



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 278 683**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00 (2006.01)

C25D 5/26 (2006.01)

C25D 5/50 (2006.01)

B32B 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01271460 .6**

86 Fecha de presentación : **17.12.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1347070**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **24.09.2003**

54 Título: **Chapa de acero para esmaltado porcelánico y método para su producción, y producto esmaltado y método para su producción.**

30 Prioridad: **21.12.2000 JP 2000-388101**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2007

73 Titular/es: **Toyo Kohan Co., Ltd.**
2-12, Yonbancho
Chiyoda-ku, Tokyo 102-8447, JP
FERRO ENAMELS (JAPAN) LIMITED

72 Inventor/es: **Sato, Fumiaki;**
Hamada, Toshihira;
Oda, Shuzo;
Jono, Yoshihiro;
Hayashida, Takahiro;
Fujimoto, Junichi y
Komai, Masao

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

DESCRIPCIÓN

Chapa de acero para esmaltado porcelánico y método para su producción, y producto esmaltado y método para su producción.

Campo técnico

La presente invención se refiere a una chapa de acero para esmaltado porcelánico, un método para producir la misma, unos productos esmaltados porcelánicos y un método para producir los mismos. En mayor detalle, la invención se refiere a una chapa de acero que tiene una excelente adherencia con el esmalte y a un método para producir la misma, así como a un producto esmaltado y a un método para producir el mismo, que usa una chapa de acero calmado con Al, una chapa de acero con alto contenido de oxígeno, una chapa de acero con adición de Ti, una chapa de acero con adición de Nb, una chapa de acero con adición de Ti y Nb, o una chapa de acero con adición de B.

Antecedentes de la técnica

Los productos esmaltados porcelánicos se usan ampliamente como artículos de cocina y tableros de mesa, componentes relacionados con el calentamiento y componentes de equipos de combustión de instrumentos de cocina, bañeras, materiales interiores y exteriores de edificios, y similares. Generalmente, los productos esmaltados porcelánicos se producen cociendo dos veces; en la chapa de acero se proporciona primero un esmalte de imprimación y se cuece, después se aplica en ella un esmalte final y se cuece otra vez. Sin embargo, con el fin de reducir el coste de producción, se emplea un método de producción de esmaltado directo en una sola vez ("esmaltado directo") que comprende proporcionar directamente en la chapa de acero el esmalte final y después cocer. Sin embargo, en el método de producción de esmaltado directo, antes de esmaltar, es necesario realizar un pretratamiento de la chapa de acero, tal como un tratamiento intenso de decapado y una inmersión en Ni. Además, para obtener en un esmaltado directo una adherencia favorable de los productos esmaltados con las chapas de acero, como chapas de acero generalmente se utilizan las chapas laminadas de acero con alto contenido de oxígeno que se producen reduciendo el contenido de C en la etapa de fabricación del acero, que contienen oxígeno en una alta concentración y que se producen mediante colada continua sin realizar un tratamiento de desoxidación. Sin embargo, generalmente el acero con alto contenido de oxígeno adolece de una mediocre trabajabilidad (aptitud para ser trabajado), y es limitada su aplicación para los usos que requieren un tratamiento severo.

En la publicación de Patente Japonesa N° 24413/1979, como medio para mejorar la adherencia con el esmalte en el caso de una aplicación en una sola vez, en lugar del tratamiento de superficie con el método de inmersión en níquel empleado convencionalmente, que generalmente se realiza antes de la aplicación del esmalte, se propone realizar un recubrimiento de la superficie del material de acero fabricado con la chapa convencional de acero al carbono con una aleación de uno o dos tipos de metales seleccionados de Ni y Fe con uno o dos tipos de metales seleccionados de Mo y W. Sin embargo, no hay descripción alguna sobre su trabajabilidad.

La Patente JP-A 50149546 se refiere a la preparación de superficies de acero para esmaltar mediante poner áspera (asperizar) la superficie y la electrodeposición con Co, Ni, Fe y/o Mo y/o W.

Por otra parte, en los usos que requieren una trabajabilidad severa, tales como los artículos de cocina o las bañeras, se han usado chapas laminadas de acero con adición de Ti o con adición de B. Sin embargo, como se describe en la Patente Japonesa abierta a inspección pública N° 140286/1998, aunque los aceros con adición de Ti o con adición de B son de una trabajabilidad superior, en la capa de esmalte se generan defectos por motas negras en el caso de que se realice un esmaltado directo. Por consiguiente, la capa de esmalte se ha de formar por medio de un terminado de un esmalte de imprimación o aplicando el esmaltado final y el de imprimación en dos veces.

Como se describió antes, se requiere una chapa de acero para esmaltado porcelánico disponible mediante unas etapas de producción y un consumo de energía reducidos, y de ese modo de un coste de producción reducido, pero con una trabajabilidad mejorada y que tenga una capa de esmalte con una adherencia alta incluso en el caso de que el esmalte final se aplique en una sola vez.

La presente invención se ha hecho a la luz de las circunstancias descritas anteriormente, y sus objetos son: proporcionar una chapa de acero para esmaltado porcelánico que tenga una trabajabilidad excelente y que, no obstante, esté capacitada para proporcionar en ella una capa de esmalte que tiene una adherencia excelente con la chapa de acero al aplicar un esmaltado directo del esmalte final en una sola vez, y que además no tenga defectos por motas negras; proporcionar un método para producir la misma, así como proporcionar un producto esmaltado porcelánico y un método para producir el mismo, en el que se usa una chapa de acero calmado con Al con bajo contenido de carbono, una chapa de acero con alto contenido de oxígeno, una chapa de acero con adición de Ti, una chapa de acero con adición de Nb, una chapa de acero con adición de Ti y Nb o una chapa de acero con adición de B.

Con el adecuado discurrir de los estudios para resolver los problemas anteriores, mediante los recientes progresos en la relación de la composición de la capa de esmalte y el método de tratamiento de superficies, los presentes inventores han encontrado que mediante un esmaltado directo se puede obtener una capa de esmalte sin defectos por motas negras y que tiene unas excelentes trabajabilidad y adherencia con la chapa de acero, incluso en los aceros con adición

ES 2 278 683 T3

de Ti o con adición de B que, usualmente, requieren cocer dos veces para formar la capa de esmalte. La presente invención se ha llevado a cabo basándose en estos descubrimientos.

Más específicamente, según la primera reivindicación de la presente invención para resolver el problema anterior, se proporciona una chapa de acero para esmaltado porcelánico caracterizada porque comprende una chapa de acero calmado con Al, que contiene 0,10% en peso o menos de C (en donde, de ahora en adelante, % representa “% en peso”), 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

La chapa de acero para esmaltado porcelánico según la segunda reivindicación se caracteriza porque comprende una chapa de acero con alto contenido de oxígeno, que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,001 a 1,0% de O, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

La chapa de acero para esmaltado porcelánico según la tercera reivindicación se caracteriza porque comprende una chapa de acero con adición de Ti, que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,03 a 0,50% de Ti, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

La chapa de acero para esmaltado porcelánico según la cuarta reivindicación se caracteriza porque comprende una chapa de acero con adición de Nb, que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,03 a 0,50% de Nb, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

La chapa de acero para esmaltado porcelánico según la quinta reivindicación se caracteriza porque comprende una chapa de acero con adición de Ti y Nb, que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,01 a 0,40% de Ti y 0,01 a 0,40% de Nb, a condición de que el total de Ti y Nb no rebase el intervalo de 0,03 a 0,50%, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

La chapa de acero para esmaltado porcelánico según la sexta reivindicación se caracteriza porque comprende una chapa de acero con adición de B, que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,001 a 0,020% de B, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

El método para producir una chapa de acero para esmaltado porcelánico según las anteriores reivindicaciones 1 a 6 de la presente invención se caracteriza porque comprende proporcionar una electrodeposición de una aleación al Ni-Mo en la chapa de acero calmado con Al, la chapa de acero con alto contenido de oxígeno, la chapa de acero con adición de Ti, la chapa de acero con adición de Nb, la chapa de acero con adición de Ti y Nb, o la chapa de acero con adición de B, y después aplicar en ella un tratamiento térmico. Además, dicho tratamiento térmico se realiza en un intervalo de temperaturas de 500 a 900°C.

Por otra parte, el producto esmaltado que comprende una capa de esmalte según la presente invención se caracteriza porque comprende proporcionar una capa de esmalte en cada una de dichas chapas de acero para esmaltado

ES 2 278 683 T3

porcelánico. Además, el método para producir un producto esmaltado según la presente invención comprende aplicar directamente un esmalte final en cada chapa de acero para esmaltado porcelánico anterior, y después aplicar en ella un tratamiento térmico,

Las razones para limitar cada componente en la chapa de acero calmado con Al, la chapa de acero con alto contenido de oxígeno, la chapa de acero con adición de Ti, la chapa de acero con adición de Nb, la chapa de acero con adición de Ti y Nb, o la chapa de acero con adición de B anterior, según la presente invención, son las siguientes.

[C]

Desde el punto de vista de la supresión de la generación de poros y motas negras al cocer el esmalte, mientras que se asegura una trabajabilidad favorable, el contenido de C se fija en 0,10% o menos. Preferiblemente, el contenido de C se fija en 0,010% o menos para mejorar aún más la trabajabilidad.

[Mn]

El manganeso se une con el S para presentar efectos de suprimir el agrietamiento atribuido a la fragilización que se produce durante el mecanizado en caliente y garantizar la adherencia del esmalte; por lo tanto, el Mn se debe incorporar con una concentración de 1,0% o menor. Si el contenido de Mn excede de 1,0%, el material se endurece para dar lugar a una ductilidad y una moldeabilidad al prensado empeoradas.

[P]

Aunque el P refuerza el acero, su adición es exceso degrada la embutibilidad profunda. Por lo tanto, el contenido de P se fija en 0,15% o menos.

[S]

El azufre acelera el poner áspera la superficie de la chapa de acero al decapar para mejorar la adherencia del esmalte mediante el efecto de anclaje. Sin embargo, un contenido excesivo de S es motivo de la formación de poros y motas negras. Por lo tanto, el contenido de S se restringe a un 0,1% o menos.

[Al]

El aluminio se añade como desoxidante, pero su adición excesiva solamente aumenta el coste. Por lo tanto, el Al se añade en una cantidad de 0,1% o menos.

[O]

El oxígeno es eficaz para mejorar la resistencia frente al agrietamiento y la escamación, sin embargo, su adición excesiva aumenta las oquedades de las placas de colada continua lo que empeora el rendimiento del producto. Por lo tanto, en el caso de usar una chapa de acero con alto contenido de oxígeno, la adición de O se restringe al intervalo de 0,01 a 0,10%.

[Ti]

El titanio es eficaz para mejorar las propiedades de embutibilidad profunda y para suprimir la generación de grietas y escamas, y es necesaria una adición de 0,03% o superior. Sin embargo, la adición excesiva de Ti acarrea la generación de defectos en las superficies y el aumento de los costes de producción. De este modo, en el caso de usar una chapa de acero con adición de Ti, la adición de Ti se limita al intervalo de 0,03 a 0,50%.

[Nb]

Similar al Ti, el Nb tiene el efecto de mejorar las propiedades de embutibilidad profunda y de suprimir la generación de grietas y escamas, y es necesaria una adición de 0,03% o superior. Sin embargo, la adición excesiva de Nb acarrea la generación de defectos en la superficie y el aumento de los costes de producción. De este modo, en el caso de usar una chapa de acero con adición de Nb, la adición de Nb se limita al intervalo de 0,03 a 0,50%, similar al Ti.

Por otra parte, el Ti se puede usar junto con el Nb, y en un caso tal, preferiblemente, la adición de Ti está en el intervalo de 0,01 a 0,40% y la adición de Nb está en el intervalo de 0,01 a 0,40%, a condición de que el contenido total de Ti y Nb no sea inferior a 0,03% pero sin superar 0,50%.

[B]

El boro es eficaz para mejorar la resistencia frente al agrietamiento y la escamación, y es necesaria una adición de 0,001% o superior. Sin embargo, su adición excesiva da lugar a unas propiedades de placa inestables; por lo tanto, en el caso de usar una chapa de acero con adición de B, la adición de B se fija en el intervalo de 0,001 a 0,020%.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

En la presente invención, al aplicar una electrodeposición de una aleación al Ni-Mo en una chapa de acero calmado con Al con bajo contenido de carbono, una chapa de acero con alto contenido de oxígeno, una chapa de acero con adición de Ti, una chapa de acero con adición de Nb, una chapa de acero con adición de Ti y Nb, y una chapa de acero con adición de B, cuya composición se controla tal como se describió antes, y al aplicar en ellas un tratamiento térmico con el fin de controlar en un intervalo predeterminado el contenido de Ni, Mo y Fe presentes en las superficies de las chapas de acero para esmaltado porcelánico, se ha encontrado que se obtienen unas excelentes propiedades de adherencia del esmalte incluso en productos esmaltados en los que el esmalte se ha proporcionado mediante esmaltado directo.

En la presente invención, la chapa de acero calmado con Al con bajo contenido de carbono contiene 0,10% en peso o menos de C (en donde, de ahora en adelante, % representa “% en peso”), 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables. La chapa de acero con alto contenido de oxígeno contiene además, añadido a los componentes anteriores, O con un contenido en el intervalo de 0,001 a 0,10%; la chapa de acero con adición de Ti contiene además, añadido a los componentes anteriores, Ti en el intervalo de 0,03 a 0,50%; la chapa de acero con adición de Nb contiene además, añadido a los componentes anteriores, Nb en el intervalo de 0,03 a 0,50%; la chapa de acero con adición de Ti y Nb contiene además, añadidos a los componentes anteriores, Ti en el intervalo de 0,01 a 0,40% y Nb en el intervalo de 0,01 a 0,40%, a condición de que el contenido total de Ti y Nb no rebase el intervalo de 0,03 a 0,50%; y la chapa de acero con adición de B contiene además, añadido a los componentes anteriores, B en el intervalo de 0,001 a 0,020%.

Luego, se produce una placa por medio de una colada continua a partir de un acero que tiene una composición ajustada al intervalo anterior. Luego, la placa resultante se lamina en caliente, o se lamina en caliente después de recalentar. Luego, después de una desoxidación de la superficie mediante un método conocido, tal como un decapado con ácido sulfúrico o similar, el producto resultante se lamina en frío con una reducción de aproximadamente 50 a 95%, se recuece a una temperatura igual o superior a la de recristalización pero inferior al punto A_{c3} por medio de un recocido con caja de machos o mediante un procedimiento de recocido continuo, y se somete a un laminado de afino con una reducción de aproximadamente 0,1 a 5% para obtener la chapa de acero para uso en la presente invención.

Posteriormente, se proporciona a la chapa de acero resultante una electrodeposición de una aleación al Ni-Mo. La electrodeposición de la aleación se puede realizar mediante medios de deposición no electrolítica o de deposición electrolítica, pero por la facilidad del control se prefiere la electrodeposición. Como baño de electrodeposición se usa una solución acuosa que está provista de iones Ni en forma de una sal de un ácido inorgánico, tal como un sulfato, un nitrato, un haluro, etc., y de iones Mo en forma de una sal de amonio de un ácido metálico y similares, a la que se ha añadido además, como agente complejante, un ácido orgánico tal como ácido cítrico, ácido tartárico, o un ácido málico o una de sus sales. Luego, después de añadir un ácido o un álcali a la solución acuosa resultante para controlar el pH en el intervalo de 2 a 4, y ajustar la temperatura del baño en el intervalo de 30 a 50°C, se realiza una electrolisis de corriente continua con una densidad de corriente de 5 a 30 A/dm² usando como ánodo una placa de Ni. Preferiblemente, mediante un método ordinario, en la chapa de acero se realiza un tratamiento de desengrasado y un tratamiento de decapado, inmediatamente antes de aplicar la electrodeposición anterior, porque la chapa de acero antes de la electrodeposición tiende a oxidarse con el paso del tiempo o a ponerse en contacto con aceites y grasas.

Acerca de los componentes del revestimiento formado mediante la anterior electrodeposición de una aleación, el revestimiento contiene 1,5 a 20,0% g/m², preferiblemente 2,0 a 6,0 g/m² de Ni, y 0,4 a 7,0 g/m², preferiblemente 1,0 a 2,0 g/m² de Mo. El contenido se puede obtener mediante espectroscopia por dispersión de energía fluorescente de rayos X. En el caso de que el contenido de Ni y Mo en la electrodeposición se encuentre fuera del intervalo anterior, no se puede asegurar una adherencia favorable entre el esmalte y la chapa de acero, porque el contenido de los elementos Fe, Ni y Mo, en la superficie de la chapa de acero, puede que no pertenezca al intervalo preferido al aplicar el tratamiento térmico después de la electrodeposición como se describe más adelante.

Luego, se realiza un tratamiento térmico después de proporcionar la electrodeposición de una aleación al Ni-Mo en la chapa de acero como se describió antes. El tratamiento térmico se lleva a cabo de una manera similar al recocido realizado generalmente en las chapas ordinarias de acero. Como tratamiento térmico, es decir, como recocido, se puede usar sin ningún problema tanto un recocido con caja de machos como un recocido continuo. Aunque dependiendo del contenido de Fe, Ni y Mo en la superficie de la chapa de acero después del tratamiento térmico, las condiciones de recocido son calentar en el intervalo de temperaturas de 500 a 900°C durante una duración de tiempo de 1 minuto a 15 horas bajo una atmósfera reductora de amoniaco gaseoso desdoblado o de un HNX gaseoso, más preferiblemente, el calentamiento se realiza en el intervalo de temperaturas de 550 a 750°C durante una duración de tiempo de 1 minuto a 8 horas.

ES 2 278 683 T3

De la manera descrita antes, se puede obtener una chapa de acero para esmaltado porcelánico según la presente invención. Mediante el tratamiento térmico descrito antes, el Ni y el Mo se difunden en la chapa de acero, y el Ni y el Mo experimentan una difusión mutua para cambiar el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero. El contenido de los elementos presentes en la superficie de la chapa de acero se puede medir usando un analizador de superficie de ESCA (del inglés “electrón spectroscopy for chemical analysis”, espectroscopia de fotoelectrones para el análisis químico), por ejemplo. Después del tratamiento térmico, el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, hasta un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe; preferiblemente, 5 a 30% de Ni, 5 a 30% de Mo y 40 a 70% de Fe; además, ajustando el contenido de Ni, Mo y Fe de tal manera que su contenido total sea 100%, se pueden obtener unas excelentes propiedades de adherencia del esmalte con la chapa de acero. El “espesor” como aquí se refiere se expresa mediante el espesor obtenido en la muestra estándar de SiO₂ mediante ataque químico durante la misma duración de tiempo que la empleada en el ataque químico de Ar-hierro de la superficie de la chapa de acero después del tratamiento térmico. Realizando de este modo el tratamiento térmico después de aplicar la electrodeposición de una aleación al Ni-Mo, en la superficie de la chapa de acero revestida con metal se forma una capa de Mo-Ni que contiene Fe en una cierta concentración o superior, y de ese modo se puede asegurar una adherencia del esmalte favorable. En el caso de que el contenido de Fe, Ni y Mo se encuentre fuera del intervalo anterior, se vuelve imposible una adherencia del esmalte favorable.

La chapa de acero para esmaltado porcelánico como se describió antes obtenida de este modo se puede esmaltar como tal en el estado de una placa lisa sin tratar, o se puede esmaltar después de conformarla y tratarla en la forma deseada aplicando el plegado y la embutición. Por otra parte, al usar la chapa de acero para esmaltado porcelánico según la presente invención, se puede obtener un producto esmaltado porcelánico con una adherencia del esmalte excelente, mientras que se suprimen el decapado y las etapas del proceso de tratamiento con níquel. En particular, en el caso de una chapa de acero para esmaltado porcelánico para uso en un producto esmaltado porcelánico en la que el esmalte porcelánico se aplica mediante un procedimiento directo, es necesario atacar químicamente el hierro para una cantidad de 30 a 40 g/m² en la etapa de decapado del pretratamiento, y depositar el níquel en la superficie de la misma con un recubrimiento de 0,6 a 1,5 g/m². Todas estas etapas de proceso se pueden excluir en el caso de usar las chapas de acero para esmaltado porcelánico según la presente invención. Por otra parte, los productos esmaltados porcelánicos se pueden obtener mediante un terminado por esmaltado directo del esmalte porcelánico final, un terminado de esmalte de imprimación, un terminado de esmalte de imprimación y esmalte final, un terminado de esmalte decorativo, etc., y para todos estos productos esmaltados porcelánicos son aplicables la chapas de acero para esmaltado porcelánico según la presente invención.

Ejemplos

La presente invención se describe con mayor detalle por medio de los Ejemplos siguientes.

Producción de una chapa de acero para esmaltado porcelánico

Se fundieron unos aceros (A1 a F3) que tenían la composición que se muestra en la Tabla 1, y se produjeron 22 tipos de placas. Cada placa se calentó a 1.160°C, y se laminó en caliente a una temperatura de terminación de 880°C para obtener unas chapas laminadas en caliente de 2,8 mm de espesor, que se enrollaron en una bobina a 650°C. Luego, mientras que se enrollaban, se aplicaron a las chapas una desoxidación de superficie y un decapado con ácido sulfúrico, y después de aplicar en ellas un laminado en frío para obtener una chapa de acero de 0,8 mm de espesor, se aplicó un recocido continuo a 830°C durante 75 segundos, y se realizó en ellas un laminado de afino con una reducción de 0,5% para obtener unas chapas de acero laminada en frío.

Después de realizar mediante medios ordinarios un desengrasado con álcali en la chapa de acero laminada en frío y aplicar en ella un decapado usando una solución acuosa de ácido sulfúrico, se aplicó una electrodeposición de una aleación al Ni-Mo bajo las siguientes condiciones usando el siguiente baño de electrodeposición para obtener un recubrimiento como se muestra en la Tabla 2. Luego, se produjo cada una de las chapas de acero para esmaltado porcelánico mostradas en los ejemplos 1 a 23 de la Tabla 2 aplicando un tratamiento térmico bajo las condiciones mostradas en la Tabla 2 en amoníaco gaseoso desdoblado. Usando ESCA se midió el contenido de los elementos Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero para esmaltado porcelánico.

Baño de electrodeposición

Sulfato de níquel	:	82 g/l
Molibdato de amonio	:	48 g/l
Citrato de sodio	:	88 g/l

ES 2 278 683 T3

Condiciones de la electrodeposición

pH	:	3,0
Temperatura del baño	:	40°C
Densidad de la corriente	:	20 A/dm ²
Ánodo	:	Placa de níquel

TABLA 1

Composición química del acero para esmaltado porcelánico

Nº del acero	Composición química del acero (% en peso)									
	C	Mn	P	S	Al	O	Ti	Nb	B	Fe e impurezas inevitables
A1	0,0011	0,16	0,008	0,004	0,064	—	—	—	—	Resto
A2	0,0049	0,25	0,017	0,005	0,002	—	—	—	—	Resto
A3	0,0100	0,36	0,011	0,030	0,070	—	—	—	—	Resto
A4	0,0072	1,00	0,013	0,015	0,030	—	—	—	—	Resto
A5	0,0067	0,29	0,150	0,015	0,030	—	—	—	—	Resto
A6	0,0046	1,00	0,019	0,100	0,030	—	—	—	—	Resto
A7	0,0023	0,29	0,013	0,022	0,100	—	—	—	—	Resto
B1	0,0031	0,30	0,013	0,008	0,010	0,001	—	—	—	Resto
B2	0,0027	0,28	0,019	0,014	0,005	0,034	—	—	—	Resto
B3	0,0026	0,33	0,012	0,012	0,008	0,100	—	—	—	Resto
C1	0,0029	0,19	0,018	0,022	0,038	—	0,030	—	—	Resto
C2	0,0024	0,12	0,025	0,033	0,030	—	0,079	—	—	Resto
C3	0,0031	0,23	0,022	0,030	0,027	—	0,500	—	—	Resto
D1	0,0045	0,20	0,022	0,032	0,038	—	—	0,030	—	Resto
D2	0,0029	0,14	0,025	0,026	0,051	—	—	0,068	—	Resto
D3	0,0032	0,19	0,019	0,029	0,023	—	—	0,500	—	Resto
E1	0,0052	0,10	0,029	0,039	0,042	—	0,010	0,240	—	Resto
E2	0,0037	0,18	0,018	0,024	0,036	—	0,216	0,193	—	Resto
E3	0,0044	0,12	0,020	0,033	0,043	—	0,332	0,010	—	Resto
F1	0,0062	0,24	0,019	0,008	0,084	—	—	—	0,001	Resto
F2	0,0038	0,29	0,011	0,017	0,099	—	—	—	0,0097	Resto
F3	0,0042	0,19	0,016	0,011	0,054	—	—	—	0,020	Resto

TABLA 2

Chapas de acero para esmaltado porcelánico

Ejemplos y Ejemplos Comparativos	Nº del acero	Recubrimiento de la deposición electrolítica		Condiciones del tratamiento térmico		Contenido de elementos en la superficie del acero (% en peso)		
		Ni (g/m ²)	Mo (g/m ²)	Temperatura (°C)	Tiempo	Fe	Ni	Mo
Ejemplo 1	A1	1,5	0,6	900	1 minuto	55,8	35,1	9,1
Ejemplo 2	A2	4,5	1,1	630	8 horas	37,4	44,5	18,1
Ejemplo 3	A3	6,0	2,0	750	3 horas	77,0	7,7	15,3
Ejemplo 4	A4	20,0	4,8	700	5 horas	43,1	40,2	16,7
Ejemplo 5	A5	1,5	6,8	750	3 horas	45,1	5,1	49,8
Ejemplo 6	A6	4,6	1,2	550	8 horas	34,3	45,1	20,6
Ejemplo 7	A7	1,5	0,4	750	1 minuto	88,9	5,6	5,5
Ejemplo 8	B1	3,3	1,2	750	10 horas	88,8	5,6	5,6
Ejemplo 9	B2	2,5	1,2	600	10 horas	32,8	19,9	47,3
Ejemplo 10	B3	3,5	1,3	700	5 horas	31,4	33,8	24,8
Ejemplo 11	C1	4,8	1,4	750	1 hora	55,5	25,5	19,0
Ejemplo 12	C2	5,7	1,6	600	8 horas	33,4	40,5	26,1
Ejemplo 13	C3	4,3	1,2	620	8 horas	33,6	47,2	19,2
Ejemplo 14	D1	2,0	0,4	900	1 minuto	53,8	37,3	7,9
Ejemplo 15	D2	6,0	1,8	500	15 horas	30,5	48,8	20,7
Ejemplo 16	D3	5,4	3,1	750	2 horas	64,1	10,4	25,5
Ejemplo 17	E1	15,6	7,0	700	5 horas	47,1	28,2	24,7
Ejemplo 18	E2	2,5	0,8	650	5 horas	38,4	47,3	14,3
Ejemplo 19	E3	4,4	1,2	650	6 horas	35,6	47,6	16,8
Ejemplo 20	F1	4,6	1,3	640	7 horas	35,2	47,0	17,8
Ejemplo 21	F2	5,9	1,8	740	3 horas	72,1	11,5	16,4
Ejemplo 22	F3	4,2	1,5	620	9 horas	36,6	48,1	15,3
Ejemplo 23	A2	3,7	1,4	650	5 horas	37,5	35,5	27,0
Ej. Comp. 1	E2	3,1	—	550	5 horas	14,2	85,8	—
Ej. Comp. 2	D3	22,5	8,8	400	1 hora	3,1	65,7	31,2
Ej. Comp. 3	B2	1,3	—	950	1 hora	95,3	4,7	—

Por otra parte, como Ejemplo Comparativo, el acero del tipo Nº D3 se revistió electrolíticamente usando el baño de electrodeposición anterior bajo las condiciones anteriores de electrodeposición de tal manera que dio lugar al recubrimiento mostrado en el Ejemplo Comparativo 2 mostrado en la Tabla 2. Para los tipos de acero Nº E2 y B2, el Ni se depositó electrolíticamente bajo las condiciones mostradas a continuación para dar lugar al recubrimiento mostrado en los Ejemplos Comparativos 1 y 3 mostrados en la Tabla 2, y los productos resultantes se sometieron a un

ES 2 278 683 T3

tratamiento térmico bajo las condiciones mostradas en la Tabla 2 en amoníaco gaseoso desdoblado. De este modo, se obtuvieron las chapas de acero para esmaltado porcelánico proporcionadas como Ejemplos Comparativos 1 y 3 en la Tabla 2. Usando ESCA se midió el contenido de los elementos Fe, Ni y Mo que están presentes en la superficie de las chapas de acero para esmaltado porcelánico.

Baño de electrodeposición

Sulfato de níquel	:	300 g/l
Cloruro de níquel	:	45 g/l
Ácido bórico	:	30 g/l

Condiciones de la electrodeposición

PH	:	4,0
Temperatura del baño	:	55°C
Densidad de la corriente	:	10 A/dm ²
Ánodo	:	Placa de níquel

Evaluación de las propiedades

Para cada chapa de acero para esmaltado porcelánico obtenida de este modo se evaluaron la trabajabilidad, la adherencia del esmalte porcelánico proporcionado mediante un esmaltado directo del esmalte final, y la apariencia.

Trabajabilidad

Se evaluó la trabajabilidad de las chapas de acero para esmaltado porcelánico mecanizando cada una en una copa del tipo Yamada (relación de estirado: 2,2), y se evaluó la moldeabilidad en copa; además, en la parte mecanizada se realizó un ensayo de desprendimiento usando una cinta de celofán. Se evaluó la trabajabilidad bajo las normas de evaluación siguientes. En la Tabla 3 se muestran los resultados.

Buena:	Se obtuvieron unos buenos resultados de la moldeabilidad en copa y del ensayo de desprendimiento.
Pasable:	Se obtuvo una buena moldeabilidad en copa, y el desprendimiento se produjo en un 5% o menos de la parte ensayada.
Mediocre:	Se obtuvo una buena moldeabilidad en copa, y el desprendimiento se produjo en un 5% o más de la parte ensayada.
Mala:	Fueron mediocres ambos resultados de la moldeabilidad en copa y del ensayo de desprendimiento.

Después de proporcionar a las chapas de acero para esmaltado porcelánico anteriores un esmalte porcelánico final [N° 02-1103/100, producido por FERRO ENAMELS (JAPAN) LIMITED] mediante un esmaltado directo, de tal manera que el espesor después de cocer fue 120 µm, y de secar, el producto resultante se coció a 800°C durante 3 minutos bajo la atmósfera en un horno de cocción para obtener las muestras. Luego, las muestras se evaluaron de la manera descrita a continuación para la adherencia del esmalte porcelánico y la apariencia.

Adherencia

Se evaluó la adherencia del esmalte porcelánico por el método PEI de la siguiente manera.

Se prensó una bola de acero de 25 mm de diámetro contra la parte plana de la chapa de la muestra y se deformó la muestra aplicando una fuerza de 8,9 kN, usando una prensa hidráulica, y se prensaron 169 probetas conductoras metálicas con la parte deformada para aplicar una corriente eléctrica. Se evaluó el aislamiento de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$\text{Aislamiento (\%)} = (n/169) \times 100,$$

donde, n representa el número de probetas que no muestran conducción. A partir del valor del aislamiento (%) obtenido de este modo mediante la ecuación anterior, se evaluó la adherencia del esmalte de acuerdo con la siguiente ecuación estándar.

ES 2 278 683 T3

Buena:	Aislamiento > 85%
Pasable:	$80\% \leq \text{Aislamiento} \leq 85\%$
Mediocre:	Aislamiento < 80%

En la Tabla 3 se proporcionan los resultados.

Apariencia

Se evaluó la apariencia del esmalte recortando de una muestra única diez fragmentos para ensayo de 30 cm x 30 cm de tamaño cada uno. Se observó visualmente cada fragmento de ensayo para la generación de poros, motas negras y grietas y escamas, y se contó la cantidad de los defectos generados. La evaluación se hizo de acuerdo con la norma siguiente.

Poros y motas negras

Buena:	No se observaron poros y motas negras.
Pasable:	En diez fragmentos para ensayo se observaron menos de diez poros o motas negras, en total.
Mediocre:	En diez fragmentos para ensayo se observaron diez o más poros o motas negras, en total.

Grietas y escamas

Buena:	No se observaron grietas y escamas.
Pasable:	En diez fragmentos para ensayo se observaron menos de diez grietas y escamas, en total.
Mediocre:	En diez fragmentos para ensayo se observaron diez o más grietas y escamas, en total.

En la Tabla 3 se proporcionan los resultados.

(Tabla pasa a página siguiente)

TABLA 3

Resultados de las propiedades evaluadas

Ejemplos y Ejemplos Comparativos	Resultado de las propiedades evaluadas			
	Procesabilidad	Adherencia del esmalte	Apariencia	
			Poros y motas negras	Grietas y escamas
Ejemplo 1	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 2	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 3	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 4	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 5	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 6	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 7	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 8	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 9	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 10	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 11	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 12	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 13	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 14	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 15	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 16	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 17	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 18	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 19	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 20	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 21	Buena	Buena	Buena	Buena
Ejemplo 22	Buena	Buena	Buena	Buena
Ej. Comp. 1	Buena	Buena	Mediocre	Buena
Ej. Comp. 2	Mala	Buena	Mediocre	Mediocre
Ej. Comp. 3	Buena	Mediocre	Buena	Mediocre
Ej. Comp. 4	Mediocre	Mediocre	Mediocre	Mediocre

Como se muestra en la Tabla 3, las chapas de acero para esmaltado porcelánico según la presente invención tienen una excelente trabajabilidad y, entre ellas, las de acero con adición de Ti y con adición de B mostraron unas propiedades particularmente superiores. Por otra parte, para el alcance completo de la presente invención se obtuvieron unos productos esmaltados producidos mediante un esmaltado directo de un esmalte porcelánico final con unas excelentes adherencia del esmalte y apariencia.

En contraste con lo anterior, en el Ejemplo Comparativo 1, se obtuvo una buena adherencia del esmalte, pero la trabajabilidad en copa fue mediocre; por el contrario, en el Ejemplo Comparativo 2 la trabajabilidad en copa fue buena

ES 2 278 683 T3

pero la adherencia del esmalte fue mediocre; y en el Ejemplo Comparativo 3 se obtuvieron unos resultados mediocres para ambas propiedades. Con respecto a la apariencia del esmalte, en los Ejemplos Comparativos 1 y 3 se observaron poros y motas negras, así como grietas y escamas, y en el Ejemplo Comparativo 2 se observaron grietas y escamas. Por lo tanto, la apariencia del esmalte fue mediocre para todas las muestras comparativas.

Producción de productos esmaltados porcelánicos

Los productos esmaltados porcelánicos se produjeron de la siguiente manera usando las chapas de acero para esmaltado porcelánico según la presente invención.

Las chapas de acero para esmaltado porcelánico proporcionadas en la Tabla 2 como Ejemplos 21 y 23 se prensaron en forma de cacerola con un diámetro interno de 160 mm y una profundidad de 110 mm, y en forma de placa superior de una cocina de petróleo de 220 mm de longitud, 400 mm de ancho y 8 mm de profundidad. En el metal base para esmaltado obtenido de este modo se aplicó un esmalte porcelánico con 4 métodos, y se cocieron los productos resultantes para obtener los productos esmaltados porcelánicos.

Esmalte porcelánico

Esmalte de imprimación: 03-1226, producido por FERRO ENAMELS (JAPAN) LIMITED.

Esmalte final: 02-2105, producido por FERRO ENAMELS (JAPAN) LIMITED.

Esmaltado

(1) Terminado de un esmalte de imprimación (aplicando el esmalte de imprimación una vez - cociendo una vez).

A la cacerola y a la placa superior de una cocina de petróleo obtenidas como metal base para esmaltado mediante el mecanizado por presión anterior, se aplicó el esmalte de imprimación 03-1226 para obtener un revestimiento una vez cocido de aproximadamente 100 μm de espesor. El producto resultante se secó y se coció en un horno de cocción a 820°C durante 5 minutos.

(2) Terminado de un esmalte final en una superficie terminada con un esmalte de imprimación (aplicando el esmalte dos veces - cociendo dos veces).

Después de aplicar de la misma manera que antes un esmalte de imprimación y de cocer, se aplicó a la superficie el esmalte final anterior, 02-2105, de una manera tal que dio como resultado un espesor una vez cocido de aproximadamente 100 μm . El producto resultante se secó y se coció en un horno de cocción a 820°C durante 5 minutos.

(3) Esmalte de imprimación + Terminado de un esmalte final (aplicando el esmalte dos veces - cociendo una vez).

A las mismas cacerola y placa superior de una cocina de petróleo que se obtuvieron antes como metal base para esmaltado, se aplicó el esmalte de imprimación 03-1226 descrito antes para obtener un revestimiento una vez cocido de aproximadamente 80 μm de espesor. Luego, sin cocer, se aplicó el esmalte final, 02-2105, de manera tal para obtener un revestimiento una vez cocido de aproximadamente 120 μm de espesor. El producto resultante se secó y se coció en un horno de cocción a 820°C durante 5 minutos.

(4) Terminado de un esmalte final (aplicando en directo el esmalte final – cociendo una vez).

A las mismas cacerola y placa superior de una cocina de petróleo que se obtuvieron anteriormente como metal base para esmaltado, se aplicó el esmalte final descrito antes, 02-2105, de manera tal para obtener un revestimiento una vez cocido de aproximadamente 120 μm de espesor. El producto resultante se secó y se coció en un horno de cocción a 820°C durante 5 minutos.

Las cacerolas y las placas superiores de una cocina de petróleo obtenidas como los productos esmaltados porcelánicos anteriores descritos según (1) a (4) se sometieron a una evaluación para la adherencia y la apariencia.

Adherencia

Similar a la evaluación realizada en la chapa de acero para esmaltado porcelánico descrita aquí antes, para la evaluación se usó el método PEI.

Apariencia

Se observó visualmente la apariencia de los productos esmaltados para evaluar la generación de poros, motas negras, picaduras, grietas y escamas, etc. En la Tabla 4 se proporcionan los resultados.

Como se muestra en la Tabla 4, similar al caso de aplicar una cocción a un esmalte de imprimación y aplicar un esmalte final, o al caso de esmaltar dos veces, es decir, al caso de aplicar un esmalte de imprimación y luego aplicar un esmalte final y cocer, los productos esmaltados porcelánicos según la presente invención, que se obtienen mediante un esmaltado directo de un esmalte de imprimación o un esmalte final, muestran unas excelentes adherencia y apariencia del esmalte.

TABLA 4

Resultados de la evaluación de los productos esmaltados

Método de esmaltado	Producto esmaltado porcelánico	Apariencia	Adherencia
Terminado de un esmalte de imprimación (aplicando el esmalte de imprimación una vez – cociendo una vez)	Cacerola	Buena; sin poros, motas negras, picaduras, grietas y escamas, etc.	Buena
	Placa superior de una cocina de petróleo		
Terminado de un esmalte final en una superficie terminada con un esmalte de imprimación (aplicando el esmalte dos veces - cociendo dos veces)	Cacerola		
	Placa superior de una cocina de petróleo		
Esmalte de imprimación + Terminado de un esmalte final (aplicando el esmalte dos veces- cociendo una vez)	Cacerola		
	Placa superior de una cocina de petróleo		
Terminado de un esmalte final (aplicando en directo el esmalte final- cociendo una vez)	Cacerola		
	Placa superior de una cocina de petróleo		

Por otra parte, las chapas de acero para esmaltado porcelánico según la presente invención son aplicables no solamente como metal base de productos esmaltados, sino también como metal base para formar en ellas películas de revestimiento inorgánicas u orgánicas.

Aplicabilidad industrial

Como se describió antes, la presente invención confiere a una chapa de acero para esmaltado porcelánico unas excelentes trabajabilidad y adherencia del esmalte al aplicar una electrodeposición de una aleación al Ni-Mo en una chapa de acero calmado con Al con bajo contenido de carbono, una chapa de acero con alto contenido de oxígeno, una chapa de acero con adición de Ti, una chapa de acero con adición de Nb, una chapa de acero con adición de Ti y Nb, o una chapa de acero con adición de B, y luego realizar en ella un tratamiento térmico. Por otra parte, al controlar la cantidad de Ni, Mo y Fe presentes en la superficie de la chapa de acero en un intervalo predeterminado, y luego proporcionar un esmalte final mediante un esmaltado directo y una cocción, se pueden obtener productos esmaltados porcelánicos que tienen unas excelentes adherencia y apariencia del esmalte, muy comparables a los productos esmaltados resultantes de aplicar dos veces el esmalte final y el esmalte de imprimación.

REIVINDICACIONES

1. Una chapa de acero para esmaltado porcelánico, que comprende una chapa de acero calmado con Al que contiene 0,10% en peso o menos de C (en donde, de ahora en adelante, % representa “% en peso”), 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

2. Una chapa de acero para esmaltado porcelánico, que comprende una chapa de acero con alto contenido de oxígeno que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,001 a 0,10% de O, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

3. Una chapa de acero para esmaltado porcelánico, que comprende una chapa de acero con adición de Ti que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,03 a 0,50% de Ti, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

4. Una chapa de acero para esmaltado porcelánico, que comprende una chapa de acero con adición de Nb que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,03 a 0,50% de Nb, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

5. Una chapa de acero para esmaltado porcelánico, que comprende una chapa de acero con adición de Ti y Nb que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,01 a 0,40% de Ti y 0,01 a 0,40% de Nb, a condición de que el contenido total de Ti y Nb no rebase el intervalo de 0,03 a 0,50%, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

6. Una chapa de acero para esmaltado porcelánico, que comprende una chapa de acero con adición de B que contiene 0,10% en peso o menos de C, 1,0% o menos de Mn, 0,15% o menos de P, 0,1% o menos de S, 0,1% o menos de Al, 0,001 a 0,020% de B, y el resto Fe acompañado de impurezas inevitables, en la que se ha proporcionado una película por electrodeposición de una aleación al Ni-Mo consistente en un recubrimiento de 1,5 a 20,0 g/m² de Ni y un recubrimiento de 0,4 a 7,0 g/m² de Mo, y que luego se somete a un tratamiento térmico, y en la que el contenido de Fe, Ni y Mo presentes en la superficie de la chapa de acero, dentro de un espesor de 100 nm desde la superficie, es 5 a 50% de Ni, 5 a 50% de Mo y 30 a 90% de Fe, a condición de que el contenido total de Ni, Mo y Fe sea 100%.

7. Un método para producir una chapa de acero para esmaltado porcelánico, que se **caracteriza** porque comprende proporcionar una electrodeposición de una aleación al Ni-Mo en la chapa de acero calmado con Al, la chapa de acero con alto contenido de oxígeno, la chapa de acero con adición de Ti, la chapa de acero con adición de Nb, la chapa de acero con adición de Ti y Nb, o la chapa de acero con adición de B, reivindicadas en una de la reivindicaciones 1 a 6, y después aplicar en ella un tratamiento térmico.

8. Un método para producir una chapa de acero para esmaltado porcelánico según la reivindicación 7, en el que dicho tratamiento térmico se realiza en el intervalo de temperaturas de 500 a 900°C.

9. Un producto esmaltado porcelánico, que comprende una capa de esmalte proporcionada en la chapa de acero para esmaltado porcelánico según se reivindica en una de las reivindicaciones 1 a 6.

10. Un método para producir un producto esmaltado porcelánico, **caracterizado** porque el método comprende una única aplicación de un esmalte final en la chapa de acero para esmaltado porcelánico según se reivindica en una de las reivindicaciones 1 a 6, y después aplicar en ella un tratamiento térmico.