual rebaja inevitablemente la productividad. Además, cuando se añade un elemento fácilmente oxidable al baño de revestimiento, el elemento fácilmente oxidable forma, de manera sencilla, una escoria, y resulta problemático controlar la concentración del elemento fácilmente oxidable, lo cual complica de manera desventajosa el procedimiento de producción.

10 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para producir una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente, que evita de forma sencilla el ennegrecimiento de una superficie de una capa de revestimiento sin rebajar la productividad y sin llevar a cabo un control complicado de los componentes del baño de revestimiento.

Solución al problema

20 Los presentes inventores han descubierto que el problema anteriormente mencionado se puede solucionar por medio de adición de una concentración predeterminada de un ión poliatómico predeterminado al agua de enfriamiento para que entre en contacto con una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente una vez que se forma la capa de revestimiento, y se han llevado a cabo muchos exámenes posteriores para lograr la presente invención.

25 Específicamente, la presente invención se refiere a procedimientos para producir una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente como se define en las reivindicaciones 1 y 2. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones 3-6.

Efectos ventajosos de la invención

30 De acuerdo con la presente invención, se puede producir de forma sencilla una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente que tienen excelente resistencia al ennegrecimiento, con elevada productividad.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1A y 1B ilustran ejemplos de un procedimiento para el contacto de una disolución acuosa de enfriamiento con una superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente;

35 Las Figuras 2A y 2B son diagramas de perfiles de intensidad de energía de enlace químico correspondiente a los orbitales 2p de Zn, obtenido cuando se enfría una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente usando agua como agua de enfriamiento con una película de agua que se forma de manera temporal;

Las Figuras 3A y 3B son diagramas de perfiles de intensidad de energía de enlace químico que corresponde a orbitales 2p de Al cuando se enfría una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente mediante el uso de agua de enfriamiento con una película de agua formada de manera temporal;

40 Las Figuras 4A y 4B son diagramas de perfiles de intensidad de energía de enlace químico que corresponden a orbitales 2p de Mg cuando se enfría una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente mediante el uso de agua como agua de enfriamiento con la formación temporal de una película de agua;

La Figura 5 es un diagrama de perfil de intensidad de energía de enlace químico que corresponde a orbitales 2p de Zn cuando se enfría una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente mediante el uso de agua como agua de enfriamiento sin la formación de una película de agua;

45 La Figura 6 es un diagrama de perfil de intensidad de energía de enlace químico que corresponde a orbitales 2p de Zn cuando se enfría una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente mediante el uso de una disolución acuosa de enfriamiento que contiene V^{5+} con la formación temporal de una película de agua; y

50 La Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra la estructura de una parte de una línea de producción para chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente.

Descripción de las realizaciones

Un procedimiento de producción de una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente (en lo sucesivo se puede denominar de forma simple "chapa de acero revestida") de la presente invención incluye: (1) una primera etapa de formación de una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente (en lo sucesivo se puede denominar simplemente "capa de revestimiento") sobre una superficie de una chapa de acero de

base; y (2) una segunda etapa de contacto de una disolución acuosa de enfriamiento que contiene un ión poliatómico con una superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente. Unas características del procedimiento de producción de la presente invención es que se puede evitar el ennegrecimiento de una capa de aleación de Zn por inmersión en caliente por medio del contacto, tras la formación de la capa de revestimiento, de una disolución acuosa de enfriamiento predeterminada con la superficie de la capa de revestimiento.

(1) Primera etapa

En la primera etapa, se sumerge una chapa de acero de base en un baño de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente que contiene Al y Mg, para formar una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente sobre una superficie de chapa de acero de base.

[Chapa de acero de base]

El tipo de chapa de acero de base no está especialmente limitado. Como chapa de acero de base, por ejemplo, se puede usar una chapa de acero formado por acero de bajo contenido en carbono, acero de contenido medio de carbono, acero de alto contenido en carbono, acero de aleación o similar. Cuando se requiere una buena aptitud de conformación en prensa, se usa de manera apropiada, como chapa de acero de base, una chapa de acero para trefilado intenso de acero de bajo contenido en carbono con adición de Ti, acero de bajo contenido en carbono con adición de Nb o similar. Como alternativa, se puede usar una chapa de acero de elevada resistencia que contienen P, Si, Mn o similar.

[Formación de la Capa de revestimiento]

En primer lugar, se sumerge la chapa de acero de base en un baño de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente que contiene Al y Mg y se emplea limpieza con gas o similar de forma que una cantidad predeterminada de metal fundido reviste la superficie de la chapa de acero de base.

El baño de revestimiento puede tener una composición de, por ejemplo, de un 1,0 a un 22,0 % en masa de Al y de un 0,1 a un 10,0 % en masa de Mg, siendo el resto de Zn e impurezas inevitables. El baño de revestimiento puede contener de forma adicional de un 0,001 a un 2,0 % en masa de Si. El baño de revestimiento puede contener aún de un 0,001 a un 0,1 % en masa de Ti y de un 0,001 a un 0,045 % en masa de B. Como se describe en PTL 1, se puede evitar el ennegrecimiento de la capa de revestimiento por medio de adición de Si, pero cuando se emplea el procedimiento de producción de la presente invención para producir una chapa de acero revestida, se puede evitar el ennegrecimiento de la capa de revestimiento incluso sin la adición de Si.

Posteriormente, el metal fundido que reviste la superficie de la chapa de acero de base se enfría y se solidifica, y de este modo, se puede producir una chapa de acero revestida que tiene, sobre la superficie de la chapa de acero de base, una capa de revestimiento de sustancialmente la misma composición que el baño de revestimiento de revestimiento.

La capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente que tiene la composición anteriormente mencionada incluye una [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg]. Cuando se observa un corte transversal de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente, se descubre que las respectivas fases de Al, Zn y Zn₂Mg se distribuyen de forma lamelar fina en la [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg]. Incluso cuando la [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg] aparece sobre la superficie de la capa de revestimiento, las respectivas fases de Al, Zn y Zn₂Mg se distribuyen de forma fina.

Aunque no se ilustra de forma especial, la relación de área ocupada por la [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg] en el corte transversal observado depende de la composición de revestimiento. En un sistema ternario de Zn-Al-Mg, la composición que contiene aproximadamente un 4 % en masa de Al y un 3 % en masa de Mg con el resto de Zn, sería una composición eutéctica. Por lo tanto, cuando la composición de revestimiento se encuentra próxima a la composición eutéctica ternaria, la [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg] representa aproximadamente un 80 % del área del corte transversal, y de este modo la [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg] es una fase que tiene la mayor relación de área en el corte transversal de la capa de revestimiento. Debido a que la composición de la capa de revestimiento se desvía más de la composición eutéctica ternaria, sin embargo, la relación de área de la [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg] se reduce, y una fase diferente de la [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg] puede tener la relación de área más grande.

La capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente que tiene la composición anteriormente mencionada puede incluir, además de la [estructura eutéctica ternaria de Al/Zn/Zn₂Mg], una fase de Al, una fase de Zn, o una fase de Zn₂Mg como cristal principal, dependiendo de la composición de revestimiento, o puede incluir una fase de Mg₂Si si la composición de revestimiento contiene Si.

También se forma una película de óxido que contiene Al, Zn y Mg sobre la superficie de la capa de revestimiento. Cuando el baño de revestimiento contiene una cantidad predeterminada de Si, puede estar presente Si en la película

de óxido.

La cantidad de revestimiento de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente no está especialmente limitada. La cantidad de revestimiento de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente es, por ejemplo, de aproximadamente 60 a 500 g/m².

5 (2) Segunda Etapa

En la segunda etapa, se pone en contacto una disolución acuosa que contiene un ión poliatómico predeterminado (es decir, disolución acuosa de enfriamiento) con la superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente. Desde el punto de vista de productividad, se lleva a cabo la segunda etapa como etapa de enfriamiento con agua (enfriamiento de agua). En este caso, la temperatura de contacto de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente cuando se pone en contacto la disolución acuosa de enfriamiento con la superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente es de 100 °C o más, y aproximadamente igual o menor que el punto de solidificación de la capa de revestimiento.

El ion poliatómico presente en la disolución acuosa de enfriamiento se escoge entre el grupo que consiste en un ion poliatómico que incluye V⁵⁺, un ion poliatómico que incluye Si⁴⁺, y un ion poliatómico que incluye Cr⁶⁺. Estos iones poliatómicos pueden evitar el ennegrecimiento de la superficie de la capa de revestimiento. Estos iones poliatómicos pueden estar solos o en combinación.

Un procedimiento de preparación de la disolución acuosa de enfriamiento que contiene el ion poliatómico no está especialmente limitado. Cuando se prepara una disolución acuosa de enfriamiento que contiene, por ejemplo, un ion poliatómico que incluye V⁵⁺, se disuelven en agua (disolvente) un compuesto predeterminado (un compuesto de V, un compuesto de Si o un compuesto de Cr; también denominado a continuación "aditivo"), y un promotor de disolución si fuese necesario. Los ejemplos preferidos del compuesto de V incluyen acetilacetona vanadilo, acetilacetato de vanadio, oxisulfato de vanadio, pentóxido de vanadio y vanadato de amonio. Los ejemplos preferidos de compuesto de Si incluyen silicato de sodio. Los ejemplos preferidos del compuesto de Cr incluyen cromato de amonio y cromato de potasio.

La concentración del ion poliatómico que incluye V⁵⁺, el ion poliatómico que incluye Si⁴⁺, o el ion poliatómico que incluye Cr⁶⁺, es preferentemente de 0,01 g/l o más en términos de V, Si o Cr. Cuando se usan dos o más compuestos en combinación, la concentración total en términos de V, Si y Cr puede ser de 0,01 g/l o más. Cuando la concentración de dicho ion poliatómico es menor de 0,01 g/l en términos de V, Si o Cr, el ennegrecimiento de la superficie de la capa revestida no se puede evitar de forma suficiente.

Cuando se mezcla un promotor de disolución, la cantidad de promotor de disolución a mezclar no está especialmente limitada. Se puede mezclar el promotor de disolución, por ejemplo, en 90 a 130 partes en masa, basado en 100 partes en masa del aditivo. Cuando la cantidad del promotor de disolución es demasiado pequeña, el aditivo no se puede disolver de forma suficiente. Por otra parte, cuando la cantidad del promotor de disolución es demasiado grande, se satura su efecto de promoción, lo cual resulta desventajoso en cuanto a costes.

Los ejemplos de promotor de disolución incluyen 2-aminoetanol, hidróxido de tetraetil amonio, etilen diamina, 2,2'-iminodietanol y 1-amino-2-propanol.

Un procedimiento de contacto de la disolución acuosa de enfriamiento con la superficie de una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente no está especialmente limitado. Los ejemplos del procedimiento para el contacto de la disolución acuosa de enfriamiento con la superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente incluyen pulverización e inmersión.

Las Figuras 1A y 1B ilustran ejemplos de un procedimiento para el contacto de una disolución acuosa de enfriamiento con una superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente. La Figuras 1A ilustra un ejemplo de un procedimiento para el contacto de una disolución acuosa de enfriamiento con una superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por medio de pulverización. La Figura 1B ilustra un ejemplo de un procedimiento para el contacto de una disolución acuosa de enfriamiento con una superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por medio del procedimiento de inmersión.

Tal y como se ilustra en la Figura 1A, el aparato de enfriamiento 100 usado para el enfriamiento por pulverización de agua incluye una pluralidad de boquilla de pulverización 110, rodillos de escurrido 120 dispuestos aguas abajo de la boquillas de pulverización 110 con respecto a la dirección de alimentación del fleje de acero S, y el alojamiento 130 que cubre estos componentes. Las boquillas de pulverización 110 están dispuestas para mirar a ambos lados del fleje de acero S. En el alojamiento 130, se enfría el fleje de acero S con agua de enfriamiento proporcionada a partir de las boquillas de pulverización 110 en una cantidad suficiente para formar temporalmente una película de agua sobre la superficie de la capa de revestimiento. A continuación, se retira el agua de enfriamiento por medio de los rodillos de escurrido 120.

Como alternativa, tal y como se ilustra en la Figura 1B, el aparato de enfriamiento 200 usado en el procedimiento de inmersión incluye el tanque de inmersión 210 que almacena agua de enfriamiento en su interior, el rodillo de

inmersión 220 dispuesto en el tanque de inmersión 210 y los rodillos de escurrido 230 dispuestos sobre el lado de aguas abajo desde el rodillo de inmersión 220 a lo largo de la dirección de alimentación del fleje de acero S, para retirar el agua de enfriamiento en exceso que reviste el fleje de acero S. El fleje de acero S se sumerge en un tanque de inmersión 210, y posteriormente se extrae en sentido ascendente, produciéndose una modificación en su dirección de alimentación por medio de rotación del rodillo de inmersión 220, al tiempo que está en contacto con el agua de enfriamiento, y posteriormente se retira el agua de enfriamiento por medio de los rodillos de escurrido 230.

El motivo por el cual se puede evitar el ennegrecimiento que aparece en parte de la superficie de una capa de revestimiento de una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente por medio del procedimiento de producción de la presente invención, sigue siendo incierto. Ahora, se describe un supuesto mecanismo de ennegrecimiento de una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente, y posteriormente, se describe un supuesto mecanismo de eliminación del ennegrecimiento por medio del procedimiento de producción de la presente invención. El mecanismo de eliminación del ennegrecimiento no está, sin embargo, limitado a la siguiente consideración.

(Mecanismo de Ennegrecimiento)

En primer lugar, se describe el modo en el que los presentes inventores llegan al supuesto mecanismo de ennegrecimiento y al supuesto mecanismo de eliminación de ennegrecimiento de la superficie de la capa de revestimiento. Los presentes inventores produjeron una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente como se muestra a continuación: Se formó una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente que tenía una composición de revestimiento de un 6 % en masa de Al, un 3 % en masa de Mg, un 0,024 % en masa de Si, un 0,05 % en masa de Ti, un 0,003 % en masa de B con el resto de Z, sobre una superficie de una chapa de acero de base, y se enfría la chapa de acero resultante haciéndola pasar a través de una zona de enfriamiento de agua por pulverización, produciéndose la formación temporal de una película de agua de enfriamiento (agua de fabricación; pH 7,6, 20 °C) sobre la misma. Por "formación temporal de una película de agua" se entiende un estado en el que la película de agua en contacto con la superficie de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente se puede observar visualmente durante 1 segundo o más. En este caso, se estimó que la temperatura de la superficie de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente obtenida inmediatamente antes de la formación de la película de agua de enfriamiento fue de aproximadamente 160 °C.

Se almacenó la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente durante 1 semana en un espacio (a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa de 60 %). Tras 1 semana de almacenamiento, se observó visualmente la superficie de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente y se descubrió que había partes oscuras (partes ennegrecidas) menos brillantes que las partes circundantes sobre la superficie de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente.

Además, se analizaron los estados de enlace químico de Zn, Al y Mg por medio de análisis de XPS (Espectroscopia de Fotoelectrones de rayos-X) en treinta posiciones seleccionadas aleatoriamente, en una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente inmediatamente después de la producción. A continuación, se almacenó la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente analizada durante 1 semana en un espacio (a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa de 60 %). Tras 1 semana de almacenamiento, se observó visualmente la superficie de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente, dando como resultado la apreciación de partes oscuras (partes ennegrecidas) que se habían formado en algunas zonas de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente. Por lo tanto, se compararon una parte que presenta una parte negro (parte ennegrecida) formada sobre la misma y una parte que no tiene una parte negro formada sobre la misma (una parte normal) en cuando a los resultados de análisis de XPS, llevado a cabo inmediatamente después de la producción de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente.

Las Figuras 2A, 2B, 3A, 3B, 4A y 4B son gráficos que ilustran los resultados del análisis XPS llevado a cabo en partes normales y ennegrecidas inmediatamente después de la producción de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente. La Figura 2A ilustra un perfil de intensidad, en una parte normal, de la energía de enlace químico que corresponde a los orbitales 2p de Zn. La Figura 2B ilustra un perfil de intensidad, en una parte ennegrecida, de la energía de enlace químico que corresponde a los orbitales 2p de Zn. La Figura 3A ilustra un perfil de intensidad, en una parte normal, de la energía de enlace químico que corresponde a los orbitales 2p de Al. La Figura 3B ilustra un perfil de intensidad, en una parte ennegrecida, de la energía de enlace químico que corresponde a los orbitales 2p de Al. La Figura 4A ilustra un perfil de intensidad, en una parte normal, de la energía de enlace químico que corresponde a los orbitales 2p de Mg. La Figura 4B ilustra un perfil de intensidad, en una parte ennegrecida, de la energía de enlace químico que corresponde a los orbitales 2p de Mg.

Tal y como se ilustra en la Figura 2A, en el análisis de Zn en la parte normal, se observaron un pico asignado al Zn metálico a la energía de enlace de aproximadamente 1.020 eV y un pico asignado a Zn(OH)₂ a una energía de enlace de aproximadamente 1.022 eV que tenía una intensidad menor que el pico asignado al Zn metálico. Se comprende, a partir del análisis de los resultados, que Zn está presente en la parte normal no solo en forma pura (Zn metálico) sino también en forma de hidróxido (Zn(OH)₂). Se comprende que, sobre la base de una relación de

intensidad entre Zn y Zn(OH)₂, Zn está presente en una cantidad mayor que Zn(OH)₂ en la parte normal.

Como se ilustra en la Figura 2B, también en el análisis de Zn en la parte ennegrecida, se observaron un pico asignado al Zn metálico a la energía de enlace de aproximadamente 1.020 eV y un pico asignado a Zn(OH)₂ a una energía de enlace de aproximadamente 1.022 eV que tenía una intensidad mayor que el pico asignado al Zn metálico. Se comprende a partir de los resultados de análisis que Zn está presente en la parte ennegrecida no solo en forma pura (Zn metálico) sino también como hidróxido (Zn(OH)₂) como con la parte normal. Se comprende que, sobre la base de la relación de intensidad entre Zn y Zn(OH)₂, que Zn(OH)₂ está presente en una cantidad mayor que Zn en la parte ennegrecida.

Tal como se ilustra en las Figuras 3A y 3B, en el análisis de Al en la parte normal y en la parte ennegrecida, se observaron un pico asignado al Al metálico a la energía de enlace de aproximadamente 72 eV y un pico asignado a Al₂O₃ a una energía de enlace de aproximadamente 74 eV que tenía una intensidad menor que el pico asignado al Al metálico en cualquier parte. Se comprende a partir de los resultados de análisis que Al está presente tanto en las partes normales como en las ennegrecidas no solo en forma pura (Al metálico) sino también en forma de óxido (Al₂O₃). En cualquiera de las partes normal o ennegrecida, está presente Al₂O₃ en una cantidad mayor que Al, y la relación entre Al y Al₂O₃ no es muy diferente entre la parte normal y la parte ennegrecida.

Tal como se ilustra en las Figuras 4A y 4B, en el análisis de Mg en la parte normal y en la parte ennegrecida, se observaron picos asignados respectivamente a Mg metálico, Mg(OH)₂ y MgO a la energía de enlace de aproximadamente 49 a 50 eV. Se comprende a partir de los resultados de análisis que Mg está presente en las partes normal y ennegrecida en forma de Mg metálico, óxido (MgO) e hidróxido (Mg(OH)₂). La relación entre Mg metálico, Mg(OH)₂, y MgO no fue muy diferente entre la parte normal y la parte ennegrecida.

Los resultados anteriores sugieren que el estado de unión de Zn afecta a la formación de la parte ennegrecida, y que una posible causa de la parte ennegrecida es un aumento de la relación de Zn(OH)₂.

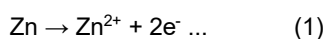
Posteriormente, los presentes inventores produjeron una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente por medio de contacto de agua de fabricación (agua de enfriamiento) con una superficie de una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente sin que tenga lugar la formación de una película de agua mediante el uso de un aparato de enfriamiento por vapor. Se almacenó la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente durante 1 semana en un espacio (a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa de 60 %). A continuación, se observó visualmente la superficie de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente almacenada de este modo durante 1 semana, dando como resultado el descubrimiento de que la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente tenía un brillo superficie uniforme, y no tuvo lugar la formación de ninguna parte oscura (parte ennegrecida). Además, el grado de brillantez de la superficie de la capa de revestimiento fue sustancialmente igual al de la parte normal de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente producida con una película de agua formada con carácter temporal.

A continuación, se analizó la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente por medio de análisis XPS inmediatamente después de la producción sin formación de una película de agua. La Figura 5 ilustra un perfil de intensidad de energía de unión química que corresponde a los orbitales 2p de Zn. Se omiten los perfiles de intensidad de Al y Mg. Como se ilustra en la FIG. 5, también en el caso en el que se produce el contacto sin formación de película de agua, se observaron un pico asignado al Zn metálico a la energía de enlace de aproximadamente 1.020 eV y un pico asignado a Zn(OH)₂ a una energía de enlace de aproximadamente 1.022 eV. Se comprende que, basándose en la relación de intensidad entre Zn y Zn(OH)₂, que Zn está presente en una cantidad mayor que Zn(OH)₂. Sobre la base de este descubrimiento, se supone que la formación de Zn(OH)₂ no se ve favorecida, incluso cuando el agua de enfriamiento entra en contacto con la capa de revestimiento, a menos que se forme una película de agua.

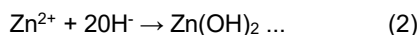
Los resultados anteriores sugieren que la formación de Zn(OH)₂ se ve afectada por la formación de una película de agua en el procedimiento de enfriamiento. Se supone que cuando no se forma ninguna película de agua, no se forma fácilmente Zn(OH)₂ y además se evita el ennegrecimiento.

Tal como se describe anteriormente, los presentes inventores han descubierto, con respecto al ennegrecimiento de una capa de revestimiento de una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente, que 1) se puede formar Zn(OH)₂ sobre la superficie de la capa de revestimiento dependiendo de las condiciones de producción (tales como condiciones para el enfriamiento con agua) y que 2) tiene lugar el ennegrecimiento de forma sencilla sobre la superficie de la capa de revestimiento especialmente en una región en la que se ha formado Zn(OH)₂. Por consiguiente, los presentes inventores han supuesto que el mecanismo de ennegrecimiento en la capa de revestimiento es el que se describe a continuación.

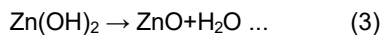
En primer lugar, cuando el agua de enfriamiento entra en contacto con la superficie de la capa de revestimiento de una temperatura elevada (por ejemplo, aproximadamente 160 °C), Zn se eluye de forma parcial a partir de una película de óxido formada sobre la superficie de la capa de revestimiento o una fase de Zn de la capa de revestimiento.



El Zn^{2+} resultante se une a OH^- presente en el agua de enfriamiento para formar $Zn(OH)_2$ sobre la superficie de la capa de revestimiento.



5 A continuación, a medida que transcurre el tiempo, se modifica una parte de $Zn(OH)_2$ presente sobre la superficie de la capa de revestimiento hasta ZnO a través de una reacción de deshidratación.



Posteriormente, una parte de O de ZnO es captada por Al y Mg presentes en la capa de revestimiento, y se modifica para dar ZnO_{1-x} . Este ZnO_{1-x} funciona como centro de color y una parte correspondiente se muestra visualmente negra.

10 (Mecanismo de Eliminación del Ennegrecimiento)

A continuación, los presentes inventores produjeron una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente mediante el uso, en lugar de agua de fabricación, de una disolución acuosa de enfriamiento que contiene un ión poliatómico que incluye V^{5+} en una concentración de 1,0 g/l y empleando una zona de enfriamiento de agua de pulverización, con la formación temporal de una película de agua, sobre la superficie de la capa de revestimiento.
15 En este caso, se estimó que la temperatura de la superficie de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente obtenida inmediatamente antes del contacto con la disolución acuosa de enfriamiento fue de aproximadamente 160 °C.

20 Se almacenó la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente durante 1 semana en un espacio (a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa de 60 %). Tras 1 semana de almacenamiento, se observó visualmente la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente, y se descubrió que la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente tenía un brillo superficial sustancialmente uniforme y no se formó parte oscura (parte ennegrecida). Además, el grado de brillo de la chapa de acero fue sustancialmente igual al de la parte normal de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente producida por medio del uso del agua de fabricación con la formación temporal de una película de agua.

25 A continuación, se analizó la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente por medio de análisis de XPS inmediatamente después de la producción, mediante el uso de una disolución acuosa de enfriamiento que contenía V^{5+} con la formación temporal de una película de agua. La Figura 6 ilustra un perfil de intensidad, en una parte normal, o la energía de enlace químico que corresponde a los orbitales 2p de Zn obtenido durante el uso de la disolución acuosa de enfriamiento que contiene V^{5+} . Los perfiles de intensidad de Al y Mg se omiten. Como se ilustra en la FIG. 6, también en el caso de que se use la disolución acuosa de enfriamiento que contiene V^{5+} , se observaron un pico asignado al Zn metálico a la energía de enlace de aproximadamente 1.020 eV y un pico asignado a $Zn(OH)_2$ a una energía de enlace de aproximadamente 1.022 eV. Se descubrió, basándose en la relación de intensidad entre Zn y $Zn(OH)_2$, que Zn estaba presente en una cantidad mayor que $Zn(OH)_2$. Sobre la base de este descubrimiento, se supone que la formación de $Zn(OH)_2$ no se ve favorecida cuando se usa la disolución acuosa de enfriamiento que contiene V^{5+} , incluso cuando se forma temporalmente la película de agua.
35

A continuación, se describe un supuesto mecanismo de eliminación del ennegrecimiento en el caso en el que use una disolución acuosa que contiene un ion poliatómico que incluye V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} como agua de enfriamiento, ejemplificando el uso de V^{5+} . Cuando se usa una disolución acuosa de enfriamiento que contiene, por ejemplo, un ion poliatómico que incluye V^{5+} , se reduce el V^{5+} para formar una película de pasivación densa entre una película de óxido formada sobre una superficie de la capa de revestimiento y la disolución acuosa de enfriamiento. Por lo tanto, se evita la elución de Zn a partir de la película de óxido hasta la disolución acuosa de enfriamiento. Por consiguiente, se evita la formación de $Zn(OH)_2$, evitando de este modo el ennegrecimiento de la capa de revestimiento.
40

45 El procedimiento anteriormente mencionado para producir una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente de la presente invención se puede llevar a la práctica, por ejemplo, en la siguiente línea de producción.

50 La Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra parte de una línea de producción 300 para chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente. La línea de producción 300 puede producir de forma continua chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente mediante la formación de una capa de revestimiento sobre una superficie de una chapa de acero de base (fleje de acero). La línea de producción 300 también puede producir de forma continua la conversión química de chapas de acero revestidas por medio de la formación adicional de un revestimiento de conversión química sobre una superficie de la capa de revestimiento según sea necesario.

55 Como se ilustra en la FIG. 7, la línea de producción 300 incluye horno 310, baño de revestimiento 320, enfriador 340 por chorro de aire, zona 350 de enfriamiento por vapor, zona 360 de enfriamiento con agua, laminador 370 y nivelador de tensión 380.

El fleje de acero S trellado a partir de un carrete de suministro no mostrado se calienta en un horno 310 después de un procedimiento predeterminado. De este modo, el fleje de acero S se sumerge en un baño de revestimiento 320, de forma que el metal fundido reviste ambos lados del fleje de acero S. Posteriormente, se retira una parte en exceso del metal fundido por medio de un aparato de limpieza que presenta boquilla de limpieza 330, de manera que se una cantidad predeterminada de metal fundido reviste la superficie del fleje de acero S.

El fleje de acero S revestido con la cantidad predeterminada de metal de acero se enfría en un enfriador 340 de chorro de aire y una zona 350 de enfriamiento de vapor hasta una temperatura igual o menor que el punto de solidificación del metal fundido. El enfriador 340 por chorro de aire es un equipo proporcionado con el fin de enfriar el fleje de acero S por medio de aire de soplado. De igual forma, la zona 350 de enfriamiento de vapor es un equipo proporcionado con el fin de enfriar el fleje de acero S mediante insuflado de un vapor de un fluido (tal como agua de enfriamiento) y un gas. Por lo tanto, se solidifica el metal fundido, de manera que se puede formar una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente sobre la superficie del fleje de acero S. Cuando se enfría el fleje de acero S en una zona 350 de enfriamiento de vapor, no se forma una película de agua sobre la superficie de la capa de revestimiento. La temperatura después del enfriamiento no está especialmente limitada, y es, por ejemplo, de 100 a 250 °C.

La chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente que se ha enfriado hasta una temperatura predeterminada se enfría de forma adicional en una zona 360 de enfriamiento con agua. La zona 360 de enfriamiento con agua es un equipo proporcionado con el fin de enfriar el fleje de acero S a través de un contacto con agua de enfriamiento en una cantidad mayor que en una zona 350 de enfriamiento con vapor, y proporciona agua en una cantidad suficiente para la formación temporal de una película de agua sobre la superficie de la capa de revestimiento. En la zona 360 de enfriamiento con agua, por ejemplo, se disponen siete filas de cabezales, que presentan cada uno diez boquillas de pulverización lisas dispuesta a un intervalo de 150 nm a lo largo de la dirección transversal del fleje de acero S, a lo largo de la dirección de alimentación de la chapa S de acero de base. En la zona 360 de enfriamiento con agua, se usa una disolución acuosa que contiene, en una cantidad total de 0,01 g/l o más en términos de átomos, uno o dos o más iones poliatómicos seleccionados entre el grupo que consiste en un ión poliatómico que incluye V^{5+} , un ion poliatómico que incluye Si^{4+} , y un ión poliatómico que incluye Cr^{6+} , como disolución acuosa de enfriamiento. El fleje de acero S se enfría en esta zona 360 de enfriamiento con agua, al tiempo que se suministra agua de enfriamiento en una cantidad suficiente para formar temporalmente una película de agua sobre la superficie de la capa de revestimiento. La disolución acuosa de enfriamiento tiene, por ejemplo, una temperatura de aproximadamente 20 °C, una presión de aproximadamente 2,5 kgf/cm², y un caudal de aproximadamente 150 m³/h. Por "formación temporal de una película de agua" se entiende un estado en el que el agua en contacto con la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente se puede observar visualmente durante aproximadamente 1 segundo o más.

La chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente enfriada de este modo con agua se enrolla-atempera por medio de un laminador 370 y se nivela por medio de un nivelador de tensión 380 y a continuación se enrolla alrededor de un carrete de tensión 390.

En caso de formación adicional de un revestimiento de conversión química sobre la superficie de la capa de revestimiento, se aplica un líquido de tratamiento por conversión química predeterminado por medio de un dispositivo 400 de revestimiento de rodillos sobre la superficie de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente nivelada por medio de nivelador de tensión 380. La chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente sometida a tratamiento de conversión química se seca en la zona de secado 410 y se enfría en la zona 420 de enfriamiento de aire y a continuación se enrolla alrededor de un carrete de tensión 390.

Como se ha descrito hasta ahora, de acuerdo con el procedimiento de producción de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente de la presente invención, se puede producir fácilmente una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente que tenga excelente resistencia al ennegrecimiento con elevada productividad simplemente por medio de contacto de una disolución acuosa que contiene un ion poliatómico predeterminado con la superficie de una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente.

Ejemplos

(Equipo 1)

En el Experimento 1, se evaluó la resistencia al ennegrecimiento de una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente para una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente enfriada con agua de enfriamiento que no contenía un ion poliatómico.

1. Producción de Chapa de Acero Revestida con Aleación de Zn por Inmersión en Caliente

Se produjo una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente mediante el uso de la línea de producción 300 ilustrada en la Figura 7. Como chapa de acero de base (fleje de acero) S, se proporcionaron flejes de acero laminados en caliente con un espesor de 2,3 mm. Se produjeron ocho chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente que tenían diferentes composiciones por medio de revestimiento de las chapas de acero de base usando composiciones de baño de revestimiento y condiciones de revestimiento

mostradas en la Tabla 1. Se aprecia que la composición del baño de revestimiento está sustancialmente de acuerdo con la composición de la capa de revestimiento resultante. Aunque no se ilustra de forma especial, se descubrió una [estructura eutéctica ternaria Al/Zn/Zn₂Mg], a través de la observación de un corte transversal de la capa de revestimiento, en cada una de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente.

5 [Tabla 1]

Nº. de Metalizado	Composición de baño de revestimiento (con resto de Zn) (% en masa)					Condiciones de Metalizado		
	Al	Mg	Si	Ti	B	Temperatura del baño (°C)	Cantidad de revestimiento (g/m ²)	Velocidad de paso (m/min)
1	1,5	1,5	-	-	-	430	90	80
2	2,5	3,0	-	-	-	430	90	80
3	2,5	3,0	0,040	-	-	430	90	80
4	6,0	3,0	-	0,050	0,003	430	90	80
5	6,0	3,0	0,020	0,050	0,003	430	90	80
6	11,0	3,0	-	-	-	450	90	80
7	11,0	3,0	0,200	-	-	450	90	80
8	18,0	8,0	-	-	-	470	90	80

10 En la producción de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente, se modificaron las condiciones de enfriamiento empleadas en el enfriador 340 por chorro de aire y la zona 350 de enfriamiento de vapor, de manera que la temperatura de la capa de acero (superficie de la capa de revestimiento) inmediatamente antes de entrar en la zona 360 de enfriamiento con agua se pudiera ajustar a 100 °C, 120°C, 160°C, 200°C o 250°C.

15 En el aparato de pulverización usado en la zona 360 de enfriamiento con agua, se dispusieron siete filas de cabezales, que presentaban cada uno de ellos diez boquilla de pulverización lisas dispuestas en un intervalo de 150 mm a lo largo de la dirección transversal, a lo largo de la dirección de alimentación de la chapa S de acero de base. Las condiciones de enfriamiento empleadas en la zona 360 de enfriamiento con agua fueron: agua (de pH 7,6 y una temperatura de 20 °C) usada como agua de enfriamiento, una presión de agua de 2,5 kgf/cm², y un caudal de 150 m³/h.

2. Evaluación de las Chapas de Acero Metalizadas con Aleación de Zn por Inmersión en Caliente

(1) Procedimiento de Aceleración de la Degradación de Brillo

20 Se cortó una pieza de ensayo a partir de cada una de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente producidas. Con cada pieza de ensayo colocada en un dispositivo termo-higrostat (LHU-113; ESPEC CORP.), se llevó a cabo un procedimiento de aceleración de la degradación de brillo con cada una de las condiciones mostradas en la Tabla 2. En las condiciones de ensayo N^o. 2, el tiempo de procesado no es mayor que en las condiciones de ensayo N^o. 1 y además, las condiciones de ensayo N^o. 2 son más severas que las condiciones de ensayo N^o. 1.

[Tabla 2]

Condiciones N ^o . de aceleración de degradación de brillo	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Tiempo de procesado (h)
1	60	90	20
2	60	90	40

(2) Medición del Grado de Ennegrecimiento

30 En cada una de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente, se midió luminosidad (valor L*) de una superficie de la capa de revestimiento antes y después del procedimiento de aceleración de degradación de brillo. Se midió la luminosidad (valor L*) de la superficie de la capa de revestimiento por medio del uso de un medidor de diferencia de color espectroscópico (TC-1800; Tokyo Denshoku Co., Ltd.) por medio de un procedimiento de medición por reflexión espectroscópica de acuerdo con JIS K 5600. Las condiciones de medición fueron las siguientes:

Condición óptica: procedimiento d/8° (sistema óptico de haz doble)

Ángulo visual: 2 grados

Procedimiento de medición: reflectometría

35 Fuente de luz convencional: Sistema de Color C: CIELAB

Longitud de onda de medición: de 380 a 780 nm

Intervalo de longitud de medición: 5 nm

Espectrómetro: Rejilla de difracción 1.200/mm

5 Fuente de luz: lámpara de halógeno (con tensión nominal de 12 V, potencia nominal de 50 W y vida nominal de 2.000 horas.)

Área de medición: 7,25 mm de diámetro

Sensor: fotomultiplicador (R928; Hamamatsu Photonics K.K.)

Reflectancia: 0-150%

Temperatura de medición: placa convencional 23 °C: blanca

10 Se evaluó cada una de las chapas de acero revestidas como "A" cuando la diferencia en el valor de L^* (ΔL^*) provocada a través del procedimiento de aceleración de degradación de brillo fue menor de 0,5, se evaluó como "B" cuando la diferencia fue de 0,5 o más y menor de 3, o se evaluó como "C" cuando la diferencia fue de 3 o más. Se puede determinar que una chapa de acero revestida evaluada como "A" tiene resistencia al ennegrecimiento.

(3) Resultados de Evaluación

15 Con respecto a cada una de la chapas de acero revestidas, las relaciones entre las condiciones de aceleración de degradación de brillo, la temperatura de la chapa de acero (la superficie de la capa de revestimiento) inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua y el resultado de la evaluación para el grado de ennegrecimiento se muestran en la Tabla 3.

[Tabla 3]

Pieza de ensayo N°.	N°. de Metalizado	Condiciones N°. de aceleración de degradación de brillo	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
			100	120	160	200	250	
A-1	1	1	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
A-2	2	1	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
A-3	3	1	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
A-4	4	1	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
A-5	5	1	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
A-6	6	1	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
A-7	7	1	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
A-8	8	1	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
B-1	1	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
B-2	2	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
B-3	3	2	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
B-4	4	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
B-5	5	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
B-6	6	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
B-7	7	2	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
B-8	8	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

20 En el caso que se lleve a cabo un procedimiento de aceleración de degradado de brillo en las condiciones N°. 1, las piezas de ensayo que tenían capas de revestimiento que contenían Si (Nos. de revestimiento 3, 5 y 7) tuvieron buena resistencia al ennegrecimiento incluso cuando la temperatura de las chapas de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua fue de 250 °C. Por otra parte, las piezas de ensayo que tenían capas de revestimiento que no contenían Si (Nos. de revestimiento 1, 2, 4, 6 y 8) experimentaron

ennegrecimiento cuando la temperatura de las chapas de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua fue de 120 °C o más.

5 Por otra parte, en el caso en que se llevara a cabo el procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 2, incluso una pieza de ensayo que presentaba una capa de revestimiento que contenía Si experimentó ennegrecimiento cuando la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua fue de 120 °C o más. Una pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que no contenía Si experimentó ennegrecimiento incluso cuando la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua fue de 100 °C.

10 Se comprende que, en base a los resultados anteriormente mencionados, que cuando Si no está presente en la capa de revestimiento, no se puede evitar el ennegrecimiento a menos que la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua se rebaje de forma suficiente. También se comprende que incluso cuando la capa de revestimiento contiene Si, no se puede evitar por completo el ennegrecimiento cuando se emplean condiciones más severas, a menos que se rebaje suficiente la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua.

15 (Equipo 2)

En el Experimento 2, se examinó la resistencia al ennegrecimiento de una capa de revestimiento con aleación de Zn por inmersión en caliente para una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente con una disolución acuosa de enfriamiento que contiene un ión poliatómico. En este experimento, se examinó la resistencia al ennegrecimiento lograda al llevar a cabo el procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 1.

1. Producción de las Chapas Metálicas Metalizadas con Aleación de Zn por Inmersión en Caliente

25 De la misma manera que en el Experimento 1, se produjeron ocho chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente con capas de revestimiento que tienen diferentes composiciones, por medio de revestimiento de las chapas de acero de base usando composiciones de baño de revestimiento y condiciones de revestimiento mostradas en la Tabla 1.

30 En la producción de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente, se modificaron las condiciones de enfriamiento empleadas en el enfriador 340 por chorro de aire, de manera que la temperatura de la capa de acero (superficie de la capa de revestimiento) inmediatamente antes de entrar en la zona 360 de enfriamiento con agua se pudiera ajustar a 100 °C, 120°C, 160°C, 200 °C o 250 °C. En la zona 360 de enfriamiento con agua, se usó una cualquiera de las disoluciones acuosas mostradas en la Tabla 4 como disolución acuosa de enfriamiento. Se preparó cada una de las disoluciones acuosas de enfriamiento por medio de disolución de un aditivo mostrado en la Tabla 4, y un promotor de disolución en caso necesario, en agua de pH 7,6 en una relación predeterminada, y ajustando la temperatura de la disolución resultante hasta 20 °C. Se suministró cada disolución acuosa de enfriamiento, en la zona 360 de enfriamiento con agua, en condiciones de una presión de agua de 2,5 kgf/cm² y un caudal de 150 m³/h. Como concentración de ion poliatómico en cada disolución acuosa, se prepararon cinco concentraciones, en términos de átomo usado como especie iónica, como se muestra en la Tabla 5.

[Tabla 4]

Disolución acuosa de enfriamiento N.º.	Aditivo	Promotor de disolución	Relación en cantidad de adición (promotor/aditivo de disolución)	Especies iónicas
1	Sulfato de magnesio	-	-	Mg ²⁺
2	Cloruro de aluminio	-	-	Al ³⁺
3	Silicato de sodio	-	-	Si ⁴⁺
4	Formiato de calcio	-	-	Ca ²⁺
5	Gluconato de calcio	-	-	Ca ²⁺
6	Acetato de calcio	-	-	Ca ²⁺
7	Lactato de calcio	-	-	Ca ²⁺
8	Acetilacetato de vanadio	-	-	V ³⁺
9	Acetilacetona vanadilo	-	-	V ⁴⁺
10	Oxisulfato de vanadio	-	-	V ⁴⁺
11	Pentóxido de vanadio	2-Aminoetanol	1,2	V ⁵⁺
12	Pentóxido de vanadio	Hidróxido de tetraetilamonio	1,3	V ⁵⁺
13	Pentóxido de vanadio	2,2'-Iminodietanol	1,2	V ⁵⁺

(continuación)

Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Aditivo	Promotor de disolución	Relación en cantidad de adición (promotor/aditivo de disolución)	Especies iónicas
14	Acetilacetato de vanadio	Etilen diamina	1,0	V ⁵⁺
15	Acetilacetona vanadilo	Etilen diamina	1,1	V ⁵⁺
16	Oxisulfato de vanadio	2-Aminoetanol	1,2	V ⁵⁺
17	Cromato de amonio	-	-	Cr ⁶⁺
18	Cromato de potasio	-	-	Cr ⁶⁺
19	Nitrato de cromo	-	-	Cr ³⁺
20	Sulfato de cromo	-	-	Cr ³⁺
21	Sulfato de manganeso	-	-	Mn ²⁺
22	Permanganato de potasio	-	-	Mn ⁷⁺
23	Cloruro de hierro	-	-	Fe ³⁺
24	Sulfato de cobre	-	-	Co ²⁺
25	Nitrato de níquel	-	-	Ni ²⁺
26	Cloruro de cobre	-	-	Cu ²⁺
27	Peróxido de cinc	-	-	Zn ²⁺
28	Óxido de cinc	-	-	Zn ²⁺
29	Fluoruro de cinc	-	-	Zn ²⁺
30	Sulfato de circonio	-	-	Zr ⁴⁺
31	Carbonato de amonio y circonio	-	-	Zr ⁴⁺

[Tabla 5]

Signo	Concentración de un ion poliatómico (g/l)
a	0,001
b	0,01
c	0,1
d	1,0
e	10,0

2. Evaluación de las Chapas de Acero Metalizadas con Aleación de Zn por Inmersión en Caliente

(1) Procedimiento de Aceleración de la Degradación de Brillo y Medición del Grado de Ennegrecimiento

- 5 Se sometió cada una de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente a un procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 1 mostradas en la Tabla 2. Además, se midió la luminosidad (valor L*) de la superficie de la capa de revestimiento de cada una de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente antes y después del procedimiento de aceleración de degradación de brillo de la misma manera que en el Experimento 1.
- 10 Una correspondencia entre el N.º de revestimiento de cada chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente y la(s) concentración(es) del aditivo en la disolución acuosa de enfriamiento usada se muestra en la Tabla 6. Los resultados se muestran en las tablas listadas en la Tabla 6.

[Tabla 6]

Nº. de Metalizado	Concentración del ion poliatómico (en términos de átomo; g/l)				
	0,001	0,01	0,1	1,0	10
1	-	Tabla 7	-	-	-
2	-	Tabla 8	-	-	-
3	-	Tabla 9	-	-	-
4	Tabla 10	Tabla 11	Tabla 12	Tabla 13	Tabla 14
5	-	Tabla 15	-	-	-
6	-	Tabla 16	-	-	-
7	-	Tabla 17	-	-	-
8	-	Tabla 18	-	-	-

(2) Resultados de Evaluación

5 Con respecto a cada una de la chapas de acero revestidas, las relaciones entre el tipo de disolución acuosa de enfriamiento usada, la temperatura de la chapa de acero (superficie de la capa de revestimiento) inmediatamente antes y después del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua y el resultado de la evaluación del grado de ennegrecimiento se muestran en las Tablas 7 a 18.

10 Apréciase que "Nº. de pieza de ensayo" mostrada en cada una de estas tablas se define de acuerdo con la siguiente regla de forma que los contenidos del experimento se pueden comprender de forma sencilla: Cada Nº. de pieza de ensayo se determina como "(condiciones de aceleración de degradación de brillo Nº.; véase Tabla 2) - (Nº. de revestimiento; véase Tabla 1) - (la disolución acuosa de enfriamiento Nº. y el signo para la concentración de un ion poliatómico; véase Tablas 4 y 5)."

[Tabla 7]

Pieza de ensayo Nº.	Disolución acuosa de enfriamiento Nº.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-1-1b	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-2b	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-1-4b	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-5b	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-6b	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-7b	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-8b	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-9b	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-10b	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-1-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-1-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-1-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-1-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-1-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-1-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-1-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-1-19b	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-20b	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-21b	21	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-22b	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-23b	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-24b	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-25b	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-26b	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-27b	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-28b	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-29b	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-30b	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-1-31b	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 8]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-2-1b	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-2b	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-2-4b	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-5b	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-6b	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-7b	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-8b	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-9b	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-10b	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-2-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-2-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-2-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-2-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-2-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-2-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-2-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-2-19b	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-20b	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-21b	21	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-22b	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-23b	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-24b	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-25b	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-26b	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-27b	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-28b	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-29b	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-30b	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-2-31b	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 9]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-3-1b	1	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-2b	2	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-4b	4	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-5b	5	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-6b	6	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-7b	7	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-3-8b	8	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-9b	9	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-10b	10	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-3-19b	19	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-20b	20	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-21b	21	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-22b	22	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-23b	23	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-24b	24	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-25b	25	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-26b	26	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-27b	27	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-28b	28	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-29b	29	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-30b	30	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-3-31b	31	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo

[Tabla 10]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-1a	1	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-2a	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-3a	3	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-4a	4	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-5a	5	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-6a	6	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-7a	7	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-8a	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-9a	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-10a	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-11a	11	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-12a	12	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-13a	13	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-14a	14	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-15a	15	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-16a	16	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-17a	17	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-18a	18	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-19a	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-20a	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-21a	21	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-22a	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-23a	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-24a	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-25a	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-26a	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-27a	27	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-28a	28	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-29a	29	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-30a	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-31a	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 11]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-1b	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-2b	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-4b	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-5b	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-6b	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-7b	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-8b	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-9b	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-10b	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-19b	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-20b	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-21b	21	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-22b	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-23b	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-24b	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-25b	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-26b	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-27b	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-28b	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-29b	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-30b	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-31b	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 12]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-1c	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-2c	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-3c	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-4c	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-5c	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-6c	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-7c	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-8c	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-9c	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-10c	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-11c	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-12c	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-13c	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-14c	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-15c	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-16c	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-17c	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-18c	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-19C	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-20C	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-21 c	21	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-22C	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-23C	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-24C	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-25C	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-26C	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-27C	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-28C	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-29C	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-30C	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-31C	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 13]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-1d	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-2d	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-3d	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-4d	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-5d	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-6d	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-7d	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-8d	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-9d	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-10d	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-11d	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-12d	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-13d	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-14d	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-15d	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-16d	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-17d	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-18d	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-19d	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-20d	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-21d	21	A	B	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-22d	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-23d	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-24d	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-25d	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-26d	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-27d	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-28d	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-29d	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-30d	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-31d	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 14]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-1e	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-2e	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-3e	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-4e	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-5e	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-6e	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-7e	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-8e	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-9e	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-10e	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-11e	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-12e	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-13e	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-14e	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-15e	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-16e	16	A	A	A	A	A	Ejemplo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-4-17e	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-18e	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-4-19e	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-20e	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-21e	21	A	B	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-22e	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-23e	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-24e	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-25e	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-26e	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-27e	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-28e	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-29e	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-30e	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-4-31e	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 15]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-5-1b	1	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-2b	2	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-5-4b	4	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-5b	5	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-6b	6	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-7b	7	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-8b	8	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-9b	9	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-10b	10	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-5-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-5-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-5-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-5-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-5-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-5-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-5-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-5-19b	19	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-20b	20	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-21b	21	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-22b	22	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-23b	23	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-24b	24	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-25b	25	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-26b	26	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-27b	27	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-28b	28	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-29b	29	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-30b	30	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-5-31b	31	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo

[Tabla 16]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-6-1b	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-2b	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-4b	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-5b	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-6b	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-7b	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-8b	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-6-9b	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-10b	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-6-19b	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-20b	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-21b	21	A	B	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-22b	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-23b	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-24b	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-25b	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-26b	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-27b	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-28b	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-29b	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-30b	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-6-31b	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 17]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-7-1b	1	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-2b	2	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-4b	4	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-7-5b	5	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-6b	6	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-7b	7	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-8b	8	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-9b	9	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-10b	10	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-7-19b	19	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-20b	20	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-21b	21	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-22b	22	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-23b	23	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-24b	24	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-25b	25	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-26b	26	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-27b	27	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-28b	28	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-29b	29	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-30b	30	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-7-31b	31	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo

[Tabla 18]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-8-1b	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-2b	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-4b	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-5b	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-6b	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-7b	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-8b	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-9b	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-10b	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-8-19b	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-20b	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-21b	21	A	B	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-22b	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-23b	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-24b	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-25b	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-26b	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-27b	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-28b	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-29b	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-8-30b	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-8-31b	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

5 Como se muestra en las Tablas 7, 8, 11 a 14, 16 a 18, las piezas de ensayo que tienen capas de revestimiento que contienen Al y Mg dentro de intervalos de concentración predeterminados y que no contienen Si, presentaron buena resistencia al ennegrecimiento independientemente de la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en una zona 360 de enfriamiento con agua, con tal de que se use la disolución acuosa que contiene un ión poliatómico que incluye V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l o más para el enfriamiento.

10 Tal como se muestra en la Tabla 10, incluso cuando la pieza de ensayo tenía una capa de revestimiento que contenían Al y Mg en intervalos de concentración predeterminados y no contenía Si y se usó una disolución acuosa que contenía un ion poliatómico que incluía V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} , no fue posible evitar el ennegrecimiento de forma suficiente cuando la concentración, en términos de átomo, del ion poliatómico fue de 0,001 g/l.

15 Como se muestra en las tablas 9, 15 y 17, las piezas de ensayo que tienen capas de revestimiento que contienen Al y Mg dentro de intervalos de concentración predeterminados y que contienen Si presentaron buena resistencia al ennegrecimiento, independientemente de la presencia de un aditivo y la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua.

Se comprende que, a partir de estos resultados, se puede evitar el ennegrecimiento de manera suficiente, independientemente de la temperatura de la chapa de acero, inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua, cuando se usa una disolución acuosa que contiene un ion poliatómico que incluye V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/o más, para el enfriamiento.

20 Como se muestra en las Tablas 10 a 14, las piezas de ensayo enfriadas por medio del uso de una disolución acuosa que contiene un ion poliatómico que incluye Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , o Zn^{2+} presentaron bastante buena resistencia al ennegrecimiento, cuando la concentración del ion poliatómico en términos de átomo es de 0,01 g/l o más.

(Equipo 3)

25 En el Experimento 3, se examinó la resistencia al ennegrecimiento para las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente, producidas en el Experimento 2, sometidas a un procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 2 de la Tabla 2 y se evaluaron de la misma forma que en el Experimento 1.

30 Una correspondencia entre el N.º de revestimiento de cada chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente y la concentración de aditivo en la disolución acuosa de enfriamiento usada se muestra en la Tabla 19. Los resultados se muestran en las tablas listadas en la Tabla 19.

[Tabla 19]

Nº. de Metalizado	Concentración del ion poliatómico (en términos de átomo; g/l)				
	0,001	0,01	0,1	1,0	10
1	-	Tabla 20	-	-	-
2	-	Tabla 21	-	-	-
3	-	Tabla 22	-	-	-
4	Tabla 23	Tabla 24	Tabla 25	Tabla 26	Tabla 27
5	-	Tabla 28	-	-	-
6	-	Tabla 29	-	-	-
7	Tabla 30	Tabla 31	-	-	-
8	-	Tabla 32	-	-	-

Con respecto a cada una de la chapas de acero revestidas, las relaciones entre la disolución acuosa de enfriamiento

ES 2 663 957 T3

usada, la temperatura de la chapa de acero (superficie de la capa de revestimiento) inmediatamente antes y después del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua y el resultado de la evaluación del grado de ennegrecimiento se muestran en las Tablas 20 a 32.

[Tabla 20]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-1-1b	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-2b	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-4b	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-5b	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-6b	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-7b	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-8b	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-9b	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-10b	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-1-19b	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-20b	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-21b	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-22b	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-23b	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-24b	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-25b	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-26b	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-27b	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-28b	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-1-29b	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-30b	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-1-31b	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 21]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-2-1b	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-2b	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-4b	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-5b	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-6b	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-7b	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-8b	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-9b	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-10b	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-2-19b	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-20b	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-21b	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-22b	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-23b	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-2-24b	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-25b	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-26b	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-27b	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-28b	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-29b	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-30b	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-2-31b	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 22]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-3-1b	1	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-2b	2	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-4b	4	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-5b	5	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-6b	6	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-7b	7	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-8b	8	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-9b	9	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-10b	10	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-3-19b	19	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-3-20b	20	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-21b	21	A	A	B	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-22b	22	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-23b	23	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-24b	24	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-25b	25	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-26b	26	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-27b	27	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-28b	28	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-29b	29	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-3-30b	30	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-3-31b	31	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 23]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-1a	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-2a	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-3a	3	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-4a	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-5a	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-6a	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-7a	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-8a	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-9a	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-10a	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-11a	11	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-12a	12	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-13a	13	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-14a	14	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-15a	15	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-16a	16	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-17a	17	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-18a	18	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-19a	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-20a	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-21a	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-22a	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-23a	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-24a	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-25a	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-26a	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-27a	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-28a	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-29a	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-30a	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-31a	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 24]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-1b	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-2b	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-4b	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-5b	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-6b	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-7b	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-8b	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-9b	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-10b	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-19b	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-20b	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-21b	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-22b	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-23b	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-24b	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-25b	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-26b	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-27b	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-28b	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-29b	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-30b	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-31b	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 25]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-1c	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-2c	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-3c	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-4c	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-5c	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-6c	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-7c	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-8c	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-9c	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-10c	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-11c	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-12c	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-13c	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-14c	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-15c	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-16C	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-17C	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-18C	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-19C	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-20C	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-21C	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-22C	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-23C	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-24C	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-25C	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-26C	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-27C	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-28C	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-29C	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-30C	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-31C	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 26]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-1d	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-2d	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-3d	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-4d	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-5d	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-6d	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-7d	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-8d	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-9d	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-10d	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-11d	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-12d	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-13d	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-14d	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-15d	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-16d	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-17d	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-18d	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-19d	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-20d	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-21d	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-22d	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-23d	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-24d	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-25d	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-26d	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-27d	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-28d	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-29d	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-30d	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-31d	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 27]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-1e	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-2e	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-3e	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-4e	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-5e	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-6e	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-7e	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-8e	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-9e	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-10e	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-11e	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-12e	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-13e	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-14e	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-15e	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-16e	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-17e	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-18e	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-4-19e	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-20e	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-21e	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-22e	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-23e	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-24e	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-4-25e	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-26e	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-27e	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-28e	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-29e	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-30e	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-4-31e	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 28]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-5-1b	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-2b	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-4b	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-5b	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-6b	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-7b	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-8b	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-9b	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-10b	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-5-19b	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-20b	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-5-21b	21	A	B	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-22b	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-23b	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-24b	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-25b	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-26b	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-27b	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-28b	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-29b	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-30b	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-5-31b	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 29]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-6-1b	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-2b	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-6-4b	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-5b	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-6b	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-7b	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-8b	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-9b	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-10b	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-6-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-6-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-6-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-6-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-6-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-6-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-6-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-6-19b	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-20b	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-21b	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-22b	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-23b	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-24b	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-25b	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-26b	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-27b	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-28b	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-29b	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-30b	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-6-31b	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 30]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-7-1a	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-2a	2	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-3a	3	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-4a	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-5a	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-6a	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-7a	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-8a	8	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-9a	9	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-10a	10	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-7-11a	11	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-12a	12	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-13a	13	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-14a	14	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-15a	15	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-16a	16	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-17a	17	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-18a	18	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-19a	19	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-20a	20	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-21a	21	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-22a	22	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-23a	23	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-24a	24	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-25a	25	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-26a	26	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-27a	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-28a	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-29a	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-30a	30	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-31a	31	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 31]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-7-1b	1	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-7-2b	2	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-4b	4	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-7-5b	5	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-7-6b	6	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-7-7b	7	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-7-8b	8	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-9b	9	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-10b	10	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-7-19b	19	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-20b	20	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-21b	21	A	A	B	B	C	Ejemplo comparativo
2-7-22b	22	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-23b	23	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-24b	24	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-25b	25	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-26b	26	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-27b	27	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-7-28b	28	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-7-29b	29	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-7-30b	30	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-7-31b	31	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 32]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-8-1b	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-8-2b	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-4b	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-5b	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-6b	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-7b	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-8b	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-9b	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-10b	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-8-19b	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-20b	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-21b	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-22b	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-23b	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-24b	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-25b	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-26b	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-27b	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-28b	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-29b	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-30b	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-8-31b	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

Como se muestra en las Tablas 20, 21, 24 a 27, 29 a 32, las piezas de ensayo que tienen capas de revestimiento que contienen Al y Mg dentro de intervalos de concentración predeterminados y que no contienen Si, presentaron buena resistencia al ennegrecimiento independientemente de la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en una zona 360 de enfriamiento con agua, cuando se usa la disolución acuosa que contiene un ión poliatómico que incluye V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l o más para el enfriamiento.

Por otra parte, como se muestra en la Tabla 23, incluso en una pieza de ensayo que tiene una capa de revestimiento que contiene Al y Mg dentro de intervalos de concentración predeterminados y que no contiene Si, incluso cuando se usó una disolución acuosa de enfriamiento que contenía un ion poliatómico que incluía V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} para el enfriamiento, la resistencia al ennegrecimiento fue pobre cuando la concentración, en términos de átomo, del ion poliatómico fue de 0,001 g/l.

Como se muestra en las Tablas 22, 28, 30 y 31, las piezas de ensayo que tienen capas de revestimiento que contienen Al y Mg dentro de intervalos de concentración predeterminados y que no contienen Si, presentaron buena resistencia al ennegrecimiento independientemente de la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en una zona 360 de enfriamiento con agua, cuando se usa la disolución acuosa que contiene un ión poliatómico que incluye V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l o más para el enfriamiento. En este caso, cuando la disolución acuosa de enfriamiento no contenía ninguno de V^{5+} , Si^{4+} , y Cr^{6+} , no mejoró la resistencia el ennegrecimiento.

Tal como se describe anteriormente, se llevó a cabo el procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 1 del Experimento 2. En este caso, cuando las concentraciones de Al y Mg en la capa de revestimiento estuvieron dentro de intervalos de concentración predeterminados y la capa de revestimiento contenía Si, la resistencia al ennegrecimiento fue buena, independientemente de la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua. Por otra parte, en el Experimento 3, se llevó a cabo el procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 2 más severas que las condiciones N.º 1. Se reveló, por medio del Experimento 3, que incluso cuando la capa de revestimiento contiene Si, no se puede evitar el ennegrecimiento, independientemente de la temperatura de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua, a menos que se lleve a cabo el enfriamiento por medio del uso de una disolución acuosa de enfriamiento que contenga un ion poliatómico que incluye V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l o más. En otras palabras, de acuerdo con el procedimiento de producción de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente de la presente invención, se puede evitar el ennegrecimiento, independientemente de la presencia de si en una capa de revestimiento e independientemente de la temperatura de una chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua, cuando las concentraciones de Al y Mg en la capa de revestimiento se encuentran dentro de intervalos de concentración predeterminados, y se usa la disolución acuosa de enfriamiento que contiene un ion poliatómico que incluye V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/o más, para el enfriamiento.

(Equipo 4)

En el Experimento 4, se produjeron siete chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente con capas de revestimiento que tenían diferentes composiciones, por medio de revestimiento de la chapa de acero de base usando composiciones de baño de revestimiento (Nos. 1 a 7) y condiciones de revestimiento mostradas en la Tabla 1. En la producción de cada una de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente, se usó una cualquiera de las disoluciones acuosas de enfriamiento que contenían un ion poliatómico que incluía V^{5+} , Si^{4+} , o Cr^{6+} mostradas en la Tabla 4, para el enfriamiento en una zona 360 de enfriamiento con agua. Además, se sometió cada pieza de ensayo a un tratamiento de conversión química llevado a cabo en condiciones de conversión química A, B o C descritas a continuación. Posteriormente, se examinó la resistencia al ennegrecimiento lograda cuando se llevó a cabo el procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 2 de la Tabla 2 de la misma manera que en el Experimento 3, para evaluar un grado de ennegrecimiento.

En las condiciones de conversión química A, se usó Zinchrom 3387N (con una concentración de cromo de 10 g/l, Nihon Parkerizing Co., Ltd.) como líquido de tratamiento de conversión química. Se aplicó el líquido de tratamiento de conversión química por medio de un procedimiento de rodillo-Ringer de pulverización para lograr una cantidad de revestimiento de cromo de 10 mg/m².

En las condiciones de conversión química B, se usó una disolución acuosa de 50 g/l de fosfato de magnesio, 10 g/l de fluoruro de titanio y potasio y 3 g/l de un ácido orgánico como líquido de tratamiento de conversión química. Se aplicó el líquido de tratamiento de conversión química por medio de un procedimiento de revestimiento por rodillos para lograr una cantidad de revestimiento de los componentes metálicos de 50 mg/m².

En las condiciones de conversión química C, se usó una disolución acuosa de 20 g/l de resina de uretano, 3 g/l de dihidrógeno fosfato de amonio y 1 g/l de pentóxido de vanadio, como líquido de tratamiento de conversión química. Se aplicó el líquido de tratamiento de conversión química por medio de un procedimiento de revestimiento por rodillos para lograr un espesor de película seca de 2 µm.

5 Con respecto a cada una de las chapas de acero revestidas, las relaciones entre el tipo de disolución acuosa de enfriamiento usada, la temperatura de la chapa de acero (la superficie de la capa de revestimiento) inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua y el resultado de la evaluación para el grado de ennegrecimiento se muestran en la Tabla 33. Apréciase que "N.º de pieza de ensayo" mostrado en la Tabla 33 se define de acuerdo con la siguiente regla, de forma que se puedan comprender de forma sencilla los contenidos del experimento: Se determina cada pieza de ensayo N.º como "(N.º de revestimiento; véase Tabla 1) - (la disolución acuosa de enfriamiento N.º. y el signo para la concentración de un ion poliatómico; véase Tablas 4 y 5)."

[Tabla 33]

N.º de Ensayo	Pieza de ensayo N.º.	Condiciones de conversión química	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
			100	120	160	200	250	
1	2-3b	A	A	A	A	A	A	Ejemplo
		B	A	A	A	A	A	Ejemplo
		C	A	A	A	A	A	Ejemplo
2	1-12a	A	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
		B	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
		C	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
3	6-17b	A	A	A	A	A	A	Ejemplo
		B	A	A	A	A	A	Ejemplo
		C	A	A	A	A	A	Ejemplo
4	4-16e	A	A	A	A	A	A	Ejemplo
		B	A	A	A	A	A	Ejemplo
		C	A	A	A	A	A	Ejemplo
5	4-11b	A	A	A	A	A	A	Ejemplo
		B	A	A	A	A	A	Ejemplo
		C	A	A	A	A	A	Ejemplo
6	7-18a	A	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
		B	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
		C	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
7	3-3b	A	A	A	A	A	A	Ejemplo
		B	A	A	A	A	A	Ejemplo
		C	A	A	A	A	A	Ejemplo
8	1-24b	A	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
		B	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
		C	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
9	5-31b	A	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
		B	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
		C	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

10 Como se muestra en los Ensayos Nos. 1 a 5 de la Tabla 33, incluso cuando se sometió una pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que contenía Al y Mg y que no contenía Si, a tratamiento de conversión química en

cualquiera de las condiciones, la resistencia al ennegrecimiento fue buena cuando se usó la disolución acuosa que contenía un ion poliatómico en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l o más para el enfriamiento.

Además, como se muestra en los Ensayos Nos. 6 y 7, incluso cuando se sometió una pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que contenía Al y Mg y que también contenía Si, a tratamiento de conversión química en cualquiera de las condiciones, la resistencia al ennegrecimiento fue buena cuando se usó la disolución acuosa que contenía un ion poliatómico en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l o más para el enfriamiento.

Por el contrario, como se muestra en el Ensayo N°. 8, incluso cuando se sometió una pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que contenía Al y Mg y que no contenía Si, a tratamiento de conversión química en cualquiera de las condiciones, no se pudo evitar el ennegrecimiento cuando se usó una disolución acuosa de enfriamiento que no contenía ninguno de V⁵⁺, Si⁴⁺, ni Cr⁶⁺.

Como se muestra en el Ensayo N°. 9, incluso cuando se sometió una pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que contenía Al y Mg dentro de intervalos de concentración predeterminados y que también contenía Si, a tratamiento de conversión química en cualquiera de las condiciones, no se pudo evitar el ennegrecimiento cuando se usó una disolución acuosa de enfriamiento que no contenía ninguno de V⁵⁺, Si⁴⁺, ni Cr⁶⁺.

Como se ha descrito hasta ahora, una chapa de acero con aleación de Zn por inmersión en caliente obtenida por medio del procedimiento de producción de la presente invención muestra buena resistencia al ennegrecimiento, independientemente del tipo de tratamiento de conversión química.

(Equipo 5)

En el Experimento 5, se produjeron dos chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente con capas de revestimiento que tenían composiciones diferentes por medio de la formación de una capa de revestimiento sobre una chapa de acero laminada en caliente con un espesor de 2,3 mm, usada como chapa de acero de base (fleje de acero S) usando composiciones de baño de revestimiento (N°. 9 o 10) y condiciones de revestimiento mostradas en la Tabla 34. En la producción de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente, se empleó el mismo procedimiento de enfriamiento que el usado en el Experimento 1 (véase párrafo 0068) o el Experimento 2 (véase párrafo 0079). Posteriormente, se examinó la resistencia al ennegrecimiento lograda cuando se llevó a cabo el procedimiento de aceleración de la degradación de brillo en las condiciones N°. 1 y N°. 2 de la Tabla 2 de la misma manera que en el Experimento 1, para evaluar un grado de ennegrecimiento. Se descubrió una [estructura eutéctica ternaria Al/Zn/Zn₂Mg, a través de la observación de un corte transversal de la capa de revestimiento, en ambas chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente.

[Tabla 34]

N°. de Metalizado	Composición de baño de revestimiento (con resto de Zn) (% en masa)					Condiciones de Metalizado		
	Al	Mg	Si	Ti	B	Temperatura del baño (°C)	Cantidad de revestimiento (g/m ²)	Velocidad de paso (m/min)
9	6,0	3,0	-	0,008	-	430	90	80
10	11,0	3,0	0,200	0,080	-	450	90	80

En primer lugar, los resultados de evaluación para los grados de ennegrecimiento de las chapas de acero revestidas con aleación de Zn por inmersión en caliente producidas usando las mismas condiciones de enfriamiento que en el Experimento 1 se muestran en la Tabla 35.

[Tabla 35]

Pieza de ensayo N°.	N°. de Metalizado	Condiciones N°. de aceleración de degradación de brillo	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
			100	120	160	200	250	
A-9	9	1	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
A-10	10	1	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
B-9	9	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
B-10	10	2	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

Tal como se muestra en la Tabla 35, una pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que no contenía Si (pieza de ensayo N.º A-9) experimentó ennegrecimiento cuando se sometió a un procedimiento de aceleración de

degradación de brillo en las condiciones N.º 1, a menos que la temperatura superficial de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua se rebajara a 100 °C. Una pieza de ensayo sometida a un procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 2 (pieza de ensayo N.º B-9) experimentó ennegrecimiento incluso cuando se rebajó la temperatura de superficie de la chapa de acero hasta 100 °C.

5

Por otra parte, una pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que contenía Si (pieza de ensayo N.º A-10) no experimentó ennegrecimiento y mostró buena resistencia al ennegrecimiento incluso cuando la temperatura superficial de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento de agua fue de 250 °C, cuando el procedimiento de aceleración de degradación de brillo se llevó a cabo en las condiciones N.º 1. Una pieza de ensayo sometida al procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 2 (pieza de ensayo N.º B-10), sin embargo, experimentó ennegrecimiento, a menos que la temperatura superficial de la chapa de acero inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua se rebajara hasta 120 °C.

10

(Equipo 6)

15

A continuación, se enfriaron las dos chapas de acero con aleación de Zn por inmersión en caliente producidas en el Experimento 5, en las mismas condiciones que en el Experimento 2 y se sometieron al procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N.º 1 y se examinó la resistencia al ennegrecimiento obtenida en este caso y se evaluó de la misma manera que en el Experimento 1.

20

Una correspondencia entre el N.º de revestimiento de cada chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente y la concentración de aditivo en la disolución acuosa de enfriamiento usada se muestra en la Tabla 36. Los resultados se muestran en las tablas listadas en la Tabla 36.

[Tabla 36]

Nº. de Metalizado	Concentración del ion poliatómico (en términos de átomo; g/l)				
	0,001	0,01	0,1	1,0	10
9	Tabla 37	Tabla 38	-	-	-
10	-	Tabla 39	-	-	-

Con respecto a cada una de la chapas de acero revestidas, las relaciones entre el tipo de disolución acuosa de enfriamiento usada, la temperatura de la chapa de acero (superficie de la capa de revestimiento) inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua y el resultado de la evaluación del grado de ennegrecimiento se muestran en las Tablas 37 a 39.

25

[Tabla 37]

Pieza de ensayo N.º.	Disolución acuosa de enfriamiento N.º.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-9-1a	1	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-2a	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-3a	3	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-4a	4	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-5a	5	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-6a	6	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-7a	7	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-8a	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-9a	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-10a	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-11a	11	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-9-12a	12	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-13a	13	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-14a	14	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-15a	15	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-16a	16	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-17a	17	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-18a	18	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-19a	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-20a	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-21a	21	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-22a	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-23a	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-24a	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-25a	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-26a	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-27a	27	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-28a	28	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-29a	29	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-30a	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-31a	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 38]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-9-1b	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-2b	2	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-4b	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-5b	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-6b	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-9-7b	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-8b	8	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-9b	9	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-10b	10	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-9-19b	19	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-20b	20	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-21b	21	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-22b	22	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-23b	23	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-24b	24	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-25b	25	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-26b	26	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-27b	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-28b	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-29b	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-30b	30	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo
1-9-31b	31	A	B	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 39]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-10-1b	1	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-2b	2	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-4b	4	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-5b	5	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-6b	6	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-7b	7	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-8b	8	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-9b	9	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-10b	10	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
1-10-19b	19	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-20b	20	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-21b	21	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-22b	22	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-23b	23	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-24b	24	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-25b	25	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-26b	26	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-27b	27	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-28b	28	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-29b	29	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
1-10-30b	30	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo
1-10-31b	31	A	A	A	A	A	Ejemplo comparativo

Tal como se muestra en la Tabla 37, en una pieza de ensayo enfriada por medio del uso de una disolución acuosa de enfriamiento que contiene un ion poliatómico que incluye V⁵⁺, Si⁴⁺, o Cr⁶⁺ en una concentración, en términos de átomo, de 0,001 g/l, no se pudo evitar el ennegrecimiento.

- 5 Tal como se muestra en la Tabla 38, cuando se usó una disolución acuosa de enfriamiento que contenía un ion poliatómico que incluía V⁵⁺, Si⁴⁺, o Cr⁶⁺ en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l para el enfriamiento, se logró una buena resistencia al ennegrecimiento, independientemente de la temperatura de superficie de la chapa de acero revestida, inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua.

- 10 Por otra parte, como se muestra en la Tabla 39, cuando se enfrió la pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que contenía Al y Mg en intervalos de concentración predeterminados y también contenía Si mediante el uso de una disolución acuosa que contenía un ion poliatómico que incluía V⁵⁺, Si⁴⁺, o Cr⁶⁺ en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l, se logró una buena resistencia al ennegrecimiento, independientemente de la temperatura de superficie de la chapa de acero revestida, inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua.

- 15 (Equipo 7)

A continuación, se produjeron dos chapas diferentes de acero con aleación de Zn por inmersión en caliente de la misma manera que en el Experimento 6, y se examinó la resistencia al ennegrecimiento lograda cuando se llevó a cabo el procedimiento de aceleración de degradación de brillo en las condiciones N°. 2 de la misma forma que en el Experimento 3, y se evaluó de la misma forma que en el Experimento 1.

- 20 Una correspondencia entre el N.º de revestimiento de cada chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente y la concentración de aditivo en la disolución acuosa de enfriamiento usada se muestra en la Tabla 40. Los resultados se muestran en las tablas listadas en la Tabla 40.

[Tabla 40]

Nº. de Metalizado	Concentración del ion poliatómico (en términos de átomo; g/l)				
	0,001	0,01	0,1	1,0	10
9	Tabla 41	Tabla 42	-	-	-
10	Tabla 43	Tabla 44	-	-	-

[Tabla 41]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-9-1a	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-2a	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-3a	3	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-4a	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-5a	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-6a	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-7a	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-9-8a	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-9a	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-10a	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-11a	11	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-12a	12	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-13a	13	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-14a	14	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-15a	15	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-16a	16	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-17a	17	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-18a	18	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-19a	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-20a	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-21a	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-22a	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-23a	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-24a	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-25a	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-26a	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-27a	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-28a	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-29a	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-30a	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-31a	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 42]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-9-1b	1	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-2b	2	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-9-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-4b	4	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-5b	5	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-6b	6	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-7b	7	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-8b	8	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-9b	9	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-10b	10	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-9-19b	19	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-20b	20	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-21b	21	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-22b	22	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-23b	23	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-24b	24	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-25b	25	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-26b	26	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-27b	27	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-28b	28	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-29b	29	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-30b	30	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo
2-9-31b	31	C	C	C	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 43]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-10-1a	1	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-2a	2	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-3a	3	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-4a	4	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-5a	5	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-6a	6	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-7a	7	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-8a	8	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-9a	9	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-10a	10	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-11a	11	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-12a	12	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-13a	13	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-14a	14	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-15a	15	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-16a	16	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-17a	17	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-18a	18	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-19a	19	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-20a	20	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-21a	21	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-22a	22	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-23a	23	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-24a	24	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-25a	25	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-26a	26	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-27a	27	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-28a	28	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

ES 2 663 957 T3

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-10-29a	29	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-30a	30	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-31a	31	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

[Tabla 44]

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-10-1 b	1	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-2b	2	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-3b	3	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-4b	4	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-5b	5	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-6b	6	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-7b	7	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-8b	8	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-9b	9	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-10b	10	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-11b	11	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-12b	12	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-13b	13	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-14b	14	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-15b	15	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-16b	16	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-17b	17	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-18b	18	A	A	A	A	A	Ejemplo
2-10-19b	19	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-20b	20	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-21b	21	A	A	B	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-22b	22	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-23b	23	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-24b	24	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

(continuación)

Pieza de ensayo N°.	Disolución acuosa de enfriamiento N°.	Temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona de enfriamiento con agua (°C)					Observaciones
		100	120	160	200	250	
2-10-25b	25	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-26b	26	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-27b	27	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-28b	28	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-29b	29	A	A	A	B	C	Ejemplo comparativo
2-10-30b	30	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo
2-10-31b	31	A	A	B	C	C	Ejemplo comparativo

5 Como muestran las Tablas 41 y 43, incluso cuando una placa de revestimiento contenía Al y Mg en intervalos de concentración predeterminados y se llevó a cabo el enfriamiento usando una disolución acuosa de enfriamiento que contenía un ion poliatómico que incluía V⁵⁺, Si⁴⁺, o Cr⁶⁺, no fue posible mejorar la resistencia al ennegrecimiento cuando la concentración del ion poliatómico, en términos de átomo, fue de 0,001 g/l.

10 Tal como se muestra en la Tabla 42, en una pieza de ensayo que tenía una capa de revestimiento que contenía Al y Mg dentro de intervalos de concentración predeterminados y que también contenía Ti, la resistencia al ennegrecimiento fue buena, independientemente de la temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua, con tal de que se usara la disolución acuosa de enfriamiento que contenía el ión poliatómico que incluía V⁵⁺, Si⁴⁺, o Cr⁶⁺ en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l para el enfriamiento.

15 Tal como se muestra en la Tabla 44, en una pieza de ensayo que tiene una capa de revestimiento que contiene Al y Mg en intervalos de concentración predeterminados y también contiene Si y Ti, la resistencia al ennegrecimiento fue buena, independientemente de la temperatura superficial de la chapa de acero revestida inmediatamente antes del enfriamiento en la zona 360 de enfriamiento con agua, con tal de que se usara la disolución acuosa de enfriamiento que contenía el ión poliatómico que incluía V⁵⁺, Si⁴⁺, o Cr⁶⁺ en una concentración, en términos de átomo, de 0,01 g/l para el enfriamiento. En las Tablas 42 y 44, la resistencia al ennegrecimiento no mejoró en las piezas de ensayo enfriadas mediante el uso de la disolución acuosa de enfriamiento que no contiene ninguno de V⁵⁺, Si⁴⁺, y Cr⁶⁺.

Aplicabilidad industrial

20 La chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente obtenida mediante el procedimiento de producción de la presente invención es excelente en cuanto a resistencia al ennegrecimiento, y además es útil como chapa de acero revestida para materiales de cubiertas o materiales de revestimiento de fachadas, electrodomésticos, automóviles, por ejemplo.

25 La presente solicitud está basada y reivindica el beneficio de prioridad de la Solicitud de Patente Japonesa anterior N°. 2012-258582, presentada el 27 de noviembre de 2012, y la Solicitud de Patente Japonesa N°. 2013-019275, presentada el lunes, 4 de febrero de 2013.

Lista de signos de referencia

- 100, 200 aparato de enfriamiento
- 110 boquilla de pulverización
- 30 120, 230 rodillo escurridor
- 130 alojamiento
- 210 tanque de inmersión
- 220 rodillo de inmersión
- 300 línea de producción
- 35 310 horno
- 320 baño de revestimiento
- 330 boquilla limpiadora
- 340 enfriador de chorro de aire
- 350 zona de enfriamiento por vapor
- 40 360 zona de enfriamiento por agua

- 370 laminador
- 380 nivelador de tensión
- 390 carrete de tensión
- 400 dispositivo de revestimiento por rodillos
- 5 410 zona de secado
- 420 zona de enfriamiento por aire
- S fleje de acero

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para producir una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente, que comprende:

5 formar una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente de una chapa de acero de sustrato por inmersión de la chapa de acero de sustrato en un baño de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente que contiene Al y Mg; y
 poner en contacto una disolución acuosa que contiene un ion poliatómico que incluye V^{5+} con una superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente, para enfriar de este modo la chapa de acero de sustrato y la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente cuyas temperaturas se han
 10 aumentando a través de la formación de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente, en el que la disolución acuosa contiene el ion poliatómico en una concentración de 0,01 g/l o más en términos de átomo de V, y
 la temperatura superficial de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente cuando se pone en contacto la disolución con la superficie de capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en
 15 caliente es de 100 °C o más e igual o menor que el punto de solidificación de la capa de revestimiento.

2. Un procedimiento de producción de una chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente que comprende:

20 formar una capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente sobre una superficie de una chapa de acero de base sumergiendo la chapa de acero de base en un baño de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente que contiene Al y Mg; y
 poner en contacto una disolución acuosa con una superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente, conteniendo la disolución acuosa uno o dos o más iones poliatómicos seleccionados entre el grupo que consiste en un ion poliatómico que incluye Si^{4+} y un ion poliatómico que incluye Cr^{6+} , enfriándose de
 25 este modo la chapa de acero de sustrato y la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente cuyas temperaturas se han aumentado a través de la formación de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente; y
 retirar la disolución acuosa en exceso que reviste la superficie de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente, con un rodillo escurridor,
 en el que la disolución acuosa contiene el ion poliatómico en una concentración de 0,01 g/l o más, en términos
 30 de uno o más átomos seleccionados entre el grupo que consiste en Si y Cr, y
 la temperatura superficial de la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente cuando se pone en contacto la disolución con la superficie de capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente es de 100 °C o más e igual o menor que el punto de solidificación de la capa de revestimiento.

3. El procedimiento de producción de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente contiene de 1,0 a un 22,0 % en masa de Al, de un 0,1 a un 10,0 % en masa de Mg con el resto de Zn e impurezas inevitables.

4. El procedimiento de producción de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente contiene de un 0,001 a un 2,0 % en masa de Si.

5. El procedimiento de producción de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en el que la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente contiene de un 0,001 a un 0,1 % en masa de Ti.

45 6. El procedimiento de producción de la chapa de acero revestida con aleación de Zn por inmersión en caliente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que la capa de revestimiento de aleación de Zn por inmersión en caliente contiene además de un 0,001 a un 0,045 % en masa de B.

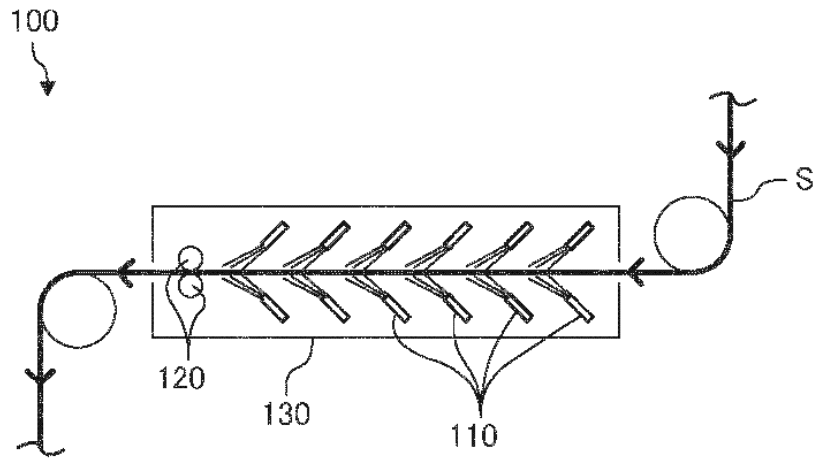


FIG. 1A

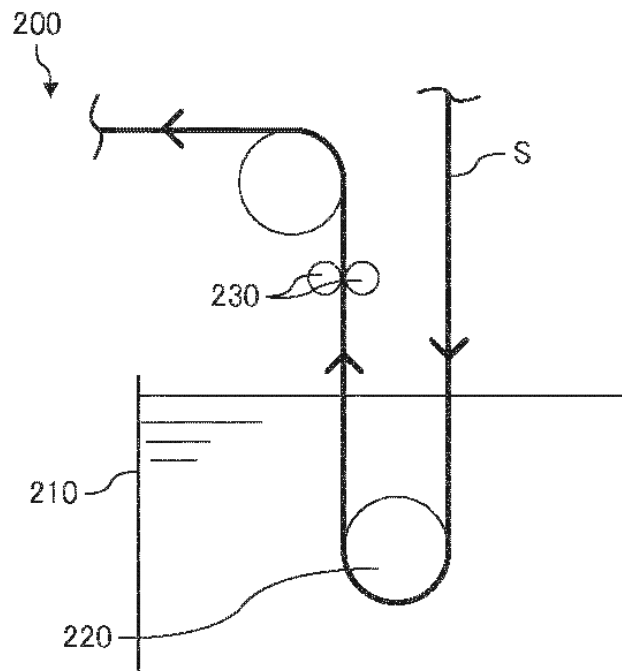


FIG. 1B

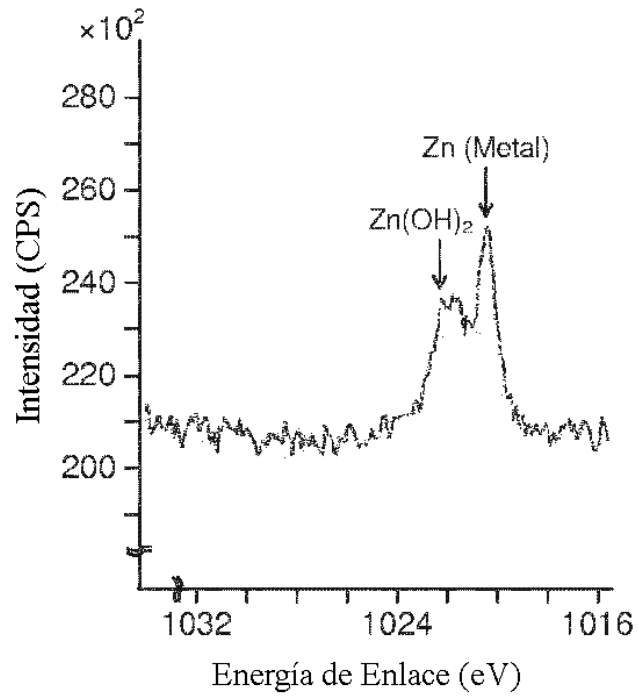


FIG. 2A

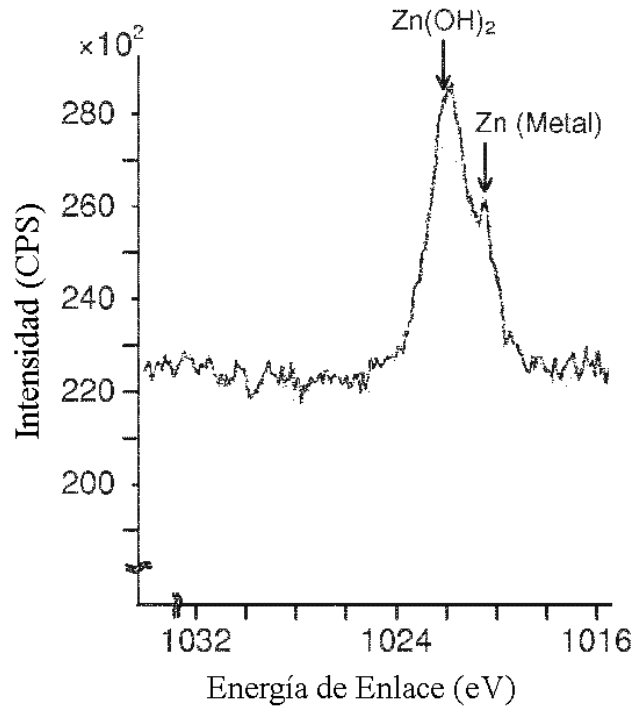


FIG. 2B

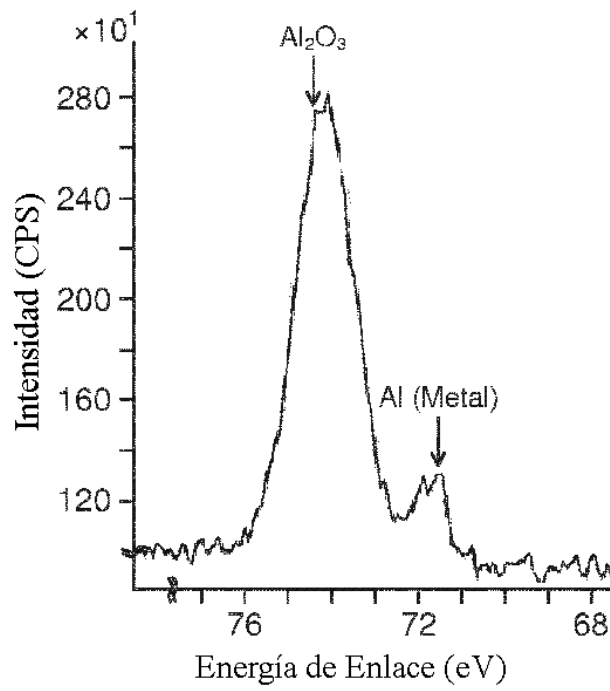


FIG. 3A

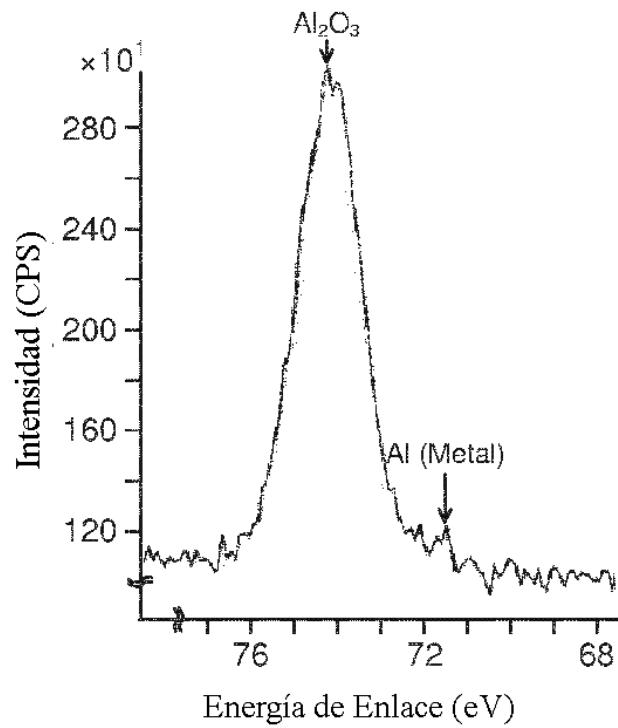


FIG. 3B

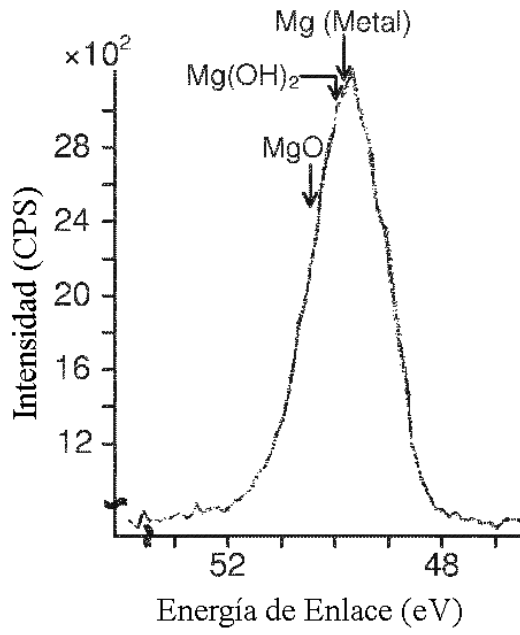


FIG. 4A

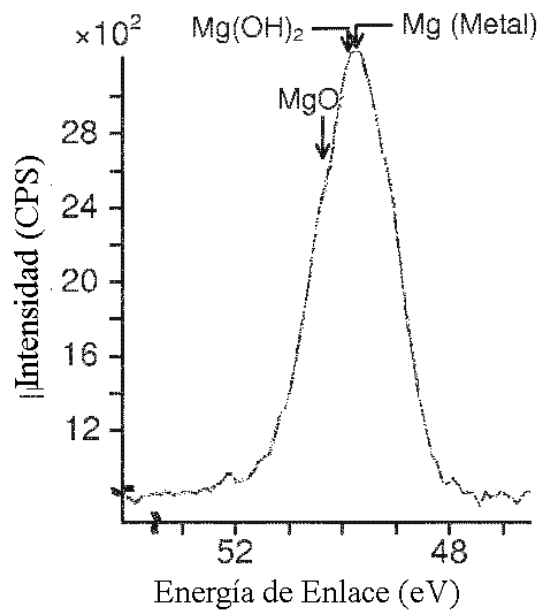


FIG. 4B

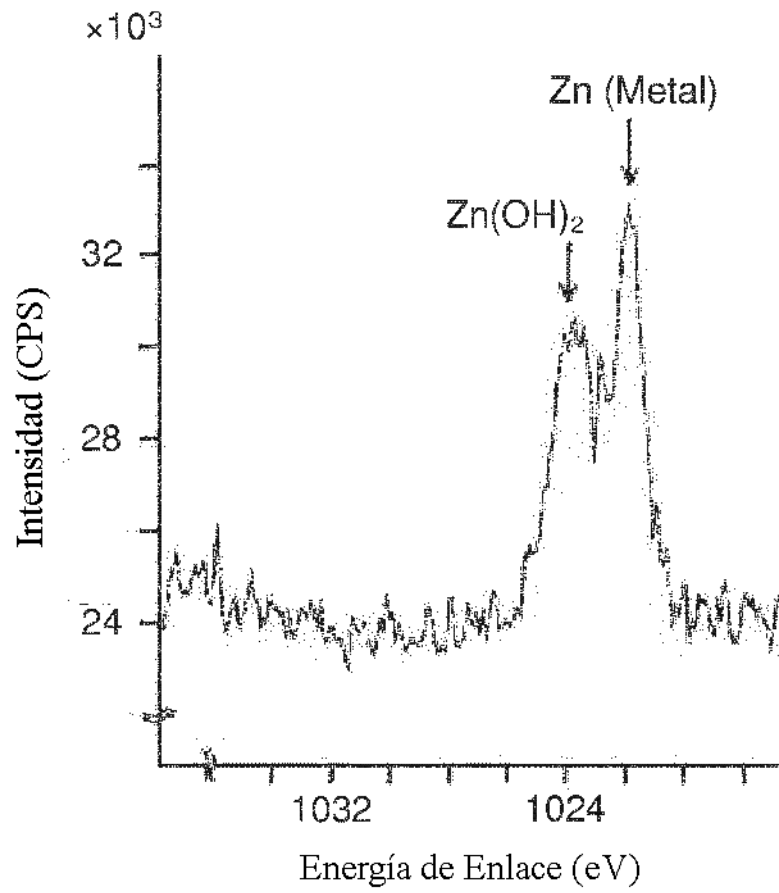


FIG. 5

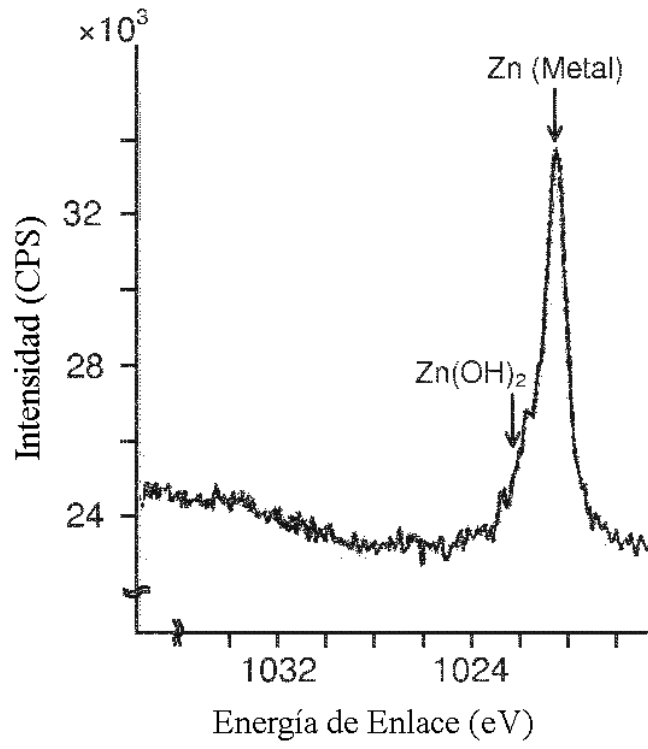


FIG. 6

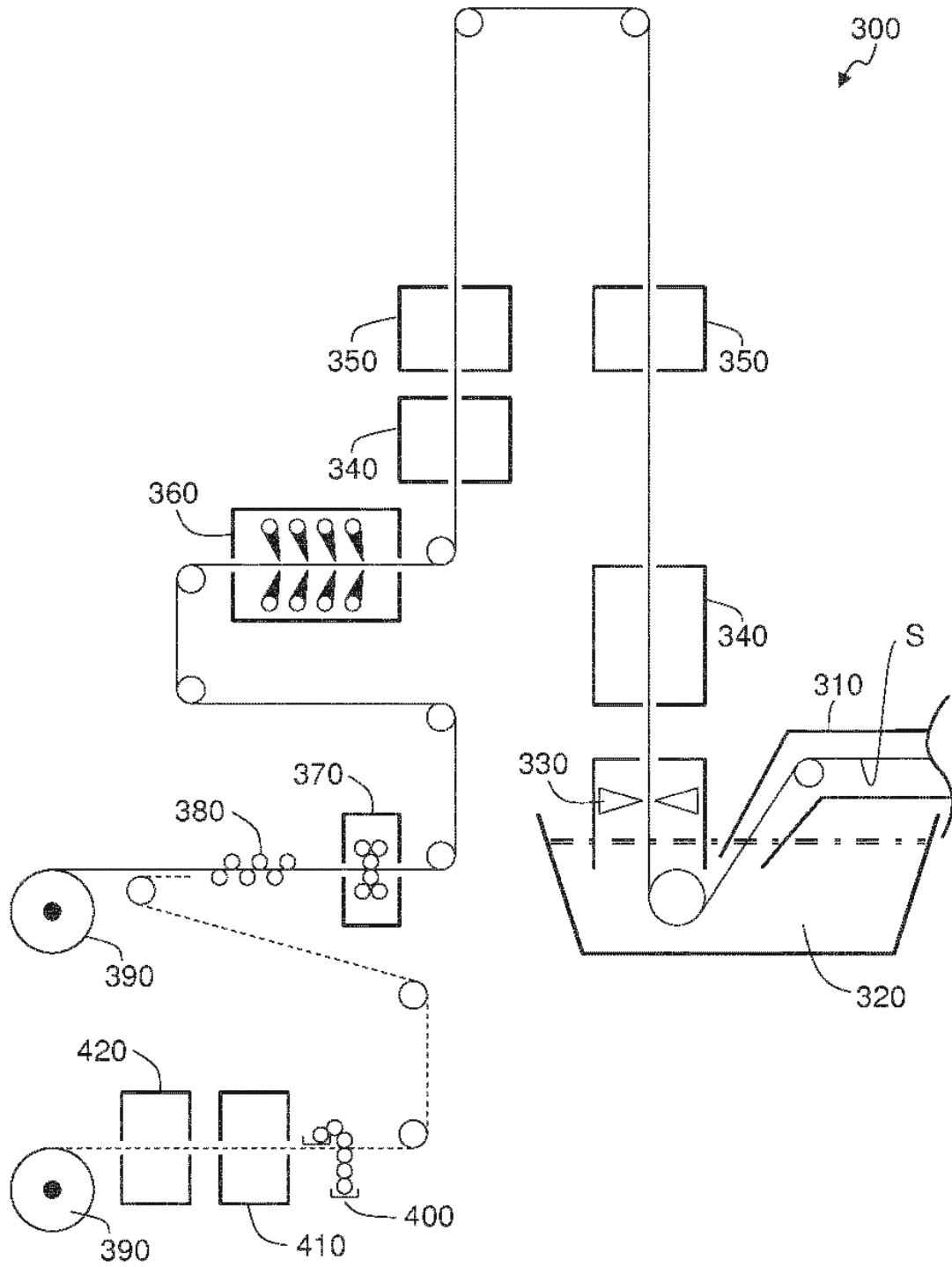


FIG. 7