

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 430**

51 Int. Cl.:

C25D 3/60 (2006.01)

C25D 21/10 (2006.01)

C25D 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2005 E 05770802 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 1811063**

54 Título: **Método de galvanoplastia con una aleación de estaño y cinc**

30 Prioridad:

10.08.2004 JP 2004233633

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

12.01.2015

73 Titular/es:

**DIPSOL CHEMICALS CO., LTD. (100.0%)
3-9, GINZA 1-CHOME, CHUO-KU
TOKYO 104-0061, JP**

72 Inventor/es:

YUASA, SATOSHI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 526 430 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 de galvanoplastia con una aleación de estaño y cinc

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de galvanoplastia con una aleación de estaño y cinc.

5 Antecedentes de la técnica

Dado que la galvanoplastia con aleaciones de estaño y cinc produce revestimientos que destacan en términos de resistencia a la corrosión, procesabilidad y soldabilidad, este método ha llamado la atención y se ha aplicado extensamente a piezas de automóviles y componentes electrónicos. Se han sugerido los baños de cian alcalinos, los baños con ácido pirofosfórico, los baños con fluoruro de boro, los baños con ácido sulfónico y los baños con ácido carboxílico para utilizar como baños de recubrimiento electrolítico en la galvanoplastia con aleaciones de estaño y cinc, y algunos de estos baños se han usado prácticamente.

Con los métodos convencionales que utilizan dichos baños para galvanoplastia, cuando el tratamiento se lleva a cabo a una densidad de corriente elevada para reducir el tiempo de tratamiento, aparecen unos precipitados gruesos, quemaduras y chamuscaduras en la capa del recubrimiento, y se degradan las características del revestimiento con la aleación de estaño y cinc. Como resultado de ello, el uso práctico de la galvanoplastia a alta velocidad se dificulta. Los sistemas que todavía están en uso incluyen un sistema de bastidores (densidad de corriente máxima aproximada de 3 A/dm²), donde los artículos a recubrir se tratan montándolos en un portapiezas y un sistema de tambores (densidad de corriente máxima 1 A/dm²), donde los artículos a recubrir se tratan en un tambor. Además, cuando se lleva a cabo un recubrimiento electrolítico con una aleación de estaño y cinc dentro de un breve intervalo, se emplean un método mediante el cual el estaño y el cinc se galvanoplastian por separado y luego se alean y otro método de recubrimiento electrolítico por fusión, utilizando una sal fundida de una aleación de estaño y cinc.

Descripción de la invención

Problemas que la invención debe solucionar

25 Constituye un objeto de la presente invención proporcionar un método de galvanoplastia que posibilite el tratamiento de artículos a someter a recubrimiento electrolítico dentro de un periodo breve, que era difícil de lograr con los métodos convencionales para galvanoplastia con aleaciones de estaño y cinc.

Medios para la resolución de los problemas

30 La presente invención se basa en el descubrimiento de que la galvanoplastia con una aleación de estaño y cinc puede llevarse a cabo dentro de un breve intervalo, utilizando un baño de recubrimiento electrolítico con una aleación de estaño y cinc, a una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico y a una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico que superen los valores predeterminados.

De esta manera, la presente invención provee un método para galvanoplastia con una aleación de estaño y cinc, según la reivindicación 1.

35 Efecto de la invención

Con la presente invención, es posible llevar a cabo la galvanoplastia con una aleación de estaño y cinc dentro de un breve intervalo, utilizando un baño de recubrimiento electrolítico de una aleación de estaño y cinc específico, a una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico y a una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico superiores a los valores predeterminados.

40 Mejor manera de llevar a cabo la invención

La temperatura del baño de recubrimiento electrolítico en el método de galvanoplastia según la presente invención es de 30 a 90 °C, preferiblemente, de 40 a 60 °C, y la velocidad de agitación de la solución de recubrimiento electrolítico es de 5 a 300 m/min, preferiblemente, de 10 a 100 m/min. La agitación de la solución de recubrimiento electrolítico se lleva a cabo específicamente mediante un aparato de recubrimiento electrolítico de un sistema de flujo con chorros, en el que la solución se hace circular mediante una bomba o mediante un aparato para recubrimiento electrolítico destinado a planchas de acero. El aparato de recubrimiento electrolítico puede fabricarse a partir de cualquier material, siempre y cuando sea resistente al calor y resistente a los productos químicos, y sea posible usar metales tales como acero inoxidable y cloruro de polivinilo o titanio, Teflon (marca registrada) y una resina ABS. Asimismo, se prefiere un dispositivo que posibilite la agitación de la solución de recubrimiento electrolítico, que sea uniforme con respecto a todo el artículo recubierto, desde el punto de vista de incrementar la uniformidad de la composición de la aleación recubierta y el espesor de la película recubierta.

Como ácido hidroxicarboxílico, se prefiere un compuesto que tenga uno o más grupos hidroxilo y uno o más grupos carboxilo en una molécula. Los ejemplos específicos de dichos ácidos hidroxicarboxílicos incluyen: ácido cítrico, ácido tartárico, ácido málico, ácido glicólico, ácido glicérico, ácido láctico, ácido β-hidroxiopropiónico y ácido glucónico. Los preferidos entre ellos son: ácido cítrico, ácido tartárico, ácido málico y ácido glucónico. Los ejemplos específicos de sales de ácido hidroxicarboxílico incluyen: las sales de metales alcalinos (sales de sodio, potasio, litio), las sales de metales alcalinotérreos (sales de magnesio, calcio, bario y similares), las sales de estaño divalente, las sales de cinc, las sales de amonio y las sales de aminas orgánicas (monometilamina, dimetilamina, trimetilamina, metilamina, isopropilamina, etilendiamina, dietilentriamina, etc.) de los ácidos hidroxicarboxílicos anteriormente mencionados. Las preferidas entre ellas son las sales de sodio, sales de potasio, sales de litio, sales de estaño divalente y sales de cinc de ácido cítrico, ácido tartárico, ácido málico y ácido glucónico. Estos ácidos hidroxicarboxílicos y sus sales pueden usarse individualmente o en una mezcla de dos o más de ellos, y su concentración en el baño de recubrimiento electrolítico es de 0,25 a 3 mol/l, preferiblemente, de 0,3 a 1,5 mol/l. Cuando se emplea una sal de ácido hidroxicarboxílico como una sal de estaño divalente y/o una sal de cinc, el ácido hidroxicarboxílico, que es un contraión de los iones metálicos, también constituye una parte de la concentración citada con anterioridad.

El pH del baño de recubrimiento electrolítico que comprende el ácido hidroxicarboxílico o una sal del mismo es de 2 a 10, preferiblemente, de 3 a 9. El pH del baño de recubrimiento electrolítico puede ajustarse usando un compuesto alcalino, tal como un hidróxido y un carbonato, o un compuesto ácido, tal como un ácido inorgánico o un ácido orgánico. Los ejemplos específicos de los compuestos adecuados incluyen compuestos alcalinos tales como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de litio, carbonato de sodio, carbonato de potasio, carbonato de litio y agua amoniacal y compuestos ácidos, tales como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido sulfámico, ácido metansulfónico y ácido fenolsulfónico.

También se puede utilizar un baño de recubrimiento electrolítico que comprenda al menos una de las especies seleccionadas del grupo que consiste en tensioactivos anfóteros y compuestos hidrosolubles obtenidos mediante una reacción de una amina alifática, un éster de ácido orgánico y anhídrido ftálico como el baño para galvanoplastia de aleación de estaño y cinc empleado en el método de galvanoplastia según la presente invención. Más específicamente, por ejemplo, se puede usar un compuesto hidrosoluble que se obtiene haciendo reaccionar 0,2 a 3 moles de un éster de ácido orgánico por 1 mol de una amina alifática durante 10 a 60 minutos, a una temperatura de 50 a 99 °C y luego haciendo reaccionar anhídrido ftálico con el producto reactivo obtenido en una relación en peso de 0,1 a 1:1, durante 30 a 180 minutos, a una temperatura de 60 a 130 °C. Los ejemplos de tensioactivos anfóteros adecuados incluyen los tensioactivos del tipo imidazolina, del tipo betaína, del tipo alanina, del tipo glicina y del tipo amida. Los ejemplos de aminas alifáticas adecuadas para la reacción del compuesto hidrosoluble incluyen: etilendiamina, trietilentetramina, isobutilamina, 3-metoxipropilamina, iminobispropilamina, dietilamina, hexametilentetramina y dimetilaminopropilamina. Los ejemplos de ésteres de ácidos orgánicos adecuados incluyen manolato de dimetilo, succinato de dietilo, maleato de dietilo, fumarato de dimetilo, tartarato de dietilo, malato de dimetilo y tartronato de dietilo. Estos compuestos hidrosolubles y tensioactivos anfóteros se pueden usar individualmente o en una mezcla de dos o más de ellos, y su contenido en el baño de recubrimiento electrolítico varía de 0,001 a 50 g/l, preferiblemente, de 0,01 a 30 g/l.

El pH del baño de recubrimiento electrolítico que comprende al menos una especie seleccionada del grupo que consiste en tensioactivos anfóteros y compuestos hidrosolubles, obtenido mediante una reacción de una amina alifática, un éster de ácido orgánico y anhídrido ftálico varía preferiblemente de 2 a 10, más preferiblemente, de 3 a 9. El pH del baño de recubrimiento electrolítico se puede ajustar usando un compuesto alcalino, tal como un hidróxido y un carbonato o un compuesto ácido, tal como un ácido inorgánico o ácido orgánico. Los ejemplos específicos de los compuestos adecuados incluyen compuestos alcalinos, tales como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de litio, carbonato de sodio, carbonato de potasio, carbonato de litio y agua amoniacal, así como también, compuestos ácidos, tales como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido sulfámico, ácido metansulfónico y ácido fenolsulfónico.

Por otra parte, también se puede usar un baño de recubrimiento electrolítico que comprenda al menos una especie seleccionada del grupo que consiste en compuestos de amina terciaria y compuestos de amina cuaternaria como el baño de galvanoplastia aleación de estaño y cinc empleado en el método de galvanoplastia, según la presente invención. Los ejemplos de compuestos de amina terciaria incluyen compuestos de imidazol y compuestos de amina alifática y los ejemplos de compuestos de amina cuaternaria incluyen los productos de reacción de los compuestos de amina terciaria y alquilos halogenados. Los ejemplos específicos de los compuestos de amina terciaria incluyen: compuestos de imidazol, tales como imidazol, 1-metilimidazol, 1-etilimidazol, 2-metilimidazol, 1-etil-2-metilimidazol, 1-oximetilimidazol, 1-vinilimidazol y 1,5-dimetilimidazol, y aminas alifáticas, tales como monoetanolamina, dietanolamina, trietanolamina, dimetilamina, etilendiamina, dietilentriamina, iminobispropilamina, trietilentetramina, tetraetilenpentamina y N,N-bis-(3-aminopropil)etilendiamina. Además, los ejemplos específicos de alquilos halogenados que se pueden hacer reaccionar con los compuestos de amina terciaria incluyen ácido monocloroacético, cloruro de bencilo, cloroacetamida, cloruro 3-aminobencilo, cloruro de alilo, dicloretano, monocloropropano, dicloroglicerina, etilen-clorohidrina y epiclorohidrina. Estos compuestos de amina terciaria y compuestos de amina cuaternaria pueden usarse individualmente o en una mezcla de dos o más de ellas y su contenido en el baño de recubrimiento electrolítico es de 0,1 a 30 g/l, preferiblemente 0,2 a 20 g/l.

El pH del baño de recubrimiento electrolítico que comprende al menos una especie seleccionada del grupo que consiste en compuestos de amina terciaria y compuestos de amina cuaternaria varía preferiblemente de 10 a 14, más preferiblemente, de 12 a 14. El pH del baño de recubrimiento electrolítico se puede ajustar usando un compuesto alcalino, tal como un hidróxido y carbonato. Los ejemplos específicos de los compuestos adecuados incluyen hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de litio, carbonato de sodio, carbonato de potasio, carbonato de litio y agua amoniacal.

El baño de recubrimiento electrolítico empleado en el método de galvanoplastia según la presente invención puede contener adicionalmente al menos un tensioactivo seleccionado del grupo que consiste en un tensioactivo no iónico, un tensioactivo aniónico y un tensioactivo catiónico. La introducción de estos tensioactivos en el baño de recubrimiento electrolítico permite una precipitación más densa, a una densidad de corriente elevada y, por lo tanto, posibilita implementar el método de galvanoplastia según la presente invención sin mayores complicaciones.

En el baño de recubrimiento electrolítico empleado en el método de revestimiento según la presente invención, la concentración del ion de estaño divalente varía de 1 a 100 g/l, preferiblemente, de 5 a 80 g/l, y la concentración del ion de cinc varía de 0,2 a 80 g/l, preferiblemente de 1 a 50 g/l. Los ejemplos de fuentes de estos iones metálicos incluyen diversos hidróxidos de metales, óxidos, sulfatos, cloruros, sulfamatos, pirofosfatos, hidroxicarboxilatos, sulfonatos y sales de aminoácidos. Se prefieren diversos óxidos metálicos, sulfatos, cloruros e hidróxidos. Los ejemplos específicos de sales de ácido hidroxicarboxílico se han presentado anteriormente. Los ejemplos específicos de sulfonatos incluyen: alcansulfonatos, alcanolsulfonatos y fenolsulfonatos. Los ejemplos específicos de ácidos alcansulfónicos incluyen: ácido metansulfónico, ácido etansulfónico, ácido propansulfónico, ácido isopropansulfónico, ácido butansulfónico, ácido pentansulfónico, y ácido hexansulfónico. Los ejemplos específicos de ácidos alcanolsulfónicos incluyen: ácido 2-hidroxietanesulfónico, ácido 3-hidroxipropanesulfónico y ácido 2-hidroxibutansulfónico. Los ejemplos específicos de ácidos fenolsulfónicos incluyen: ácido fenolsulfónico, ácido cresolsulfónico y ácido dimetilfenolsulfónico. Los ejemplos específicos de aminoácidos incluyen glicina, ácido glutámico y alanina.

Para mejorar la conducción eléctrica durante el recubrimiento, se pueden introducir sales de metales alcalinos (sales de sodio, potasio, litio), sales de metales alcalinotérreos (sales de magnesio, calcio, bario), sales de amonio y sales de amina orgánica (monometilamina, dimetilamina, trimetilamina, metilamina, ispropilamina, etilendiamina, dietilenetriamina, etc.) de ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido sulfámico, ácido pirofosfórico, ácido sulfónico, hidróxidos y carbonatos en el baño de recubrimiento electrolítico utilizado en el método de galvanoplastia según la presente invención. Los ejemplos específicos de tales sales incluyen sulfato de amonio, cloruro de amonio, pirofosfato de sodio, sulfamina de monometilo, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, carbonato de sodio, carbonato de potasio y entre ellos, se prefieren especialmente el sulfato de amonio, el cloruro de amonio, el hidróxido de potasio y el carbonato de potasio. El contenido de estas sales varía de 10 a 300 g/l, preferiblemente 50 a 200 g/l.

El baño de recubrimiento electrolítico usado en el método de galvanoplastia según la presente invención puede contener agua además de los componentes que se describieron con anterioridad y también pueden contener aditivos que se han utilizado como un abrillantador para el estaño y el cinc. Los ejemplos de aditivos adecuados incluyen polímeros sintéticos (alcohol polivinílico, polyvinil-pirrolidona, polietilenglicol y similares), cetonas (benzalacetona, acetofenona y similares), aldehídos alifáticos (formalina, acetaldehído, crotonaldehído y similares), aldehídos aromáticos (vainillina, salicialdehído, ortoclorobenzaldehído y similares), productos de reacción de aldehídos alifáticos insaturados y compuestos de amina, compuestos de azufre (tiourea, mercaptobencimidazol y similares) y también Cu, Ni, Mn, Bi, In y similares. El contenido de estos aditivos es de 0,001 a 50 g/l, preferiblemente, de 0,005 a 30 g/l. Por otro lado, también se pueden usar compuestos de hidroxifenilo, tales como catecol, pirogalol, hidroquinona, ácido sulfosalicílico, dihidroxibencensulfonato de potasio y sus sales y ácido L-ascórbico, sorbitol y similares como agentes para prevenir la oxidación para el estaño.

Los artículos a revestir mediante el método de recubrimiento electrolítico según la presente invención son materiales metálicos, tales como Fe, Ni, Cu o aleaciones basadas en ellos, y el recubrimiento electrolítico se lleva a cabo utilizándolos como cátodos. Se puede usar un electrodo de carbono y un electrodo insoluble obtenido mediante el recubrimiento electrolítico de Pt sobre un material de Ti o aleación de estaño y cinc como un contraelectrodo del mismo. Cuando se emplea un ánodo insoluble, la concentración de metales en el baño de recubrimiento electrolítico que se está usando puede mantenerse disolviendo directamente las sales de estaño y cinc anteriormente mencionadas en el baño de recubrimiento electrolítico o proporcionando una solución acuosa en la cual las sales de estaño y cinc estén disueltas en una alta concentración. La solución acuosa altamente concentrada de los metales puede contener el ácido hidroxicarboxílico anteriormente descrito o una sal del mismo y un compuesto hidróxido alcalino.

La densidad de corriente catódica es de 10 a 120 A/dm². El espesor de la película puede variar dentro de un amplio intervalo, pero normalmente fluctúa entre 0,5 y 500 μm, preferiblemente, entre 2 y 20 μm.

El recubrimiento electrolítico de la aleación de estaño y cinc puede llevarse a cabo dentro de un intervalo amplio de composiciones de aleaciones, cambiando la proporción de los iones de estaño y de los iones de cinc en el baño de recubrimiento electrolítico que se está utilizando. Por ejemplo, los revestimientos con una aleación de estaño y cinc

5 que tienen un contenido de cinc de 3 a 15 % se pueden obtener en componentes electrónicos. Cuando se debe mejorar la resistencia al agua salada o la resistencia a la corrosión, se puede obtener un revestimiento con aleación de estaño y cinc, que tenga un contenido de cinc de 15 a 45 %. Asimismo, cuando se obtiene una película con alta resistencia a la corrosión, que ha de exponerse a la atmósfera, es posible producir un revestimiento con una aleación de estaño y cinc cuyo contenido de cinc varíe de 50 a 90 %.

10 Con el método de recubrimiento electrolítico según la presente invención, el artículo a revestir se somete al recubrimiento electrolítico después de un tratamiento previo realizado con el método habitual. Se lleva a cabo al menos una operación seleccionada entre las siguientes: inmersión, desengrasado, decapado, lavado electrolítico y activación en el proceso de tratamiento previo. Después del recubrimiento electrolítico, la película obtenida se puede lavar con agua y secar o además se la puede revestir mediante un tratamiento de cromado y conversión o con un material orgánico o inorgánico mediante el método habitual.

15 La presente invención se describirá a continuación sobre la base de las realizaciones de la misma, pero la presente invención no se limita a las realizaciones, y la temperatura de la solución de recubrimiento, la velocidad de flujo de la solución de recubrimiento y la composición del baño de recubrimiento electrolítico pueden modificarse libremente, según el artículo a recubrir.

Ejemplos

Ejemplo 1

20 Una plancha de acero se trató previamente y luego se galvanoplastió utilizando la siguiente solución de recubrimiento electrolítico en las siguientes condiciones: una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico de 60 °C y una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico de 50 m/min.

Sulfato de estaño (I) (como estaño)	30 g/l
Sulfato de cinc (como cinc)	25 g/l
Ácido cítrico	150 g/l (0,71 mol/l)
Sulfato de amonio	100 g/l
Producto obtenido haciendo reaccionar 1 mole de etilendiamina y 1 mol de malonato de dimetilo durante 60 minutos a 85 °C y luego haciendo reaccionar anhídrido ftálico con el producto obtenido en una relación en peso de 0,5:1, durante 90 minutos a 95 °C, pH 4 (ajustado con agua amoniacal)	10 ml/l

Ejemplo 2

25 Una plancha de acero se trató previamente. Se adicionó Nymin NAG-1001, fabricado por Nippon Oils & Fats Co., Ltd. como tensioactivo no iónico, a razón de 5 g/l, a la solución de recubrimiento electrolítico de la realización 1, y se llevó a cabo la galvanoplastia en las siguientes condiciones: una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico de 60 °C y una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico de 30 m/min.

Ejemplo 3

30 Se trató previamente una plancha de acero y luego se la galvanoplastió utilizando la siguiente solución de recubrimiento electrolítico en las siguientes condiciones: una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico de 60 °C y una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico de 30 m/min.

Estanato de potasio (como estaño)	55 g/l
Óxido de cinc (como cinc)	5 g/l
Hidróxido de potasio	80 g/l
Carbonato de potasio	100 g/l
Producto obtenido haciendo reaccionar 1 mol de 1-metilimidazol y 1 mol de cloruro de bencilo durante 180 minutos a 85 °C.	1 g/l
Producto obtenido haciendo reaccionar 1 mol de dietilentriamina y 1 mol de clorhidrina de etileno durante 90 minutos a 100 °C, pH 14	

Ejemplo 4

Una plancha de bronce de fósforo se trató previamente y luego se galvanoplastió utilizando la siguiente solución de recubrimiento electrolítico en las siguientes condiciones: una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico de 50 °C y una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico de 60 m/min.

Sulfato de estaño (I) (como estaño)	20 g/l
Sulfato de cinc (como cinc)	7 g/l
Ácido cítrico	120 g/l (0,57 mol/l)
Sulfato de amonio	80 g/l
Producto obtenido haciendo reaccionar 1 mol de trietilentetramina y 1,2 mol de succinato de dietilo durante 40 minutos a 80 °C y haciendo reaccionar luego anhídrido ftálico con el producto obtenido, en una relación en peso de 0,7:1 durante 120 minutos a 90 °C.	10 ml/l
Alquil-N-carboxietil-N-hidroxiethyl-imidazolio betaína sódica de aceite de coco.	5 g/l
pH 5,5 (ajustado con hidróxido de sodio)	

5 Ejemplo 5

Se trató previamente una plancha de bronce de fósforo y luego se galvanoplastió utilizando la solución de recubrimiento mencionada a continuación en las siguientes condiciones: una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico de 60 °C y una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico de 60 m/min.

Metansulfonato de estaño (como estaño)	30 g/l
Metansulfonato de cinc (como cinc)	15 g/l
Gluconato de sodio	150 g/l (0,69 mol/l)
Ácido metansulfónico	100 g/l
Producto obtenido haciendo reaccionar 1 mol de etilendiamina y 1 mol de maleato de dimetilo durante 60 minutos, a 90 °C, y luego haciendo reaccionar anhídrido ftálico con el producto obtenido en una relación en peso de 0,5:1 durante 150 minutos a 110 °C.	8 ml/l
Salicilaldehído	0,5 g/l
pH 6.2 (ajustado con hidróxido de sodio)	

Ejemplo comparativo 1

- 10 Se trató previamente una plancha de acero y luego se la galvanoplastió mediante el uso de la solución de recubrimiento electrolítico de la realización 1, en las siguientes condiciones: una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico de 23 °C y una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico de 50 m/min.

Ejemplo comparativo 2

- 15 Se trató previamente una plancha de acero y luego se la galvanoplastió mediante el uso de la solución de recubrimiento electrolítico de la realización 1, en las siguientes condiciones: una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico de 60 °C y una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico de 2 m/min.

Ejemplo comparativo 3

- 20 Se trató previamente una plancha de acero y luego se la galvanoplastió mediante el uso de la solución de recubrimiento de la realización 3 en las siguientes condiciones: una temperatura del baño de recubrimiento electrolítico de 60 °C y una velocidad de agitación del baño de recubrimiento electrolítico de 3 m/min.

El estado del precipitado recubierto, la composición de la aleación (% en peso) de la película precipitada, el tiempo de tratamiento y el espesor de la película en los ejemplos 1 a 5 y en los ejemplos comparativos 1 a 3 se muestran en las tablas 1 a 2.

Tabla 1

	Ejemplo 1				Ejemplo 2				Ejemplo 3			
	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)
10 A/dm ²	○	70/30	120	8,8	○	70/30	120	8,8	○	45/55	240	7,0
20 A/dm ²	○	70/30	60	8,8	○	70/30	60	8,8	○	45/55	120	6,5
30 A/dm ²	○	70/30	40	8,8	○	70/30	40	8,8	○	40/60	80	4,9
40 A/dm ²	○	72/28	30	8,9	○	70/30	30	8,8	Δ	40/60	60	3,5
50 A/dm ²	○	72/28	25	8,9	○	70/30	25	8,7	x	—	48	—
60 A/dm ²	○	75/25	20	8,0	○	75/25	20	8,1	x	—	40	—
70 A/dm ²	○	75/25	17	7,8	○	75/25	17	8,0	x	—	34	—
80 A/dm ²	○	75/25	15	7,6	○	75/25	15	7,8	x	—	30	—
90 A/dm ²	Δ	85/15	13	7,4	○	82/18	13	7,6	x	—	27	—
100 A/dm ²	Δ	85/15	12	6,9	○	82/18	12	7,2	x	—	24	—

El tiempo de tratamiento se mide en segundos, en todos los caso anteriores.

○: precipitado denso y suave.

Δ: aparición local de un precipitado grueso.

x: precipitado grueso del tipo polvo

Tabla 2

	Ejemplo 4					Ejemplo 5						
	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)
10 A/dm ²	O	88/12	120	9,4	O	85/15	120	9,0				
20 A/dm ²	O	90/10	60	9,2	O	80/20	60	8,5				
30 A/dm ²	O	90/10	40	9,2	O	80/20	40	8,5				
40 A/dm ²	O	90/10	30	9,2	O	80/20	30	8,0				
50 A/dm ²	O	90/10	25	9,0	O	80/20	25	7,9				
60 A/dm ²	O	90/10	20	8,6	O	85/15	20	7,6				
70 A/dm ²	Δ	91/9	17	7,2	O	84/16	17	7,3				
80 A/dm ²	Δ	91/9	15	6,4	O	88/12	15	6,0				
90 A/dm ²	x	--	13		O	90/10	13	5,4				
100 A/dm ²	x	--	12		Δ	95/5	12	4,2				

El tiempo de tratamiento se mide en segundos, en todos los caso anteriores.

O: precipitado denso y suave.

Δ: aparición local de un precipitado grueso.

x: precipitado grueso del tipo polvo.

Tabla 3

	Ejemplo comparativo 1				Ejemplo comparativo 2				Ejemplo comparativo 3			
	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)	Estado del precipitado recubierto	Sn/Zn (% en peso)	Tiempo de tratamiento	Espesor de la película (µm)
10 A/dm ²	○	48/52	120	5,6	○	66/34	120	4,2	Δ	45/55	120	3,2
20 A/dm ²	○	52/48	60	4,2	x	—	60	—	x	—	60	—
30 A/dm ²	Δ	52/48	40	2,9	x	—	40	—	x	—	40	—
40 A/dm ²	x	—	30	—	x	—	30	—	x	—	30	—
50 A/dm ²	x	—	25	—	x	—	25	—	x	—	25	—
60 A/dm ²	x	—	20	—	x	—	20	—	x	—	20	—
70 A/dm ²	x	—	17	—	x	—	17	—	x	—	17	—
80 A/dm ²	x	—	15	—	x	—	15	—	x	—	15	—
90 A/dm ²	x	—	13	—	x	—	13	—	x	—	13	—
100 A/dm ²	x	—	12	—	x	—	12	—	x	—	12	—

El tiempo de tratamiento se mide en segundos, en todos los caso anteriores.

○: precipitado denso y suave.

Δ: aparición local de un precipitado grueso.

x: precipitado grueso del tipo polvo.

