

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 771**

51 Int. Cl.:

C23C 22/08 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)
C25D 11/36 (2006.01)
C23C 22/74 (2006.01)
C25D 3/30 (2006.01)
C25D 5/10 (2006.01)
C25D 5/48 (2006.01)
C25D 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2006 E 06822413 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016 EP 1942208**

54 Título: **Método para fabricar chapa de acero estañada**

30 Prioridad:

20.10.2005 JP 2005305765
09.02.2006 JP 2006032171

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.04.2016

73 Titular/es:

JFE STEEL CORPORATION (100.0%)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo, 100-0011, JP

72 Inventor/es:

SUZUKI, TAKESHI;
MAKIISHI, NORIKO;
IWASA, HIROKI;
TANAKA, TAKUMI y
SHIGEKUNI, TOMOFUMI

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 566 771 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

Método para fabricar chapa de acero estañada

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método para fabricar chapas de acero estañadas para su uso en latas tales como latas DI, latas para alimentos y latas para bebidas, y más particularmente, a un método para fabricar una chapa de acero estañada que tiene sobre una superficie de la misma un recubrimiento de conversión química que incluye ácido fosfórico.

Antecedentes de la técnica

10 Como chapas de acero tratadas en la superficie para su uso en latas, se han usado ampliamente chapas de acero estañadas, denominadas hasta la fecha "planchas de estaño". En general, las chapas de acero estañadas descritas anteriormente se sumergen en una disolución acuosa que contiene un compuesto de cromo hexavalente, tal como ácido bicrómico, o se electrolizan en la disolución anterior o se recubren con la misma para formar capas cromadas sobre las superficies recubiertas de las chapas de acero. Mediante la formación de capas cromadas sobre las superficies de chapas de acero, puede impedirse la oxidación de superficies estañadas durante el almacenamiento a largo plazo, y puede suprimirse la degradación del aspecto (amarilleamiento). Además, cuando se aplica pintura a la chapa de acero estañada antes de su uso, puesto que se suprime el crecimiento de una capa de óxido de estaño, se impide el fallo cohesivo de la capa de óxido de estaño, y por tanto se garantiza la adhesión de pintura.

15 Sin embargo, cuando se forma el recubrimiento cromado sobre la superficie de la chapa de acero estañada, puesto que se usa una disolución acuosa que contiene un óxido de cromo hexavalente tal como se describió anteriormente, con el fin de garantizar la seguridad del entorno de trabajo y llevar a cabo un tratamiento de efluentes, se requiere un coste considerable. Además, en el caso de que desafortunadamente haya fugas de la disolución de procesamiento de cromado por accidente o similar, probablemente puede provocar un daño muy grave al entorno.

20 Tal como se describió anteriormente, debido a la tendencia reciente hacia la conservación del entorno, ha surgido un movimiento para la restricción del uso de cromo en diversos campos, y se ha requerido cada vez más un tratamiento de conversión química que no contenga cromo ni siquiera para las chapas de acero estañadas.

25 Según la situación actual anterior, se han propuestos diversas técnicas de conversión química en lugar del tratamiento de cromado para chapas de acero estañadas para su uso en latas. Por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente japonesa examinada n.º 55-24516, se ha dado a conocer un método de tratamiento de superficie para una chapa de acero estañada que forma un recubrimiento de conversión química que no contiene Cr sobre una chapa de acero estañada mediante electrólisis con corriente continua realizada en una disolución a base de ácido fosfórico usando la chapa de acero estañada como cátodo.

30 En la publicación de solicitud de patente japonesa examinada n.º 1-32308, se ha dado a conocer una plancha de estaño electrodepositada para su uso en latas sin costuras, en la que se proporciona un recubrimiento de conversión química que contiene P con o sin Al y sin Cr sobre una superficie de capa de estañado.

35 Además, en la publicación de solicitud de patente japonesa examinada n.º 58-41352, se ha dado a conocer una disolución de conversión química para tratar superficies metálicas, que contiene iones fosfato, al menos un tipo de clorato y bromato, e iones de estaño, y que tiene un pH de 3 a 6.

40 Sin embargo, con vistas a la supresión de la degradación del rendimiento, tal como degradación del aspecto (fenómeno de amarilleamiento) y degradación de la adhesión de pintura, provocada por el crecimiento de una capa de óxido de estaño sobre una superficie, no puede decirse que los recubrimientos de conversión química dados a conocer por las técnicas convencionales anteriores tengan un rendimiento suficiente equivalente al de un recubrimiento cromado obtenido mediante una disolución que contiene ácido bicrómico convencional.

45 Además, una chapa de acero estañada que se procesa mediante un tratamiento de cromado actual se fabrica generalmente a alta velocidad, tal como de 300 m/min o más, y por tanto tiene una alta productividad. Por consiguiente, con el fin de reemplazar la chapa de acero estañada que se procesa mediante un tratamiento de cromado por un nuevo tratamiento de conversión química, el nuevo tratamiento de conversión química debe realizarse a alta velocidad, al menos equivalente a o más rápida que la del procedimiento actual. Como índice aproximado al que se realiza un tratamiento de conversión química a una alta velocidad de 300 m/min o más, el tiempo de conversión química se fija preferiblemente a aproximadamente 1 segundo. Cuando el tratamiento de conversión química se completa en el plazo de 1 segundo, puede realizarse un tratamiento a una velocidad de 50 300 m/min, por ejemplo, usando un tanque relativamente pequeño y de forma vertical que tiene una profundidad efectiva de aproximadamente 2,5 m. Sin embargo, a medida que aumenta el tiempo de tratamiento, el tamaño del tanque de tratamiento o el número de los mismos debe aumentarse con el fin de garantizar un tiempo de paso. Como resultado, el coste del equipo y el coste de mantenimiento del mismo aumentan desfavorablemente.

55 La presente invención se ha diseñado considerando las circunstancias anteriores, y un objeto de la presente

5 invención es proporcionar un método de fabricación para una chapa de acero estañada, teniendo la chapa de acero estañada un recubrimiento de conversión química a base de ácido fosfórico en lugar de un recubrimiento cromado convencional, que puede suprimir la degradación del rendimiento provocada por el crecimiento de una capa de óxido de estaño sobre una superficie. Además, la presente invención también proporciona un método que puede fabricar la chapa de acero mencionada anteriormente al tiempo que se mantienen una alta velocidad y alta estabilidad equivalentes a las de un procedimiento de tratamiento de cromado convencional.

Divulgación de la invención

10 La presente invención proporciona un método para fabricar una chapa de acero estañada que comprende: una capa de chapado que contiene estaño sobre al menos una superficie de una chapa de acero; y un recubrimiento de conversión química que contiene P y estaño sobre la capa de chapado, en la que la cantidad recubierta del recubrimiento de conversión química por superficie es de 1,0 a 50 mg/m² en cuanto a P, la razón atómica Sn/P obtenida a partir de la intensidad de un pico de P2p y la de un pico de Sn3d del recubrimiento de conversión química está en el intervalo de 1,0 a 1,5, midiéndose las intensidades en la superficie de la misma usando un método de espectroscopía fotoelectrónica de rayos X, y la razón atómica O/P obtenida a partir de la intensidad del pico de P2p y la del pico de O1s está en el intervalo de 4,0 a 9,0.

15 En la chapa de acero estañada descrita anteriormente, la razón I_{OH}/I_{PO} entre la intensidad de absorbancia de reflexión de un enlace PO (I_{PO}) y la intensidad de absorbancia de reflexión de un enlace OH (I_{OH}) de un espectro de absorción infrarroja del recubrimiento de conversión química está preferiblemente en el intervalo de 0,18 a 0,30.

20 Además, la presente invención proporciona un método para fabricar una chapa de acero estañada, que comprende las etapas de, tras formarse una capa de chapado que contiene estaño sobre al menos una superficie de una chapa de acero, realizar un tratamiento electrolítico catódico de la chapa de acero en una disolución de conversión química que contiene iones de estaño e iones fosfato, y luego realizar el calentamiento hasta de 60 a 200°C.

Además, según este método para fabricar una chapa de acero estañada, los iones de estaño son preferiblemente iones de estaño tetravalente.

25 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un gráfico que muestra la relación entre el número de onda y la absorbancia de reflexión de un espectro de absorción infrarroja.

La figura 2 es un gráfico que muestra la relación entre la temperatura de calentamiento y la razón I_{OH}/I_{PO} de un espectro de absorción infrarroja.

30 **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

A continuación en el presente documento, se describirá la presente invención en detalle.

35 Los inventores de la presente invención llevaron a cabo una intensa investigación con el fin de obtener una chapa de acero estañada que tiene un recubrimiento de conversión química a base de ácido fosfórico en lugar de un recubrimiento cromado, que puede suprimir el crecimiento de una capa de óxido de estaño sobre una superficie. Como resultado, se encontró que puede obtenerse una chapa de acero estañada que suprime el crecimiento de una capa de óxido de estaño sobre una superficie y que tiene aspecto, adhesión de pintura y resistencia a la corrosión superiores cuando se prescriben razones atómicas de los elementos Sn, P y O contenidos en un recubrimiento de conversión química, que se cree que son responsables considerablemente de suprimir el crecimiento de una capa de óxido de estaño sobre una superficie y de mejorar el rendimiento, además de la prescripción de una cantidad recubierta del recubrimiento de conversión química, y además, cuando la razón I_{OH}/I_{PO} entre intensidad de absorbancia de reflexión de un enlace PO (I_{PO}) y la de un enlace OH (I_{OH}) de un espectro de absorción infrarroja se fija en el intervalo de 0,18 a 0,30.

40 La chapa de acero estañada de la presente invención tiene una capa de chapado que contiene estaño sobre al menos una superficie de la chapa de acero y tiene un recubrimiento de conversión química que contiene P y estaño sobre la capa de chapado.

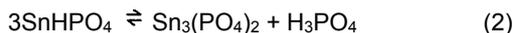
45 En primer lugar, la “chapa de acero estañada” de la presente invención incluye todas las chapas de acero procesadas mediante chapado que contienen estaño. Entre estas, una “chapa de acero estañada” particularmente preferible es una chapa de acero que tiene una capa de chapado que contiene estaño, que es una capa de estaño metal, formada sobre una única capa intermedia formada por una capa de aleación de Fe-Sn-Ni o una capa de aleación de Fe-Sn o sobre una capa intermedia compuesta formada por una capa de aleación de Fe-Ni como capa más inferior y una capa de aleación de Fe-Sn-Ni prevista sobre la misma. La cantidad de adición de la capa de chapado está preferiblemente en el intervalo de 0,05 a 20 g/m² por superficie. Cuando la cantidad de adición es de 0,05 g/m² o más, puede obtenerse una resistencia a la corrosión suficiente. Por otro lado, cuando la cantidad de adición es de más de 20 g/m², la capa de chapado tiene un grosor excesivamente grande, y por tanto no pueden obtenerse ventajas de coste en algunos casos. La cantidad de adición de Sn puede medirse mediante un método

culombimétrico o análisis de superficie usando rayos X fluorescentes.

A continuación, se describirá un recubrimiento de conversión química que contiene P y estaño, que se forma sobre la capa de chapado anterior. En primer lugar, como cantidad recubierta del recubrimiento de conversión química, son necesarios de 1,0 a 50 mg/m² en cuanto a P. La cantidad recubierta anterior es un punto importante. Cuando la cantidad recubierta es de menos de 1,0 mg/m², puesto que el rendimiento de cobertura del recubrimiento de conversión química no es suficiente, no puede impedirse suficientemente la oxidación del estaño, y por tanto no puede obtenerse una adhesión de pintura suficiente. Por otro lado, cuando la cantidad recubierta es de más de 50 mg/m², puesto que es probable que se generen defectos tales como grietas en el recubrimiento, la adhesión de pintura y/o la resistencia a la corrosión se degrada, y por tanto la cantidad recubierta se fija a 50 mg/m² o menos. Además, la cantidad recubierta puede medirse mediante análisis de superficie usando rayos X fluorescentes.

Como composición del recubrimiento de conversión química, es necesario que la razón atómica Sn/P entre los elementos Sn y P obtenida a partir de las intensidades de pico de P2p y Sn3d del recubrimiento de conversión química medidas en la superficie del mismo mediante un método de espectroscopía fotoelectrónica de rayos X esté en el intervalo de 1,0 a 1,5 y que la razón atómica O/P entre los elementos O y P obtenida a partir de las intensidades de pico de P2p y O1s esté en el intervalo de 4,0 a 9,0. Las razones atómicas descritas anteriormente también son puntos muy importantes como cantidad recubierta del recubrimiento de conversión química descrita anteriormente.

Como compuestos de ácido fosfórico y estaño, están el dihidrogenofosfato de estaño (II) (Sn(H₂PO₄)₂), el hidrogenofosfato de estaño (II) (SnHPO₄) y el fosfato de estaño (II) (Sn₃(PO₄)₂) y en una disolución acuosa, se mantienen las siguientes relaciones de equilibrio representadas por las fórmulas (1) y (2).



Puesto que también se aplica a la superficie interior de una lata, se requiere que el recubrimiento de conversión química esté presente de manera estable mientras que está en contacto con el contenido de la lata incluyendo un componente acuoso. Puesto que es soluble en agua, el dihidrogenofosfato de estaño (II) es propenso a estar disuelto en el contenido, y como resultado, la estabilidad del recubrimiento puede degradarse en algunos casos. Por consiguiente, es necesario que el recubrimiento de conversión química esté formado por hidrogenofosfato de estaño (II), fosfato de estaño (II) o una mezcla de los mismos. Cuando se tienen en cuenta los puntos descritos anteriormente, la razón atómica Sn/P entre los elementos Sn y P es de 1,0 cuando el contenido de hidrogenofosfato de estaño (II) es del 100% y es de 1,5 cuando el contenido de fosfato de estaño (II) es del 100%. Por tanto, la razón atómica Sn/P entre los elementos Sn y P se fija en el intervalo de 1,0 a 1,5. Cuando la razón atómica Sn/P es de menos de 1,0, puesto que el dihidrogenofosfato de estaño (II) permanece en el recubrimiento, se disuelve un componente soluble en el contenido, y como resultado, se degrada la resistencia a la corrosión. Por otro lado, cuando la razón atómica supera 1,5, esta razón atómica no puede estar presente desde un punto de vista estequiométrico.

Además, las fórmulas (1) y (2) anteriores, la razón atómica O/P es de 4,0 en cuanto a la estequiometría. Sin embargo, estructuralmente, cuando se calienta un ácido ortofosfórico hasta una alta temperatura, puesto que se produce una reacción de polimerización por deshidratación, la razón atómica O/P disminuye hasta menos de 4,0, y se forma finalmente un ácido metafosfórico (PO₃⁻); por tanto, la razón atómica O/P disminuye hasta 3,0. Como resultado, cuando la deshidratación de la estructura de ácido ortofosfórico se produce mediante calentamiento, es probable que se produzca agrietamiento en el recubrimiento debido a la contracción del volumen, y en consecuencia, se degradan las propiedades de barrera. Además, puesto que la oxidación de estaño se produce mediante calentamiento, el aspecto también se degrada. Por tanto, con el fin de mantener la resistencia a la corrosión y el aspecto y para impedir la reacción de deshidratación, no es preferible que la razón atómica O/P disminuya hasta menos de 4,0.

Además, cuando se forma realmente un recubrimiento a base de ácido fosfórico usando una disolución acuosa, la razón atómica O/P es de más de 4,0 en muchos casos. Este resultado indica que además de ácido fosfórico y estaño, se atrapa agua en el recubrimiento en forma de adsorbato o un hidrato. Un recubrimiento de ácido fosfórico-estaño funciona como barrera que suprime la transmisión de agua y oxígeno al interior de una capa de estañado desde el entorno circundante. Sin embargo, cuando está presente una gran cantidad de agua en el recubrimiento, el propio recubrimiento de conversión química funciona como fuente de suministro de oxígeno, y como resultado, se fomenta la oxidación de la capa de estañado. Por consiguiente, con el fin de suprimir la oxidación de la capa de estañado y para impedir la degradación del aspecto, tal como el amarilleamiento, y la degradación de la adhesión de pintura, es preferible que no esté presente en el recubrimiento una gran cantidad de agua, que funciona como factor de fomento de la corrosión. En particular, cuando está presente agua en una gran cantidad en el recubrimiento, y la razón atómica O/P es de más de 9,0, aunque esté presente el recubrimiento de conversión química, no puede suprimirse suficientemente el crecimiento de una capa de óxido de estaño, y como resultado, la superficie se cubre con la capa de óxido de estaño; por tanto, se producen en la práctica diversos problemas, tales como degradación del aspecto por amarilleamiento y degradación de la adhesión por fallo de cohesión de la película

de óxido delgada. Por tanto, la razón atómica O/P se fija en el intervalo de 4,0 a 9,0.

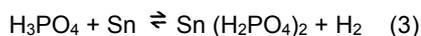
Las razones atómicas descritas anteriormente pueden obtenerse midiendo los picos de O1s, P2p y Sn3d en la superficie usando medición por espectroscopía fotoelectrónica de rayos X, seguido por cálculos basados en la concentración atómica obtenida usando software cuantitativo para la espectroscopía fotoelectrónica de rayos X. Como ejemplo del software cuantitativo, puede mencionarse Vision 2 de KRATOS Analytical Inc. Puesto que O1s se ve influido considerablemente por componentes de adsorción y la contaminación presente en la superficie más superior, con el fin de correlacionar el pico de O1s con propiedades del recubrimiento, el análisis se realiza preferiblemente tras reducirse la influencia de la contaminación realizando un bombardeo catódico suave, etcétera. Además, se ha usado ampliamente un método de factor de sensibilidad relativo para la determinación cuantitativa, y usando la intensidad de pico o la intensidad de área de pico de un elemento objetivo, pueden realizarse cálculos usando un factor almacenado de antemano en un aparato o el obtenido mediante la medición de una sustancia patrón.

Además, la razón I_{OH}/I_{PO} entre la intensidad de absorción de reflexión de un enlace PO (I_{PO}) y la de un enlace OH (I_{OH}) del recubrimiento de conversión química obtenida mediante un espectro de absorción infrarroja está preferiblemente en el intervalo de 0,18 a 0,30. La cantidad de agua en el recubrimiento de conversión química también puede determinarse mediante la razón I_{OH}/I_{PO} , es decir, la razón entre la intensidad de absorción de un enlace PO (I_{PO}) y la intensidad de absorción de un enlace OH (I_{OH}) del recubrimiento de conversión química obtenida mediante un espectro de absorción infrarroja. En la presente invención, con el fin de evaluar cuantitativamente el espectro de absorción infrarroja de un recubrimiento de superficie ultradelgado tal como se describió anteriormente, se usó un dispositivo FT-IR (espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier), y se realizó la medición usando un método de reflexión de alta sensibilidad. En particular, se usó un dispositivo FT-IR: JIR-100 fabricado por JEOL Ltd.; en la medición de reflexión de alta sensibilidad, la luz incidente era luz polarizada paralela, y el ángulo de incidencia se fijó a 70°; y la resolución era de 4 cm^{-1} , el número de adquisición era de 200, y se realizó la medición usando un detector MCT de banda ancha como detector. Como muestra de referencia, se usó una chapa de acero que tenía sólo una capa de estaño chapada sobre la misma y no se usó recubrimiento de conversión química, y se obtuvo un espectro de diferencia a partir de la muestra de referencia. Tal como se muestra en la figura 1, I_{OH} e I_{PO} son la intensidad del pico de absorción de un enlace OH observado a un número de onda de aproximadamente 3.510 cm^{-1} y la intensidad del pico de absorción de un enlace PO observado a un número de onda de aproximadamente 1.130 cm^{-1} del espectro de absorción IR del recubrimiento de conversión química, respectivamente. I_{OH}/I_{PO} se obtiene mediante las etapas de medir la intensidad de pico de OH en las proximidades de 3.510 cm^{-1} y la intensidad de pico de ácido fosfórico en las proximidades de 1.130 cm^{-1} , restar el fondo de las intensidades respectivas para obtener espectros diferentes y calcular entonces la razón entre las mismas.

Cuando I_{OH}/I_{PO} es de más de 0,30, puesto que la cantidad de agua es excesiva en el recubrimiento de conversión química, el crecimiento de óxido de estaño no puede suprimirse suficientemente, y como resultado, la superficie se cubre con la película de óxido; por tanto, en la práctica pueden producirse en algunos casos diversos problemas, tales como degradación del aspecto por amarilleamiento y degradación de la adhesión por fallo de cohesión de la película de óxido delgada. Por tanto, I_{OH}/I_{PO} se fija preferiblemente a 0,30 o menos. Además, con el fin de mantener de manera estable las propiedades, I_{OH}/I_{PO} se fija preferiblemente a 0,28 o menos. Por otro lado, cuando I_{OH}/I_{PO} es de menos de 0,18, aunque la cantidad de agua en el recubrimiento de conversión química sea pequeña, esta razón se obtiene realizando un calentamiento excesivo; por tanto, como resultado, se forma desfavorablemente una gran cantidad de óxido de estaño sobre la superficie, y el aspecto y/o la adhesión pueden degradarse inesperadamente en algunos casos. Por consiguiente, I_{OH}/I_{PO} es preferiblemente de 0,18 o más.

A continuación, se describirá el método para fabricar la chapa de acero estañada según la presente invención. En primer lugar, sobre una chapa de acero que tiene una capa de chapado que contiene estaño sobre al menos una superficie de la misma, se forma un recubrimiento de conversión química que contiene P y estaño. Como método de formación, por ejemplo, pueden mencionarse 1) un método de sumergir una chapa de acero en una disolución acuosa que contiene ácido fosfórico y/o una sal de metal tal como fosfato de sodio y/o fosfato de potasio, y 2) un método de realizar un tratamiento electrolítico catódico de una chapa de acero en una disolución de conversión química que contiene iones de estaño, preferiblemente iones de estaño tetravalente, e iones fosfato.

El método 1) descrito anteriormente es un método general. En el método 1), la superficie del estañado y una fuente de ácido fosfórico, tal como ácido fosfórico y/o una sal de metal del mismo, tal como fosfato de sodio y/o fosfato de potasio, reaccionan entre sí, y como resultado, por ejemplo, se forma dihidrogenofosfato de estaño (II) tal como se muestra mediante la fórmula (3).



El dihidrogenofosfato de estaño (II) tiene la relación de equilibrio con el hidrogenofosfato de estaño (II) y el fosfato de estaño (II) mostrada mediante las fórmulas (1) y (2). Además, según la fórmula (3), cuando se forma dihidrogenofosfato de estaño (II), se genera simultáneamente gas hidrógeno. Como resultado, puesto que se consumen protones en las proximidades de la interfase de la chapa de acero, aumenta el pH, y precipitan hidrogenofosfato de estaño (II) y fosfato de estaño (II), dando como resultado la formación de un recubrimiento sobre la chapa de acero.

Según el método 1) anterior, aunque el recubrimiento de conversión química que contiene P y estaño puede precipitar realmente sobre la capa de chapado, el tiempo de reacción es largo, tal como de aproximadamente 5 a 10 segundos. Por tanto, cuando se forma el recubrimiento a alta velocidad, el método anterior no es ventajoso.

Por otro lado, según el método 2) anterior, es decir, según el método para realizar un tratamiento electrolítico catódico de una chapa de acero en una disolución de conversión química formada añadiendo iones de estaño, preferiblemente iones de estaño tetravalente, a una disolución acuosa que contiene iones fosfato, la velocidad de precipitación del recubrimiento puede mejorarse significativamente. Por tanto, el método 2) es preferible puesto que la velocidad de precipitación puede mejorarse tal como se describió anteriormente. Se cree que el motivo de esto es el siguiente.

En primer lugar, con el fin de facilitar la formación de dihidrogenofosfato de estaño (II) mostrado mediante la fórmula (3), resulta eficaz aumentar la concentración de iones de estaño en la disolución. Desde este punto de vista, es preferible que los iones de estaño estén contenidos en la disolución de conversión química. Sin embargo, cuando se añade una gran cantidad de iones de estaño divalente a una disolución acuosa que contiene iones fosfato, puesto que se genera lodo en la disolución, puede degradarse la adhesión uniforme del recubrimiento, y como resultado, puede no obtenerse un efecto suficiente en algunos casos. Por otro lado, cuando se añaden iones de estaño tetravalente, se suprime la formación de lodo en la disolución, y puede añadirse una mayor cantidad de iones de estaño en comparación con el caso de iones de estaño divalente. Además, la precipitación del recubrimiento se mejora en comparación con el caso en el que se añaden iones de estaño divalente. Los iones de estaño tetravalente disueltos en la disolución se reducen a iones de estaño divalente en las proximidades de la interfase de la chapa de acero mediante la emisión de electrones de manera simultánea a la disolución de la superficie de estañado. Por tanto, como resultado, se obtiene el mismo efecto que el obtenido añadiendo iones de estaño divalente a una alta concentración a las proximidades de la interfase, y por tanto la velocidad de reacción aumenta significativamente. Además, cuando se realiza electrólisis usando la chapa de acero como cátodo, puesto que se fomenta la reducción de iones de estaño tetravalente a iones de estaño divalente, y también se fomenta la reacción de reducción de protones, se fomenta la deposición de precipitados de hidrogenofosfato de estaño (II) y fosfato de estaño (II) por el aumento del pH en las proximidades de la interfase; por tanto, puede obtenerse un efecto de fomento de la reacción más significativo. Como resultado, cuando se realiza un tratamiento electrolítico catódico de una chapa de acero en una disolución de conversión química preparada añadiendo iones de estaño tetravalente a una disolución acuosa que contiene iones fosfato, la formación del recubrimiento puede realizarse en un corto periodo de tiempo, tal como 1 segundo o menos, y por tanto el recubrimiento puede formarse de manera estable en un tiempo de procesamiento equivalente al de un tratamiento de cromado actual.

Por consiguiente, como método para formar un recubrimiento de conversión química que contiene P y estaño sobre una chapa de acero que tiene una capa de chapado que contiene estaño sobre al menos una superficie de la misma, es preferible un método para realizar un tratamiento electrolítico catódico de una chapa de acero en una disolución de conversión química que contiene iones de estaño, preferiblemente iones de estaño tetravalente, e iones fosfato, y mediante este método, el tratamiento puede realizarse de manera estable a una velocidad (alta velocidad) equivalente a la de un procedimiento de tratamiento de cromado. Por ejemplo, cuando se añaden iones de estaño divalente, se usa cloruro estannoso o sulfato estannoso, y cuando se añaden iones de estaño tetravalente, se usa sal de estaño tal como cloruro estánnico o yoduro estánnico, se usa óxido estánnico disuelto en un ácido; por tanto, el método de adición no está limitado particularmente. Además, cuando se añaden iones fosfato, se añade preferiblemente ácido ortofosfórico, fosfato de sodio, o similar para que esté contenido en la disolución de conversión química en forma de iones ortofosfato. Además, el tiempo de tratamiento puede determinarse opcionalmente según la cantidad de adhesión de P necesaria.

A continuación, la chapa de acero que tiene el recubrimiento de conversión química formado tal como se describió anteriormente se calienta hasta una temperatura de 60 a 200°C. El recubrimiento de conversión química formado mediante la electrólisis anterior contiene una gran cantidad de agua de adsorción o agua de hidratación en el mismo cuando no se realiza ningún procedimiento para la misma, y por tanto la razón atómica O/P del recubrimiento de conversión química no puede disminuir hasta 9,0 o menos. Con el fin de disminuir la razón atómica O/P hasta 9,0 o menos, tras formarse, el recubrimiento de conversión química debe calentarse hasta 60°C o más. Cuando la temperatura es de menos de 60°C, el efecto de deshidratación para el recubrimiento de conversión química es bajo, y la razón atómica O/P no puede disminuir hasta 9,0 o menos en el plazo de un corto periodo de tiempo. Por otro lado, cuando la temperatura es de más de 200°C, aunque el efecto de deshidratación por el tratamiento térmico es significativo, se forma una gran cantidad de una capa de óxido de estaño sobre la superficie por el propio tratamiento térmico, y como resultado, el aspecto y la adhesión se degradan inesperadamente. Además, cuando la temperatura aumenta adicionalmente, comienza a producirse la condensación por deshidratación (formación de la estructura de metafosfato) de la estructura de ortofosfato, y como resultado, la resistencia a la corrosión del recubrimiento también se degrada. Por tanto, la temperatura debe fijarse a 200°C o menos. Además, tal como se muestra en la figura 2, la temperatura de calentamiento para la chapa de acero también tiene una relación con I_{OH}/I_{PO} . Por consiguiente, también con el fin de obtener una I_{OH}/I_{PO} en el intervalo de 0,18 a 0,30, la temperatura de calentamiento para la chapa de acero debe fijarse en el intervalo de 60 a 200°C. El método de calentamiento no está particularmente limitado, y se usa preferiblemente un método de calentamiento general que se realiza a nivel industrial, tal como calentamiento mediante soplado con aire caliente, calentamiento con infrarrojos, calentamiento por inducción o calentamiento por radiación.

A la disolución de conversión química, pueden añadirse opcionalmente sales de metal de Fe y Ni, tales como FeCl_2 , NiCl_2 , FeSO_4 y NiSO_4 . En este caso, pueden añadirse también opcionalmente un promotor, un agente oxidante, tal como clorato de sodio o un nitrito, y un agente de ataque químico, tal como iones flúor.

5 Además, con el fin de mejorar las propiedades de procesamiento uniforme de la disolución de conversión química, puede añadirse también un tensioactivo, tal como laurilsulfato de sodio o acetilenglicol.

Además, con el fin de formar el recubrimiento de conversión química en un corto periodo de tiempo aumentando el contenido de iones de estaño en la disolución de conversión química, también puede añadirse opcionalmente un agente oxidante. Como agente oxidante, por ejemplo, pueden mencionarse peróxido de hidrógeno, permanganato de potasio, yodato de sodio, ácido nítrico, ácido peracético, un clorato y un perclorato.

10 Por consiguiente, se obtiene la chapa de acero estañada tal como se describió anteriormente. Según la descripción anterior, se describirá un ejemplo del método de fabricación como una realización de la presente invención.

Tras realizarse el estañado sobre una chapa de acero laminado en frío, se realiza un tratamiento de fusión térmica (reflujo) al punto de fusión del estaño (231,9°C) o más, de modo que se forma una capa de chapado a base de estaño compuesta por dos capas, es decir, una capa de aleación de Fe-Sn (capa intermedia) y una capa de Sn metal (capa superior). A continuación, tras el tratamiento de reflujo, con el fin de eliminar la capa de óxido de estaño formada sobre la superficie, se realiza un tratamiento catódico a de 1 a 3 C/dm^2 en una disolución acuosa de carbonato de sodio a una concentración de 10 a 15 g/l (l es la abreviatura de litro). Posteriormente, se realiza el tratamiento de conversión química mediante un tratamiento electrolítico catódico. Como disolución de conversión química, se usa una disolución acuosa que contiene ácido fosfórico a una concentración de 1 a 80 g/l y cloruro estánnico a una concentración de 0,5 a 5 g/l. Como condiciones de tratamiento de conversión química, la temperatura está en el intervalo de 40 a 80°C. En el caso del tratamiento electrolítico catódico, el tiempo electrolítico y la densidad de corriente se fijan a de 0,5 a 1 segundo y de 0,5 a 10 A/dm^2 , respectivamente. Tras el tratamiento de conversión química, se realiza el escurrido mediante un rodillo escurridor, y entonces se realiza el calentamiento a de 60 a 200°C mediante un dispositivo de calentamiento con infrarrojos para calentar, seguido por lavado con agua y secado mediante aire frío a temperatura ambiente. Como resultado, puede obtenerse una chapa de acero estañada que tiene un recubrimiento de conversión química a base de ácido fosfórico, teniendo el recubrimiento de conversión química una cantidad recubierta de 1,0 a 50 mg/m^2 en cuanto a P, una razón atómica Sn/P de 1,0 a 1,5, una razón atómica O/P de 4,0 a 9,0, y una $I_{\text{OH}}/I_{\text{PO}}$ de un espectro de absorción infrarroja de 0,18 a 0,30. A propósito, puesto que el método anterior sólo se describe a modo de ejemplo, pueden hacerse diversas modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones de la presente invención.

Ejemplos

Los ejemplos de la presente invención se describirán en detalle.

Ejemplo 1

Tras formarse una capa de estañado en una cantidad de 10 g/m^2 por superficie sobre ambas superficies de una chapa de acero con bajo contenido en carbono laminada en frío que tenía un grosor de 0,2 mm usando una disolución de estañado disponible comercialmente, se realizó un tratamiento de fusión térmica (reflujo) al punto de fusión del estaño (231,9°C) o más. A continuación, tras el tratamiento de reflujo, con el fin de eliminar la capa de óxido de estaño formada sobre las superficies, se realizó un tratamiento catódico a 1 C/dm^2 en una disolución acuosa de carbonato de sodio que tenía una concentración de 10 g/l a una temperatura de baño de 50°C. Posteriormente, tras lavar con agua, se realizó un tratamiento electrolítico catódico en una disolución acuosa que contenía ácido fosfórico a una concentración de 6,0 g/l y cloruro estánnico pentahidratado a una concentración de 2,7 g/l a una densidad de corriente de 10 A/dm^2 y una temperatura de baño de 60°C durante 1 segundo. Además, tras el tratamiento electrolítico catódico, se realizó el escurrido mediante un rodillo escurridor, y entonces se realizó el calentamiento mediante un dispositivo de calentamiento con infrarrojos para calentar en condiciones tales que se obtuviera una temperatura de chapa de acero de 70°C, seguido por lavado con agua y secado mediante aire frío, formándose de ese modo un recubrimiento de conversión química que contiene P y estaño y que tiene una cantidad recubierta de 8,3 mg/m^2 en cuanto a P sobre la capa de chapado. Se realizó la medición de la cantidad de adición de P usando un análisis de rayos X fluorescentes mediante comparación con una plancha de calibración que tenía una cantidad de adición que se midió de antemano mediante un análisis en húmedo. Además, tal como se describe a continuación, se midieron las razones atómicas Sn/P y O/P del recubrimiento de conversión química en la superficie del mismo mediante medición por espectroscopía fotoelectrónica de rayos X, y la razón atómica Sn/P era de 1,3 y la razón atómica O/P era de 6,0. Además, la $I_{\text{OH}}/I_{\text{PO}}$ de un espectro de absorción infrarroja medido mediante el método de reflexión de alta sensibilidad descrito anteriormente era de 0,28.

(Método de medición mediante espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS))

55 Tras colocarse cada muestra en el aparato, se realizó el bombardeo catódico suave de Ar para eliminar la contaminación de superficie, y entonces se realizó un análisis cuantitativo. Para esta eliminación de la contaminación de superficie, se seleccionaron las condiciones de manera aproximada de modo que un pico de C1s fuese del 5 por ciento atómico o menos mediante un análisis cuantitativo usando un método de factor de sensibilidad

relativo. Tras la eliminación de la contaminación de superficie, se midieron las intensidades de piso de P2p, O1s y Sn3d y entonces se convirtieron en concentraciones atómicas usando un método de factor de sensibilidad relativo. Además, usando las concentraciones atómicas, se calcularon las razones atómicas Sn/P y O/P. Para este cálculo, se usaron los valores almacenados en el aparato XPS fabricado por KRATOS Analytical Inc. como factor de sensibilidad relativo. En general, se almacenan factores de sensibilidad relativos patrón en cada aparato XPS, y por tanto puede realizarse un análisis semicuantitativo. Sin embargo, cuando han de analizarse los datos cuantitativos, la precisión cuantitativa del análisis se confirma preferiblemente de antemano usando un material que es tan similar a la muestra como sea posible y que tiene una composición bien conocida. En este ejemplo, se usaron Na_2PO_4 y SnO_2 , y tras confirmarse que podía realizarse un análisis cuantitativo a una precisión de aproximadamente $\pm 10\%$, de manera que se obtuviera una razón atómica O/P de 3,6 a 4,4 y una razón atómica Sn/O de 0,45 a 0,55 a partir de Na_2PO_4 y SnO_2 , respectivamente, se realizó la medición. Puesto que el valor obtenido de ese modo puede mejorarse en cuanto a la precisión y representatividad aumentando el número de puntos de análisis, se midieron al menos 3 puntos que tenían un diámetro de $100\ \mu\text{m}$ para cada muestra, y se calculó el promedio de los mismos.

Ejemplos 2 a 10, 14 y 15

Se realizó un tratamiento de chapado sobre ambas superficies de una chapa de acero con bajo contenido en carbono laminada en frío que tenía un grosor de 0,2 mm de manera equivalente a la del ejemplo 1, de modo que se formó una capa de chapado. A continuación, en una disolución acuosa que contenía ácido fosfórico o un fosfato de sodio y cloruro estannico pentahidratado o yoduro estannico, que tenían cada uno la concentración mostrada en la tabla 1, se realizó un tratamiento electrolítico catódico a la densidad de corriente y durante el tiempo mostrados en la tabla 1. Además, tras el tratamiento anterior, se realizó el escurrido usando un rodillo escurridor, y entonces se realizó el calentamiento mediante un dispositivo de calentamiento con infrarrojos para calentar en condiciones tales que se obtuviera la temperatura de chapa de acero mostrada en la tabla 1. Posteriormente, mediante lavado con agua y secado mediante aire frío, se formó un recubrimiento de conversión química que contiene P.

Como para la chapa de acero estañada obtenida tal como se describió anteriormente, de manera equivalente a la del ejemplo 1, se midieron la cantidad de adición de P, las razones atómicas Sn/P y O/P del recubrimiento de conversión química y la $I_{\text{OH}}/I_{\text{PO}}$ del mismo. En la tabla 1, se muestran los resultados junto con las condiciones.

Ejemplo comparativo 16

Tras formarse una capa de estañado en una cantidad de $10\ \text{g/m}^2$ por superficie sobre ambas superficies de una chapa de acero con bajo contenido en carbono laminada en frío que tenía un grosor de 0,2 mm usando una disolución de estañado disponible comercialmente, se realizó un tratamiento de fusión térmica (reflujo) al punto de fusión del estaño ($231,9^\circ\text{C}$) o más. A continuación, tras el tratamiento de reflujo, con el fin de eliminar el óxido de estaño formado sobre las superficies, se realizó un tratamiento catódico a $1\ \text{C/dm}^2$ en una disolución acuosa de carbonato de sodio que tenía una concentración de 10 g/l a una temperatura de baño de 50°C . Posteriormente, tras lavar con agua, se realizó un tratamiento electrolítico catódico en una disolución acuosa que contenía ácido fosfórico a una concentración de 6,0 g/l y cloruro estannico pentahidratado a una concentración de 2,7 g/l a una densidad de corriente de $10\ \text{A/dm}^2$ y una temperatura de baño de 60°C durante 1 segundo. Además, se realizó el lavado con agua tras el tratamiento electrolítico catódico, se realizó el escurrido mediante un rodillo escurridor, y entonces se realizó el calentamiento mediante un dispositivo de calentamiento con infrarrojos para calentar en condiciones tales que se obtuviera una temperatura de chapa de acero de 70°C ; por tanto, como resultado, se formó un recubrimiento de conversión química compuesto por fosfato de estaño que tenía una cantidad recubierta de $7,0\ \text{mg/m}^2$ en cuanto a P. Como para la chapa de acero estañada obtenida tal como se describió anteriormente, de manera equivalente a la del ejemplo anterior, se midieron la cantidad de adición de P, las razones atómicas Sn/P y O/P del recubrimiento de conversión química y la $I_{\text{OH}}/I_{\text{PO}}$ del mismo. En la tabla 1, se muestran los resultados junto con las condiciones.

Ejemplos comparativos 11 a 13 y 17 a 19

Se realizó un tratamiento de chapado sobre ambas superficies de una chapa de acero con bajo contenido en carbono laminada en frío que tenía un grosor de 0,2 mm de manera equivalente a la del ejemplo 1, de modo que se formó una capa de chapado. A continuación, en una disolución acuosa que contenía ácido fosfórico y cloruro estannoso o sulfato de estaño, que tenían cada uno la concentración mostrada en la tabla 1, se realizó un tratamiento electrolítico catódico a la densidad de corriente y durante el tiempo mostrados en la tabla 1. Alternativamente, se realizó un tratamiento por inmersión durante el tiempo mostrado en la tabla 1. Posteriormente, se realizó el escurrido mediante un rodillo escurridor, y se realizó el calentamiento mediante un dispositivo de calentamiento con infrarrojos para calentar en condiciones tales que se obtuviera la temperatura de chapa de acero mostrada en la tabla 1, seguido por lavado con agua y secado mediante aire frío, formándose de ese modo un recubrimiento de conversión química que contenía P y estaño.

Como para la chapa de acero estañada obtenida tal como se describió anteriormente, de manera equivalente a la del ejemplo 1, se midieron la cantidad de adición de P, las razones atómicas Sn/P y O/P del recubrimiento de conversión química y la $I_{\text{OH}}/I_{\text{PO}}$ del mismo. En la tabla 1, se muestran los resultados junto con las condiciones.

Ejemplos comparativos 1 a 7

5 Para fines de comparación, se formó una chapa de acero estañada; sin embargo, el método para formar un recubrimiento de conversión química usado para la misma, la cantidad de adición de P y la composición estaban fuera del alcance de los ejemplos fabricados según la presente invención. Se realizó un tratamiento de chapado sobre ambas superficies de una chapa de acero con bajo contenido en carbono laminada en frío que tenía un grosor de 0,2 mm de manera equivalente a la del ejemplo 1, de modo que se formó una capa de chapado. A continuación, en una disolución acuosa que contenía ácido ortofosfórico y cloruro estánnico pentahidratado o cloruro estannoso dihidratado, que tenían cada uno la concentración mostrada en la tabla 1, se realizó un tratamiento electrolítico catódico a la densidad de corriente y durante el tiempo mostrados en la tabla 1. Alternativamente, se realizó un tratamiento por inmersión durante el tiempo mostrado en la tabla 1. Posteriormente, se realizó el escurrido mediante un rodillo escurridor, y entonces se realizó el calentamiento mediante un dispositivo de calentamiento con infrarrojos para calentar en condiciones tales que se obtuviera la temperatura de chapa de acero mostrada en la tabla 1, seguido por lavado con agua y secado mediante aire frío, formando de ese modo un recubrimiento de conversión química compuesto por fosfato de estaño. Como para la chapa de acero estañada obtenida tal como se describió anteriormente, de manera equivalente a la del ejemplo 1, se midieron la cantidad de adición de P, las razones atómicas Sn/P y O/P del recubrimiento de conversión química y la I_{OH}/I_{PO} del mismo. En la tabla 1, se muestran los resultados junto con las condiciones.

10 A continuación, para las chapas de acero estañadas individuales procesadas mediante los tratamientos de conversión química en los ejemplos y los ejemplos comparativos, con el fin de evaluar el rendimiento del recubrimiento de conversión química, se investigaron las propiedades de crecimiento de una capa de óxido de estaño, la adhesión de pintura y la resistencia a la corrosión tal como se describe a continuación. En la tabla 2, se muestran los resultados de la evaluación.

(Evaluación de las propiedades de crecimiento de una capa de óxido de estaño)

25 Tras almacenarse cada una de las chapas de acero estañadas de los ejemplos y los ejemplos comparativos en circunstancias a una temperatura de 60°C y a una humedad relativa del 70% durante 10 días, se evaluó la cantidad de la capa de óxido de estaño formada sobre superficie mediante la cantidad de electricidad que se requería para la reducción electrolítica. Se usó una disolución de HBr a una concentración de 1/1.000 N como electrolito, y se realizó la electrólisis a una densidad de corriente de 25 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$.

O - - - cantidad de electricidad para la reducción: menos de 3 mC/cm^2 , aspecto: excelente (equivalente al de un material tratado por cromado)

30 Δ - - - cantidad de electricidad para la reducción: de 3 a menos de 5 mC/cm^2 , aspecto: ligero amarilleamiento

X - - - cantidad de electricidad para la reducción: 5 mC/cm^2 o más, aspecto: amarilleamiento aparente

(Evaluación de la adhesión de pintura)

35 Tras aplicarse una pintura a base de epoxi-fenol en una cantidad de adición de 50 mg/dm^2 sobre la superficie de la chapa de acero estañada de cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos, se realizó el calentamiento a 210°C durante 10 minutos. A continuación, se laminaron entre sí dos chapas de acero estañadas así preparadas mediante aplicación y calentamiento de modo que las superficies con pintura aplicada de las mismas estuvieran orientadas una hacia la otra con una película adhesiva de nailon interpuesta entre ellas y entonces se adhirió entre sí a una presión de $2,94 \times 10^5$ Pa y a una temperatura de 190°C durante un tiempo de prensado de 30 segundos. Posteriormente, se cortó la muestra así formada en probetas que tenían una anchura de 5 mm, y se desprendieron estas probetas unas de otras mediante una máquina de ensayos de tracción, se modo que se realizó una medición de la resistencia al desprendimiento.

40 \odot - - - 4,50 N (0,5 kgf) o más

O - - - de 3,92 N (0,4 kgf) a menos de 4,50 N (0,5 kgf) (equivalente al de un material tratado por cromado)

Δ - - - de 1,96 N (0,2 kgf) a menos de 3,92 N (0,4 kgf)

45 X - - - menos de 1,96 N (0,2 kgf)

(Evaluación de la resistencia a la corrosión)

50 Tras aplicarse una pintura a base de epoxi-fenol en una cantidad de adición de 50 mg/dm^2 sobre la superficie de la chapa de acero estañada de cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos, se realizó el calentamiento a 210°C durante 10 minutos. Posteriormente, tras sumergirse la chapa de acero estañada así procesada en zumo de tomate disponible comercialmente a 60°C durante 10 días, se inspeccionaron mediante observación visual la delaminación de la película de pintura y generación de herrumbre.

\odot - - - Sin delaminación de la película de pintura, y sin generación de herrumbre

O - - - Sin delaminación de la película de pintura, y muy ligera generación de herrumbre en forma de puntos

(equivalente a la de un material tratado por cromado)

Δ- - - Sin delaminación de la película de pintura, y generación de herrumbre diminuta

X- - - Delaminación de la película de pintura, y generación de herrumbre

5 A partir de la tabla 2, las propiedades de crecimiento de una capa de óxido de estaño, la adhesión de pintura y la resistencia a la corrosión de los ejemplos 1 a 10, 14, 15 y los ejemplos comparativos 11 a 13 y 16 a 19 son todas superiores. Por otro lado, las propiedades de crecimiento de una capa de óxido de estaño, la adhesión de pintura o la resistencia a la corrosión de los ejemplos comparativos 1 a 7 es inferior, y se encontró que no podía usarse en la práctica.

10 Según el método de presente invención, puede obtenerse una chapa de acero estañada que suprime el crecimiento de una capa de óxido de estaño y que tiene aspecto, adhesión de pintura y resistencia a la corrosión superiores. Como resultado, aunque no se forme un recubrimiento cromado sobre una chapa de acero estañada, que tiene la función de mejorar las propiedades de recubrimiento de la misma pero no es favorable con vistas a la conservación del entorno, la chapa de acero estañada de la presente invención puede tener diversas propiedades excelentes equivalentes o superiores a las de una chapa de acero chapada que tiene un recubrimiento cromado. Además, la

15 chapa de acero estañada de la presente invención puede procesarse a una alta velocidad equivalente a la de una chapa de acero estañada procesada mediante un tratamiento de cromado, y por tanto también puede obtenerse una productividad superior en la producción en masa industrial.

TABLA 1

	DISOLUCIÓN DE CONVERSIÓN QUÍMICA				TRATAMIENTO POR ELECTRÓLISIS		TRATAMIENTO POR INMERSIÓN	TRATAMIENTO TÉRMICO		CANTIDAD RECUBIERTA EN CUANTO A P (mg/m ²)	COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO		ESPECTRO DE ABSORCIÓN IR
	FUENTE DE ÁCIDO FOSFÓRICO		FUENTE DE ESTAÑO		TEMPERATURA (°)	DENSIDAD DE CORRIENTE (A/dm ²)		TIEMPO DE ELECTRÓLISIS (S)	TIEMPO DE INMERSIÓN (S)		MÉTODO	TEMPERATURA DE CHAPA (°C)	
	COMPUUESTO	CANTIDAD DE ADICIÓN (g/l)	COMPUUESTO	CANTIDAD DE ADICIÓN (g/l)									
EJEMPLO 1	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	10	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	1,3	6,0	I _{OH} /I _{PO} (-)
EJEMPLO 2	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	6	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	1,2	6,1	0,27
EJEMPLO 3	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	3	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	1,2	6,0	0,27
EJEMPLO 4	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	3	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	120	1,2	5,3	0,23
EJEMPLO 5	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	3	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	200	1,2	4,6	0,19
EJEMPLO 6	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	3	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	60	1,1	8,5	0,29
EJEMPLO 7	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	1,4	60	3	0,5	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	1,2	6,0	0,27
EJEMPLO 8	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	0,7	60	3	0,5	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	1,2	6,0	0,26
EJEMPLO 9	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	0,3	60	3	0,5	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	1,2	5,9	0,25
EJEMPLO 10	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	0,3	40	1	0,5	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	1,2	5,8	0,22
EJEMPLO COMPARATIVO 11	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	4,0	60	-	-	2,0	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	1,1	6,0	0,26

EJEMPLO COMPA-RATIVO 12	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	0,7	60	-	-	1,0	CALENT. POR INFRA-ROJOS	80	1,0	1,1	5,5	0,25
EJEMPLO COMPA-RATIVO 13	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	4,0	60	6	5,0	5,0	CALENT. POR INFRA-ROJOS	60	45,5	1,0	8,9	0,28
EJEMPLO 14	Na ₃ PO ₄	10,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	70	3	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	6,1	1,2	6,0	0,28
EJEMPLO 15	Na ₃ PO ₄	10,0	SnI ₄	3,4	70	3	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	3,8	1,2	6,1	0,24
EJEMPLO COMPA-RATIVO 16*	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	10	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	7,0	1,3	5,4	0,22
EJEMPLO COMPA-RATIVO 17	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	0,14	60	-	-	5,0	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	2,5	1,2	6,0	0,27
EJEMPLO COMPA-RATIVO 18	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	0,14	60	3	4,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	3,5	1,2	6,0	0,27
EJEMPLO COMPA-RATIVO 19	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	0,2	60	3	4,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	3,7	1,2	5,9	0,27
EJEMPLO COMPA-RATIVO 1	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	3	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	55	7,2	1,1	9,2	0,32
EJEMPLO COMPA-RATIVO 2	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	6	1,0	-	NINGUNO	-	10,8	1,0	10,0	0,35
EJEMPLO COMPA-RATIVO 3	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	4,0	60	6	8,0	5,0	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	62,0	1,4	6,4	0,30
EJEMPLO COMPA-RATIVO 4	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	0,5	50	-	-	1,0	CALENT. POR INFRA-ROJOS	220	0,8	1,2	4,3	0,15
EJEMPLO COMPA-RATIVO 5	H ₃ PO ₄	6,0	-	0	50	-	-	5,0	NINGUNO	-	1,0	0,9	10,0	0,33
EJEMPLO COMPA-RATIVO 6	H ₃ PO ₄	6,0	-	0	60	-	-	2,0	CALENT. POR INFRA-ROJOS	70	0,6	0,9	6,0	0,23
EJEMPLO COMPA-RATIVO 7	H ₃ PO ₄	6,0	SnCl ₄ ·5H ₂ O	2,7	60	10	1,0	-	CALENT. POR INFRA-ROJOS	260	8,2	1,3	3,5	0,15

* Se realizó lavado antes del calentamiento

TABLA 2

	PROPIEDADES DE CRECIMIENTO DE ÓXIDO DE ESTAÑO	ADHESIÓN DE PINTURA	RESISTENCIA A LA CORROSIÓN
EJEMPLO 1	O	⊗	⊗
EJEMPLO 2	O	⊗	⊗
EJEMPLO 3	O	⊗	⊗
EJEMPLO 4	O	O	⊗
EJEMPLO 5	O	O	⊗
EJEMPLO 6	O	O	⊗
EJEMPLO 7	O	⊗	⊗
EJEMPLO 8	O	⊗	⊗
EJEMPLO 9	O	⊗	O
EJEMPLO 10	O	O	O
EJEMPLO COMPARATIVO 11	O	⊗	⊗
EJEMPLO COMPARATIVO 12	O	O	O
EJEMPLO COMPARATIVO 13	O	O	⊗
EJEMPLO 14	O	⊗	⊗
EJEMPLO 15	O	⊗	⊗
EJEMPLO COMPARATIVO 16	O	⊗	⊗
EJEMPLO COMPARATIVO 17	O	⊗	⊗
EJEMPLO COMPARATIVO 18	O	⊗	⊗
EJEMPLO COMPARATIVO 19	O	⊗	⊗
EJEMPLO COMPARATIVO 1	Δ	Δ	⊗
EJEMPLO COMPARATIVO 2	X	X	⊗
EJEMPLO COMPARATIVO 3	O	Δ	Δ
EJEMPLO COMPARATIVO 4	Δ	Δ	O
EJEMPLO COMPARATIVO 5	X	X	X
EJEMPLO COMPARATIVO 6	O	X	X
EJEMPLO COMPARATIVO 7	X	X	X

Aplicabilidad industrial

Puesto que tiene aspecto, adhesión de pintura y resistencia a la corrosión superiores, la chapa de acero estañada puede usarse en diversas aplicaciones, y en particular, puede usarse para latas tales como latas DI, latas para alimentos y latas para bebidas.

5

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar una chapa de acero estañada, que comprende las etapas de, tras formarse una capa de chapado que contiene estaño sobre al menos una superficie de una chapa de acero, realizar un tratamiento electrolítico catódico de la chapa de acero en un tiempo electrolítico de 0,5 a 1 segundo y a una densidad de corriente de 0,5 a 10 A/dm² en una disolución de conversión química que contiene iones de estaño e iones fosfato, y realizar entonces el calentamiento a de 60 a 200°C, seguido por las etapas de lavado con agua y secado mediante aire frío.
2. Método para fabricar una chapa de acero estañada según la reivindicación 1, en la que los iones de estaño son iones de estaño tetravalente.

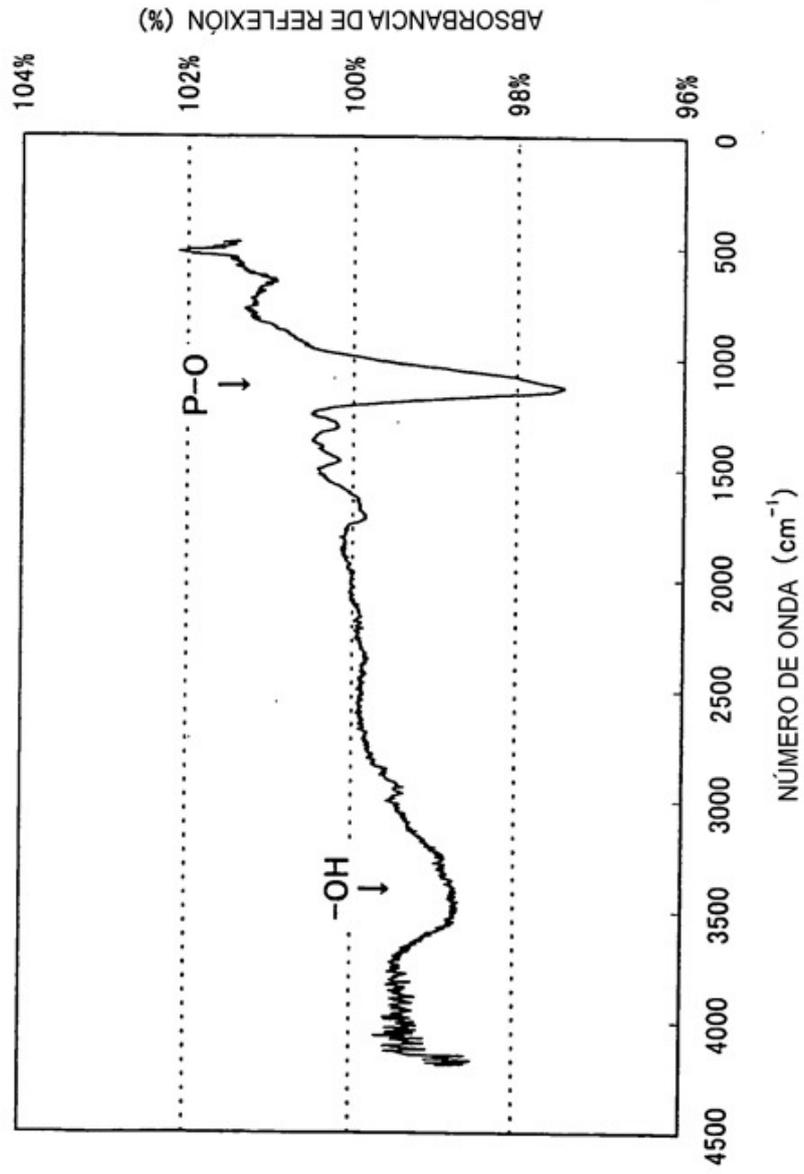


Fig.1

Fig. 2

