

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 506**

51 Int. Cl.:

C09D 5/08	(2006.01)
C09D 5/44	(2006.01)
C25D 13/08	(2006.01)
C09D 163/00	(2006.01)
C08G 18/58	(2006.01)
C08K 3/36	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2015 PCT/US2015/057493**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16069545**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2015 E 15856052 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3212720**

54 Título: **Composición de revestimiento por electrodeposición catódica epoxídica para bordes elevados**

30 Prioridad:

31.10.2014 US 201462073367 P

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

17.06.2020

73 Titular/es:

**SWIMC LLC (100.0%)
101 West Prospect Avenue
Cleveland, Ohio 44115, US**

72 Inventor/es:

TERSTEEG, JILL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 767 506 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

Composición de revestimiento por electrodeposición catódica epoxídica para bordes elevados

- 5 La presente invención proporciona un artículo revestido que comprende un sustrato metálico con áreas afiladas producidas mediante corte con láser y un revestimiento dispuesto sobre el sustrato, comprendiendo el revestimiento una composición de revestimiento por electrodeposición; y un método de fabricación del artículo revestido.

10 **Antecedentes de la invención**

- 10 Los revestimientos normalmente se aplican a sustratos para proporcionar cualidades protectoras y/o decorativas. Una técnica eficaz para la aplicación de revestimientos incluye un proceso de revestimiento por electrodeposición, que normalmente implica depositar una composición sobre un sustrato conductor de la electricidad con la aplicación de un potencial eléctrico. Los primeros intentos por realizar procesos comerciales de revestimiento por electrodeposición usaron procesos de revestimiento por electrodeposición aniónica, donde el sustrato que se revestía servía como el ánodo. Sin embargo, los procesos de revestimiento por electrodeposición catódica o catiónica se han vuelto cada vez más populares, y hoy en día, son los métodos más frecuentes de revestimiento por electrodeposición.

- 15 20 Una propiedad deseada de los revestimientos es la resistencia a la corrosión. El uso de revestimientos que presentan una buena resistencia a la corrosión prolonga la funcionalidad y el rendimiento de la composición de revestimiento y del sustrato subyacente. Esto es particularmente importante para las composiciones de revestimiento aplicadas a superficies o sustratos que se usan en entornos altamente corrosivos, incluyendo, por ejemplo, en la industria de la maquinaria pesada.

- 25 30 Los componentes o las piezas de la industria de la maquinaria pesada, así como de otras industrias, se suelen cortar con láser, estampar o formar, y los revestimientos convencionales no siempre revisten los bordes de dichas piezas metálicas lo suficiente como para proporcionar una resistencia a la corrosión óptima. Como resultado de ello, estos componentes o piezas sufren corrosión en los bordes y fallos posteriores. En la actualidad, la industria de la maquinaria pesada atribuye más de 250 millones de dólares al año a las reclamaciones debidas a los fallos producidos por la corrosión, y específicamente, a la corrosión de los bordes.

- 35 Por consiguiente, existe la necesidad de una composición de revestimiento por electrodeposición que muestre una buena resistencia a la corrosión, y en especial, una buena resistencia a la corrosión en los bordes.

- 40 El documento WO 2011/156315 A2 describe una composición de revestimiento por electrodeposición mejorada, en donde la mejora es la adición de un agente contra la formación de cráteres no reducible en agua, que es un uretano de poliéster, que es el producto de reacción de un anhídrido de ácido carboxílico alifático, un compuesto epoxídico monofuncional, un alcohol monofuncional y un diisocianato y/o un poliisocianato.

- 45 El documento DE 10 2006 059 123 A1 describe una pintura de electrodeposición que comprende partículas de al menos un compuesto metálico seleccionado entre hidróxido de bismuto, compuesto de circonio y compuesto de tungsteno, caracterizado por que el diámetro medio de partícula de las partículas de compuesto metálico es de 1 a 1.000 nm.

- 50 El documento US 2004/118695 A1 describe un proceso de revestimiento por electrodeposición de dos capas, en donde primero se reviste un sustrato mediante un sistema de electrodeposición catódica, posteriormente, se aplica una segunda capa a través de un sistema de electrodeposición anódica, y las al menos dos capas electrodepositables se curan simultáneamente en una sola cocción, donde la composición de imprimación todavía está húmeda cuando se aplica la segunda capa.

- 55 El documento EP 1 420 086 A1 describe un proceso de aplicación de un revestimiento protector de múltiples capas a un sustrato que tiene una superficie conductora de la electricidad, que comprende: (a) un primer método de formación de una capa de silicato sobre dicha superficie conductora de la electricidad y (b) un segundo método de aplicación electrolítica de una capa de resina sintética sobre la superficie de dicha capa de silicato.

- 60 El documento WO 01/46319 A1 describe una composición de revestimiento por electrodeposición que comprende una dispersión acuosa de una resina aniónica neutralizada al menos parcialmente, dispersable en agua y depositable eléctricamente, así como un compuesto dispersante que tiene una cadena principal acrílica y, sobre la cadena principal acrílica, una pluralidad de grupos aniónicos y un sustituyente estabilizante, y al menos un pigmento que se dispersa con el compuesto dispersante.

- 65 El documento WO 01/21718 A1 describe una composición acuosa de revestimiento por electrodeposición catódica que tiene un aglutinante de un aducto de epoxiamina y un agente de reticulación de poliisocianato bloqueado; y un aditivo, que es el producto de reacción de la polioxiálquilenilamina, un alcoxisilano glicidoxialquílico y un compuesto de glicidilo específico, en donde el aditivo se emulsiona luego en agua con ácido para hidrolizar las fracciones

alcoxisilano a fracciones silanol.

El documento US 5.314.594 describe una composición de revestimiento por electrodeposición catódica que comprende un vehículo acuoso que se ha dispersado en la misma, un aglutinante filmógeno que comprende un aducto de epoxiamina y un agente de reticulación de poliisocianato bloqueado; consistiendo la mejora esencialmente en el uso de una cantidad eficaz de un aditivo de un tioéster alquílico.

El documento EP 0 509 437 A1 describe una composición de revestimiento por electrodeposición que contiene un grupo isocianato bloqueado que comprende al menos un carboxilato aromático de dialquilestaño y al menos un compuesto de bismuto o circonio como catalizador de curado combinado.

El documento DE 197 48 764 A1 describe una composición de revestimiento anticorrosivo soldable y conductor de la electricidad que es útil para revestir superficies metálicas, que comprende (a) un aglutinante orgánico compuesto de al menos una resina epoxídica, al menos un agente de curado y al menos una resina de poliuretano bloqueado; y (b) una cantidad conductora de la electricidad de uno o más extensores conductores de la electricidad divididos finamente seleccionados de la lista citada.

El documento EP 0 312 599 A1 describe una placa de acero tratada superficialmente que comprende una capa de deposición de cinc o una capa de deposición de aleación de cinc como la película de deposición de revestimiento inferior, una película de cromato formada en la superficie de la película de deposición de revestimiento inferior y una película de una composición de resina formada sobre la película de cromato.

Resumen

La presente descripción proporciona un artículo revestido que comprende un sustrato metálico con áreas afiladas producidas mediante corte con láser, y un revestimiento dispuesto sobre el sustrato, en donde el revestimiento comprende una composición de revestimiento por electrodeposición; un método de fabricación del artículo revestido; y un método de preparación de una composición de revestimiento para la electrodeposición, como se define en las reivindicaciones, respectivamente.

El resumen anterior de la presente invención no pretende describir cada realización desvelada ni cada implementación de la presente invención. La siguiente descripción ilustra de manera más concreta realizaciones ilustrativas. En varios lugares a lo largo de la solicitud, se proporciona orientación a través de listas de ejemplos, que pueden usarse en distintas combinaciones. En cada caso, la lista citada solo sirve como grupo representativo, y no debe interpretarse como una lista excluyente.

Los detalles de una o más realizaciones de la invención se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción que se presenta a continuación. Otras características, objetivos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción y de los dibujos, así como de las reivindicaciones.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una representación fotográfica de una vista de un panel de prueba cortado con láser con un revestimiento convencional aplicado encima tras 40 ciclos de prueba de corrosión cíclica.

La Figura 2 es una representación fotográfica de una vista de un panel de prueba cortado con láser con el revestimiento de la invención aplicado encima tras 40 ciclos de prueba de corrosión cíclica.

DEFINICIONES SELECCIONADAS

A menos que se especifique lo contrario, los siguientes términos y expresiones, como se usan en el presente documento, tienen los significados que se proporcionan a continuación.

La expresión "compuesto con función epoxídica", como se usa en el presente documento, se refiere a una resina epoxídica que no contiene funcionalidad epóxido libre, es decir, no hay grupos epoxídicos que permanezcan sin reaccionar. El curado de dichas resinas se produce cuando la funcionalidad hidroxilo o amina en la resina epoxídica reacciona con un isocianato. La expresión se usa indistintamente en el presente documento con "resina epoxídica".

El término "sobre", cuando se usa en el contexto de un revestimiento aplicado sobre una superficie o un sustrato, incluye los revestimientos aplicados tanto directa como indirectamente a la superficie o al sustrato. Por lo tanto, por ejemplo, un revestimiento aplicado a una capa de imprimación que recubre un sustrato constituye un revestimiento aplicado sobre el sustrato.

A menos que se indique otra cosa, el término "polímero" incluye tanto homopolímeros como copolímeros (es decir, polímeros de dos o más monómeros diferentes).

El término "comprende" y las variaciones del mismo no tienen un significado limitante cuando estos términos

aparecen en la descripción y en las reivindicaciones.

Los términos "preferente" y "preferentemente" se refieren a realizaciones de la invención que pueden proporcionar ciertos beneficios, en ciertas circunstancias. Sin embargo, también pueden ser preferentes otras realizaciones, en las mismas circunstancias u otras. Asimismo, la mención de una o más realizaciones preferentes no implica que otras realizaciones no sean útiles y no pretende excluir otras realizaciones del alcance de la invención.

Como se usa en el presente documento, "un", "uno", "una", "el", "la", "al menos uno/a", u "uno/una o más" se usan indistintamente. Por lo tanto, por ejemplo, una composición de revestimiento que comprende "un" aditivo puede interpretarse en el sentido de que la composición de revestimiento incluye "uno o más" aditivos.

También en el presente documento, las menciones de intervalos numéricos mediante los puntos finales incluyen todos los números incluidos dentro de ese intervalo (por ejemplo, de 1 a 5 incluye 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4, 5, etc.). Asimismo, la divulgación de un intervalo incluye la divulgación de todos los subintervalos incluidos dentro del intervalo más amplio (por ejemplo, de 1 a 5 desvela de 1 a 4, de 1,5 a 4,5, de 1 a 2, etc.).

Descripción detallada

La presente invención proporciona un artículo revestido de acuerdo con la reivindicación 1, incluyendo un sustrato metálico con un revestimiento dispuesto sobre el mismo. El revestimiento se forma a partir de una composición de revestimiento por electrodeposición para proteger el sustrato de la corrosión, en particular, de la corrosión en los bordes. La composición incluye al menos un compuesto con funcionalidad epóxido, un compuesto con funcionalidad isocianato y una sílice precipitada tratada. Los artículos revestidos resultantes muestran una reducción de aproximadamente el 40 al 70 % de la corrosión de los bordes con respecto a los artículos revestidos con un revestimiento convencional aplicado encima.

En una realización, la composición de revestimiento por electrodeposición descrita en el presente documento incluye preferentemente al menos un componente de resina epoxídica y un componente con funcionalidad isocianato. En un aspecto preferido, estos componentes se reticularan para formar el revestimiento. La resina catiónica que contiene hidrógeno activo electrodepositable sobre un cátodo, que junto con el agente de curado constituye el vehículo principal de la composición electrodepositable, puede ser cualquier resina catiónica adecuada conocida por los expertos en la materia, pero preferentemente se deriva de un poliepóxido. La resina catiónica se puede preparar haciendo reaccionar conjuntamente un poliepóxido y un material que contiene un grupo polihidroxilo seleccionado entre materiales que contienen un grupo hidroxilo alcohólico y materiales que contienen un grupo hidroxilo fenólico para extender cadenas o construir el peso molecular del poliepóxido. El producto de reacción puede hacerse reaccionar luego con un grupo formador de sal catiónica para producir la resina catiónica. Los poliepóxidos tal como se usan en los métodos del presente documento pueden prepararse mediante métodos conocidos por los expertos en la materia.

Los compuestos de resina epoxídica adecuados incluyen, por ejemplo, monómeros derivados de poliepóxidos, polímeros y copolímeros que tienen al menos dos fracciones epoxídicas por molécula. El compuesto con funcionalidad epóxido puede incluir moléculas que están saturadas, insaturadas, ramificadas, sin ramificar, alifáticas, alicíclicas, aromáticas, heterocíclicas, y combinaciones de las mismas. Los ejemplos de pesos moleculares medios en número (PM_n) adecuados para el compuesto de resina epoxídica varían de aproximadamente 200 a aproximadamente 5.000, con pesos moleculares medios en peso particularmente adecuados que varían de aproximadamente 300 a aproximadamente 2.000.

En una realización, el compuesto de resina epoxídica es un éter poliglicidílico de uno o más alcoholes polihídricos, donde los alcoholes polihídricos también pueden funcionar como extensores de cadena para modificar los pesos moleculares de las moléculas de compuestos con funcionalidad epóxido (por ejemplo, mediante reacciones hidroxilo-epóxido). Preferentemente, el compuesto de resina epoxídica es un éter poliglicidílico de uno o más alcoholes polihídricos cíclicos, tales como fenoles polihídricos, alcoholes polihídricos alicíclicos, alcoholes polihídricos alifáticos (incluyendo, por ejemplo, polioles simples tales como el neopentilglicol, polioles de poliéster tales como los descritos en la patente de EE.UU. n.º 4.148.772, polioles de poliéter tales como los descritos en la patente de EE.UU. n.º 4.468.307, y dioles de uretano tales como los descritos en la patente de EE.UU. n.º 4.931.157), y combinaciones de los mismos. El compuesto de resina epoxídica puede ser, por ejemplo, un éter poliglicidílico de uno o más fenoles polihídricos mediante la eterificación de los fenoles polihídricos con epihalohidrina (por ejemplo, epiclorhidrina) o dihalohidrina (por ejemplo, diclorohidrina) en presencia de un álcali. Los ejemplos de fenoles polihídricos adecuados para formar el compuesto con funcionalidad epóxido incluyen 2,2-bis-(4-hidroxifenil)etano; 4,4-dihidroxi-2,2-difenilpropano (es decir, bisfenol A); 2-metil-1,1-bis-(4-hidroxifenil)-propano; 2,2-bis-(4-hidroxi-3-*terc*-butilfenil)-propano, 1,1-bis-(4-hidroxifenol)etano; bis-(2-hidroxinaftil)metano; 1,5-dihidroxi-3-naftaleno, floroglucinol, catecol, resorcinol y combinaciones de los mismos. En un aspecto preferido, el fenol polihídrico es bisfenol A.

Los ejemplos de alcoholes polihídricos alicíclicos adecuados para formar el compuesto de resina epoxídica incluyen 1,2-ciclohexanodiol; 1,4-ciclohexanodiol; 1,2-bis-(hidroximetil)ciclohexano; 1,3-bis-(hidroximetil)ciclohexano; y combinaciones de los mismos. Los ejemplos de alcoholes polihídricos alifáticos adecuados para formar el

compuesto con funcionalidad epóxido incluyen polioles tales como etilenglicoles, propilenglicoles, 1,3-propanodiol, gliceroles, dietilenglicoles, dipropilenglicoles, trietilenglicoles, trimetilolpropanos, trimetiloletanos, tripropilenglicoles, neopentilglicoles, pentaeritritoles, 1,4-butanodiol, trimetilolpropanos, hexilenglicoles y combinaciones de los mismos.

- 5 Las moléculas del compuesto de resina epoxídica también pueden incluir sustituyentes tales como grupos halógeno, fracciones hidroxilo, grupos éter y fracciones de sales catiónicas. En una realización, el compuesto con funcionalidad epóxido puede incluir una o más fracciones de sales catiónicas a base de amina derivadas haciendo reaccionar los polímeros epoxídicos con compuestos de amina. Los ejemplos de compuestos de amina adecuados para formar las fracciones de sales catiónicas a base de amina incluyen aminas primarias, aminas secundarias, aminas terciarias y combinaciones de las mismas. Las aminas adecuadas incluyen, por ejemplo, etilamina, metiletilamina, trietilamina, 10 *N*-bencildimetilamina, dicocoamina y *N,N*-dimetilciclohexilamina. También, dimetilaminopropilamina, *N,N*-dietilaminopropilamina, dimetilaminoetilamina, *N*-aminoetilpiperazina, aminopropilmorfolina, tetrametildipropilentriamina, metilamina, etilamina, dimetilamina, dibutilamina, etilendiamina, dietilentriamina, trietilentetramina, dimetilaminobutilamina, dietilaminopropilamina, dietilaminobutilamina, dipropilamina, 15 metilbutilamina, alcanolaminas tales como metiletanolamina, aminoetilanolamina, aminopropilmonometiletanolamina y dietanolamina, diquetimina. Las aminas primarias y las aminas secundarias pueden acidificarse después de la reacción con las fracciones epoxídicas para formar fracciones de sales de amina. Las aminas terciarias pueden acidificarse antes de la reacción con las fracciones epoxídicas y, después de la reacción con las fracciones epoxídicas, para formar fracciones de sales de amonio cuaternario. Las fracciones de 20 sales catiónicas a base de aminas pueden ser beneficiosas para aumentar la densidad de la reticulación cuando reaccionan con el compuesto con funcionalidad isocianato.

- En una realización, los compuestos de amina pueden ser aminas que contienen hidroxilo. Los ejemplos de aminas que contienen hidroxilo adecuadas incluyen alcanolaminas, dialcanolaminas, trialcanolaminas, alquilalcanolaminas, 25 arilalcanolaminas, arilalquilalcanolaminas, y combinaciones de las mismas. Los ejemplos específicos de aminas que contienen hidroxilo adecuadas incluyen etanolamina, *N*-metiletanolamina, dietanolamina, *N*-feniletanolamina, *N,N*-dimetiletanolamina, *N*-metildietanolamina, trietanolamina y *N*-(2-hidroxietyl)-piperazina.

- La composición de revestimiento por electrodeposición descrita en el presente documento incluye al menos un 30 componente con funcionalidad epóxido y un componente con funcionalidad isocianato. En un aspecto preferido, estos componentes se reticulan para formar el revestimiento, donde el componente con funcionalidad isocianato funciona como un agente de reticulación. Los componentes con funcionalidad isocianato adecuados incluyen, por ejemplo, isocianatos alifáticos, isocianatos cicloalifáticos, isocianatos aromáticos, y combinaciones de los mismos. La funcionalidad isocianato puede incluir una o más fracciones isocianato, y preferentemente incluye dos o más 35 fracciones isocianato (por ejemplo, diisocianatos). Los ejemplos de compuestos adecuados específicos para el compuesto con funcionalidad isocianato incluyen tetrametilendiisocianatos, hexametilendiisocianatos, ciclohexametenmetilen-ciclohexilisocianatos, isofozona-diisocianatos, diisocianatos, tolueno-diisocianatos, metilendifenil-diisocianatos, metilendifenil-diisocianatos, fenilendiisocianatos, y combinaciones de los mismos.

- 40 En una realización, el compuesto con funcionalidad isocianato puede bloquearse al menos parcialmente con un agente bloqueante. Preferentemente, el compuesto con funcionalidad isocianato se bloquea completamente con un agente de bloqueo de manera que esencialmente no haya fracciones isocianato libres disponibles hasta que se expongan a altas temperaturas durante un proceso de curado. En un aspecto, el compuesto con funcionalidad isocianato es un poliisocianato. Los poliisocianatos adecuados también incluyen poliisocianatos derivados de estos 45 que contienen grupos isocianurato, biuret, alofanato, iminooxadiazindiona, uretano, urea o uretdiona. Los poliisocianatos que contienen grupos uretano, por ejemplo, se obtienen haciendo reaccionar algunos de los grupos isocianato con polioles, tales como trimetilolpropano, neopentilglicol y glicerol, por ejemplo. Los grupos isocianato se hacen reaccionar con un agente de bloqueo. Los ejemplos de agentes de bloqueo adecuados incluyen fenol, cresol, xilenol, épsilon-caprolactama, delta-valero-lactama, gamma-butirolactama, malonato de dietilo, malonato de dimetilo, 50 acetoacetato de etilo, acetoacetato de metilo, alcoholes tales como metanol, etanol, isopropanol, propanol, isobutanol, *tert*-butanol, butanol, monoéteres de glicol tales como monoéteres de etilenglicol o propilenglicol, amidas ácidas (por ejemplo, acetoanilida), imidas (por ejemplo, succinimida), aminas (por ejemplo, difenilamina), imidazol, urea, etilenurea, 2-oxazolidona, etilenimina, oximas (por ejemplo, metiletacetoxima) y similares.

- 55 Las concentraciones combinadas adecuadas del compuesto con funcionalidad epóxido y el compuesto con funcionalidad isocianato en la composición de revestimiento por electrodeposición varían de aproximadamente el 50 % en peso a aproximadamente el 90 % en peso, con concentraciones combinadas particularmente adecuadas que varían de aproximadamente el 70 % en peso a aproximadamente el 80 % en peso, basándose en el peso total de sólidos de la composición de revestimiento por electrodeposición. Como se usa en el presente documento, la 60 expresión "peso total de sólidos" se refiere al peso total de los componentes no acuosos o a base de disolventes (por ejemplo, agua). Las concentraciones adecuadas del compuesto con funcionalidad isocianato pueden basarse en la proporción de las fracciones isocianato del compuesto con funcionalidad isocianato con respecto a las fracciones epoxídicas del compuesto con funcionalidad epóxido. Los ejemplos de proporciones adecuadas varían de aproximadamente 0,5 equivalentes de la fracción isocianato por equivalente de fracción epoxídica a 65 aproximadamente 5 equivalentes de la fracción isocianato por equivalente de fracción epoxídica, con fracciones particularmente adecuadas que varían de aproximadamente 1 equivalente de la fracción isocianato por equivalente

de fracción epoxídica a aproximadamente 3 equivalentes de la fracción isocianato por equivalente de fracción epoxídica.

5 En una realización, el compuesto con funcionalidad epóxido y el compuesto con funcionalidad isocianato pueden proporcionarse como una resina combinada previamente. Los ejemplos de resinas combinadas previamente adecuadas de compuestos con funcionalidad epóxido y compuestos con funcionalidad isocianato incluyen resinas disponibles en el mercado con la marca registrada dispersión transparente "VECTROGARD® 950" de Valspar Corporation, Mineápolis, Minn., una mezcla de resinas epoxídicas catódicas de resinas epoxídicas de bisfenol A con extensión de amina y un agente reticulante aromático bloqueado con alcohol.

10 En una realización, la composición de revestimiento por electrodeposición también incluye preferentemente un catalizador para ayudar a la reticulación del compuesto con funcionalidad epóxido y el compuesto con funcionalidad isocianato. Los catalizadores adecuados para su uso en la composición de revestimiento por electrodeposición incluyen, por ejemplo, catalizadores metálicos, tales como compuestos que contienen estaño (por ejemplo, óxido de diotilestaño y óxido de dibutilestaño) o compuestos de bismuto. En otro aspecto, el catalizador es un catalizador sin metal, es decir, un catalizador que no incluye estaño, plomo, bismuto y/u otros compuestos a base de metales pesados. Las concentraciones adecuadas del catalizador en la composición de revestimiento por electrodeposición varían de aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 5,0 % en peso, con concentraciones adecuadas que varían preferentemente de aproximadamente el 0,5 % en peso a aproximadamente el 3,0 % en peso, más preferentemente, de aproximadamente el 1,0 % a aproximadamente el 2,0 % en peso, basándose en el peso total de sólidos de la composición de revestimiento por electrodeposición.

15 La composición de revestimiento por electrodeposición descrita en el presente documento incluye al menos un compuesto con funcionalidad epóxido (es decir, una resina epoxídica con funcionalidad amina), un compuesto con funcionalidad isocianato y un aditivo a base de sílice. La expresión "aditivo a base de sílice", como se usa en el presente documento, se refiere a uno o más agentes que pueden usarse en la composición de revestimiento por electrodeposición para conferir propiedades deseadas al revestimiento formado a partir de la composición. Aunque se usa la expresión "a base de sílice", los aditivos no se limitan al sílice ni a aditivos derivados de sílice. Los aditivos adecuados incluyen, por ejemplo, sílice, arcilla, talco, baritas, carbonato de calcio, sulfato de bario, silicato de aluminio, silicato de aluminio y potasio, silicato de magnesio y similares, o combinaciones y mezclas de los mismos. El aditivo a base de sílice puede estar en varias formas, es decir, tratado o no tratado. El aditivo puede estar en varios tamaños de partícula. Se puede usar cualquier combinación de forma y/o tamaño de partícula para el aditivo.

25 La cantidad del aditivo a base de sílice presente en la composición descrita en el presente documento varía dependiendo de las propiedades deseadas del revestimiento formado a partir de la composición. En un aspecto preferido, la cantidad de aditivo es suficiente para proporcionar una protección óptima de los bordes y una reducción significativa de la corrosión de los bordes cuando la composición de revestimiento por electrodeposición se aplica a un sustrato metálico. En ciertas realizaciones, el aditivo está presente en una cantidad de aproximadamente el 0,1 a. 95 % en peso, preferentemente, del 0,5 al 50 % en peso, más preferentemente, del 1 al 10 % en peso, basado en el peso total de los sólidos de la composición.

30 En una realización preferida, el aditivo es sílice. La forma de sílice no se limita a una en particular, y puede ser, sin limitación, cristalina, amorfa, precipitada, o combinaciones o mezclas de las mismas. La sílice puede estar tratada, sin tratar, o combinaciones o mezclas de las mismas. De igual manera, el tamaño de partícula de la sílice no se limita a uno en particular, pudiéndose escoger diferentes tamaños de partícula dependiendo de las propiedades deseadas del revestimiento. Los ejemplos adecuados de sílice incluyen, por ejemplo, variedades de sílice disponibles en el mercado como ACEMATT® (Evonik Industries AG), incluyendo OK412, OK412LC, OK500, OK520 y similares. En un aspecto, el aditivo a base de sílice puede incluir cualquier combinación de distintos tipos de sílice en distintos tamaños de partículas diferentes. La composición de revestimiento por electrodeposición de la invención reivindicada comprende, como aditivo a base de sílice, una sílice precipitada tratada.

35 En distintas realizaciones, las composiciones de revestimiento por electrodeposición también pueden incluir uno o más componentes adicionales, tales como agentes filmógenos (incluyendo los disolventes usados para disolver y/o dispersar la composición de revestimiento que ayudan finalmente a la formación de la película), tensioactivos, agentes humectantes, agentes antiespumantes, agentes modificadores de la reología, colorantes (por ejemplo, pigmentos y colorantes) y combinaciones de los mismos.

40 Los ejemplos de tensioactivos y agentes humectantes adecuados incluyen alquilimidazolinas, tales como las disponibles en el mercado con la marca registrada tensioactivos "GEIGY AMINE C®" (Ciba Specialty Chemicals); alcoholes acetilénicos, tales como los disponibles en el mercado con la marca registrada tensioactivos "SURFYNOL®" (disponible en el mercado en Air Products), y combinaciones de los mismos. Los ejemplos de agentes antiespumantes adecuados incluyen los tensioactivos y agentes humectantes mencionados anteriormente, antiespumantes de polisiloxano (por ejemplo, metilalquilpolisiloxanos) y combinaciones de los mismos. Las concentraciones adecuadas de tensioactivos, los agentes humectantes y los agentes antiespumantes en la composición de revestimiento por electrodeposición varían de aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 2,0 % en peso, con concentraciones particularmente adecuadas que varían de

aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 0,5 % en peso, basándose en el peso total de sólidos de la composición de revestimiento por electrodeposición.

5 Los ejemplos de agentes modificadores de la reología adecuados incluyen materiales tixotrópicos y cargas. Los ejemplos de materiales tixotrópicos adecuados incluyen poliamidas, polietilenos oxidados y combinaciones de los mismos. Los ejemplos de materiales tixotrópicos adecuados disponibles en el mercado incluyen los de la serie "DISPARLON®" (King Industries, Inc., Norwalk, Conn). Los ejemplos de cargas adecuadas incluyen dióxidos de silicio, talco, wollastonitas, mica, trihidratos de alúmina, arcillas, cuarzo de sílice, carbonatos de calcio, carbonatos de magnesio, carbonatos de bario, sulfatos de calcio, sulfatos de magnesio y sus combinaciones. Los ejemplos de 10 cargas adecuadas disponibles en el mercado incluyen dióxidos de silicio con la marca comercial "AEROSIL®" (Evonik Industries AG) y cargas de cuarzo de sílice de la serie "BENTONE®" (Elementis-Specialties, Inc.). Las concentraciones adecuadas de agentes modificadores de la reología de la composición de revestimiento por electrodeposición varían de aproximadamente el 0,01 % en peso a aproximadamente el 0,20 % en peso, con concentraciones particularmente adecuadas que varían de aproximadamente el 0,01 % en peso a aproximadamente el 0,1 % en peso, basándose en el peso total de sólidos de la composición de revestimiento por electrodeposición.

Los ejemplos de colorantes adecuados para su uso en la composición de revestimiento por electrodeposición incluyen pigmentos, tales como los óxidos de hierro, óxidos de plomo, óxidos de cinc, cromato de estroncio, cromo de cobre, negro de humo, polvo de carbón, dióxido de titanio, silicato de plomo, sulfato de bario y combinaciones de 20 los mismos. Los ejemplos de pigmentos de negro de humo disponibles en el mercado incluyen aquellos con la marca registrada negro de humo "PRINTEX®" (Evonik). En una realización, la composición de revestimiento por electrodeposición también puede incluir uno o más pigmentos aplanadores, tales como los disponibles en el mercado con la marca comercial ". Las concentraciones adecuadas de pigmentos y otros colorantes (por ejemplo, colorantes) en la composición de revestimiento por electrodeposición varían de aproximadamente el 1,0 % en peso a aproximadamente el 10,0 % en peso, con concentraciones particularmente adecuadas que varían de aproximadamente el 2,0 % en peso a aproximadamente el 5,0 % en peso, basándose en el peso total de sólidos de la composición de revestimiento por electrodeposición. La composición de revestimiento por electrodeposición también puede incluir uno o más compuestos monoméricos o poliméricos, tales como resinas acrílicas, para 25 modificar el color del revestimiento resultante.

30 La presente descripción incluye un método adecuado para formar un artículo revestido con la composición de revestimiento por electrodeposición descrita en la presente memoria mediante un proceso de revestimiento por electrodeposición catódica. En una realización, la composición de revestimiento por electrodeposición puede proporcionarse como un sistema de dos partes, que preferentemente incluye una parte de pasta de pigmento y una parte de resina. Por consiguiente, El método descrito en el presente documento incluye inicialmente la formación de una parte de pasta de pigmento de la composición de revestimiento por electrodeposición. La parte de pasta de pigmento incluye preferentemente al menos el aditivo a base de sílice. Además, la parte de pasta de pigmento puede incluir cualquiera de los componentes adicionales descritos anteriormente (por ejemplo, tensioactivos, pigmentos y similares). En una realización, la parte de pasta de pigmento también puede incluir una parte del compuesto con 35 funcionalidad epóxido y el compuesto con funcionalidad isocianato, que deseablemente ayuda a dispersar los componentes de la parte de pasta de pigmento (por ejemplo, el aditivo a base de sílice, tensioactivos, pigmentos y similares).

45 En una realización, la composición de revestimiento por electrodeposición también puede incluir uno o más compuestos ácidos, que pueden ser beneficiosos para neutralizar aún más el compuesto con funcionalidad epóxido, es decir, una resina epoxídica con funcionalidad amina. En una realización, el compuesto con funcionalidad epóxido puede estar al menos aproximadamente un 35 % neutralizado, con niveles de neutralización particularmente adecuados que varían de aproximadamente el 35 % a aproximadamente el 60 %. La neutralización del compuesto con funcionalidad epóxido hace que el compuesto con funcionalidad epóxido sea catiónico y dispersable en agua. 50 Los ejemplos de compuestos ácidos adecuados incluyen ácidos orgánicos e inorgánicos tales como ácido fórmico, ácido acético, ácido láctico, ácido fosfórico, ácido sulfámico, ácidos sulfónicos y combinaciones de los mismos. Las concentraciones adecuadas del compuesto ácido en la composición de revestimiento por electrodeposición varían de aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 2,0 % en peso, con concentraciones particularmente adecuadas que varían de aproximadamente el 0,2 % en peso a aproximadamente el 1,0 % en peso, basándose en el peso total de sólidos de la composición de revestimiento por electrodeposición.

La parte de pasta de pigmento se puede preparar mezclando los componentes (por ejemplo, el aditivo a base de sílice, catalizador, pigmento y similares) entre sí para formar una pasta. La parte de pasta de pigmento también puede incluir agua para ayudar en la mezcla de los componentes. Los componentes se pueden mezclar con varios 60 sistemas de mezcla, tales como molinos de medios y dispersores de alta velocidad. Lo deseable es que la mezcla continúe al menos hasta que los componentes estén bien mezclados, dispersando así los componentes, incluyendo el aditivo a base de sílice, a través de la parte de pasta de pigmento. La parte de pasta de pigmento puede combinarse luego con una parte de resina para formar la composición de revestimiento por electrodeposición. La parte de resina incluye deseablemente al menos una parte de los componentes reticulables de la composición de revestimiento por electrodeposición, tales como el compuesto con funcionalidad epóxido y el compuesto con 65 funcionalidad isocianato. En una realización, la parte de resina también puede incluir uno o más de los componentes

adicionales descritos anteriormente. La parte de pasta de pigmento y la parte de resina se combinan deseablemente en un recipiente de reacción que contiene un medio acuoso (por ejemplo, agua desionizada). Esto deseablemente permite que la parte de pasta de pigmento y la parte de resina se mezclen y se suspendan (por ejemplo, se dispersen, se disuelvan y/o se emulsionen) en el medio acuoso.

5 Como se ha mencionado anteriormente, la parte de pasta de pigmento puede incluir un componente ácido que neutralice deseablemente el compuesto con funcionalidad epóxido (es decir, una resina epoxídica con funcionalidad amina) proporcionado desde la parte de resina y/o la parte de pasta de pigmento, mediante lo que, deseablemente, se vuelva hidrosoluble al compuesto con funcionalidad epóxido. Como tal, la composición de revestimiento por electrodeposición puede dispersarse en el medio acuoso para formar deseablemente una dispersión acuosa estable en el medio acuoso. Como se usa en el presente documento, la expresión "dispersión acuosa estable" se refiere a una dispersión que no se sedimenta del medio acuoso durante un tiempo de al menos 30 minutos sin agitación. Es deseable que la dispersión también se vuelva a dispersar con el uso de agitación suave. En una realización, la composición de revestimiento por electrodeposición puede ser capaz de formar una dispersión acuosa estable en un medio acuoso a una concentración de sólidos totales de aproximadamente el 20 % en peso o inferior, basándose en el peso total de la dispersión acuosa. Una dispersión acuosa es beneficiosa en un proceso de revestimiento por electrodeposición para permitir que la composición de revestimiento por electrodeposición migre hacia un sustrato catódico cuando se induzca un potencial eléctrico a través de la dispersión acuosa.

10 Las proporciones de alimentación adecuadas en peso de la parte de pasta de pigmento, la parte de resina y el medio acuoso varían de aproximadamente 1:2:10 (es decir, 1 parte de pasta de pigmento, 2 partes de resina, 10 partes de medio acuoso, en peso) a aproximadamente 1:5:20. Las proporciones de sólidos adecuadas en la dispersión acuosa varían de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso, en particular, con proporciones de sólidos en la dispersión que varían de aproximadamente el 8 % en peso a aproximadamente el 15 % en peso. La dispersión acuosa puede mantenerse bajo agitación en el recipiente de reacción para reducir el riesgo de sedimentación, y también puede mantenerse a una temperatura elevada para ayudar al proceso de revestimiento por electrodeposición. Los ejemplos de temperaturas elevadas adecuadas varían de aproximadamente 27 °C (80 °F) a aproximadamente 43 °C (110 °F), con temperaturas elevadas particularmente adecuadas que varían de aproximadamente 32 °C (90 °F) a aproximadamente 35 °C (95 °F).

20 Después, se puede someter un sustrato a un proceso de revestimiento por electrodeposición en el recipiente de reacción para la formación de un revestimiento sobre el sustrato. Esto puede implicar colocar un ánodo conductor de la electricidad en contacto con la dispersión acuosa. Después, se puede sumergir el sustrato en la dispersión acuosa y conectarse luego a un vehículo conductor de la electricidad, permitiendo así que el sustrato funcione como un cátodo. Entonces, se puede inducir un potencial eléctrico a través de la dispersión acuosa y del sustrato, depositando así la composición de revestimiento por electrodeposición sobre el sustrato. El proceso de revestimiento por electrodeposición puede realizarse durante un tiempo suficiente para construir un revestimiento de la composición de revestimiento por electrodeposición hasta un espesor deseado sobre el sustrato. El espesor del revestimiento puede depender de varios factores, tales como la composición de la composición de revestimiento por electrodeposición, la concentración de sólidos de la dispersión acuosa, el área superficial del sustrato y la intensidad del potencial eléctrico. Los ejemplos de potenciales eléctricos adecuados varían de aproximadamente 50 voltios a aproximadamente 500 voltios, con potenciales eléctricos particularmente adecuados que varían de aproximadamente 100 voltios a aproximadamente 350 voltios.

30 Después del proceso de revestimiento por electrodeposición, el sustrato revestido se puede enjuagar para eliminar deseablemente cualquier parte no unida de la composición de revestimiento por electrodeposición. Los ejemplos de fluidos de enjuague adecuados incluyen agua desionizada y/o una sustancia filtrada del recipiente de reacción, que puede incluir agua, ácido, disolvente, iones y resinas de bajo peso molecular. El sustrato revestido se puede calentar luego para curar el revestimiento. En una realización, el sustrato revestido puede colocarse en un horno mantenido a una temperatura elevada durante un tiempo suficiente para curar el revestimiento. La temperatura es preferentemente lo suficientemente alta como para eliminar el agente de bloqueo del compuesto con funcionalidad isocianato, permitiendo así que el compuesto con funcionalidad epóxido se reticule con el compuesto con funcionalidad isocianato. Los ejemplos de temperaturas adecuadas para curar la composición de revestimiento por electrodeposición varían de aproximadamente 150 °C (aproximadamente 300 °F) a aproximadamente 200 °C (aproximadamente 400 °F), con temperaturas particularmente adecuadas que varían de aproximadamente 175 °C (aproximadamente 350 °F) a aproximadamente 190 °C (aproximadamente 380 °F). Los ejemplos de duraciones adecuadas para curar sustancialmente el revestimiento a las temperaturas adecuadas y particularmente adecuadas varían de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 60 minutos, con duraciones particularmente adecuadas que varían de aproximadamente 15 minutos a aproximadamente 30 minutos.

40 En una realización, el proceso de revestimiento por electrodeposición puede realizarse de manera continua, donde partes sucesivas del sustrato pueden entrar y salir del recipiente de reacción durante el proceso de revestimiento por electrodeposición. En esta realización, la parte de pasta de pigmento, la parte de resina y el medio acuoso pueden cargarse continua o intermitentemente al recipiente de reacción para mantener una proporción de concentraciones deseada. Las partes sucesivas del sustrato tienen preferentemente tiempos de permanencia suficientes en el recipiente de reacción para formar revestimientos que tengan los espesores deseados. Los ejemplos de tiempos de

permanencia adecuados para los procesos continuos de revestimiento por electrodeposición usando las condiciones de funcionamiento mencionadas anteriormente varían de aproximadamente 60 segundos a aproximadamente 180 segundos, con tiempos de permanencia particularmente adecuados que varían de aproximadamente 90 segundos a aproximadamente 120 segundos. Asimismo, las etapas de enjuague y curado también se pueden realizar de manera continua en una sola línea de montaje, reduciendo así el tiempo de formación de los artículos revestidos.

El artículo revestido resultante incluye deseablemente un revestimiento que proporciona una excelente protección contra la corrosión, en particular, en los bordes del sustrato o en áreas afiladas producidas mediante corte por láser y/u otros procesos de fabricación. Sin limitarse a la teoría, el aditivo a base de sílice controla el flujo de la composición de revestimiento por electrodeposición y permite que el revestimiento no fluya lejos del borde, en relación con las composiciones de revestimiento convencionales. El revestimiento formado con la composición de revestimiento por electrodeposición que contiene el aditivo a base de sílice muestra una mejora significativa en la corrosión de los bordes. En un aspecto, un artículo revestido con la composición de revestimiento por electrodeposición descrita en el presente documento muestra una reducción del 40 % de la corrosión de los bordes, preferentemente, una reducción del 50 %, más preferentemente, una reducción del 70 % en la corrosión de los bordes con respecto a un artículo revestido con una composición de revestimiento por electrodeposición convencional (es decir, una que no contiene el aditivo a base de sílice).

20 Ejemplos

La invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos. Debe entenderse que los ejemplos, materiales, cantidades y procedimientos en particular deben ser interpretados de manera amplia de acuerdo con el alcance de las invenciones expuestas en el presente documento. A menos que se indique otra cosa, todas las partes, las proporciones y los porcentajes son en peso, y todos los pesos moleculares son peso molecular medio en peso. A menos que se especifique lo contrario, todos los productos químicos usados se obtuvieron, o se pueden obtener comercialmente, de los proveedores que se describen a continuación, o pueden sintetizarse mediante métodos convencionales. En los siguientes ejemplos, se usan las siguientes abreviaturas de composición:

30 "Resina epoxídica": una mezcla de resinas epoxídicas catódicas de resinas epoxídicas de bisfenol A con extensión de amina y un agente de reticulación de uretano aromático bloqueado con alcohol disponible en el mercado como dispersión transparente VECTROGARD® 950 de Valspar Corporation.

35 "Sal epoxídica": una resina epoxídica de bisfenol A con extensión de amina disponible de Valspar Corporation.

"Aditivo a base de sílice": una sílice precipitada posterior a un tratamiento de grano fino disponible en el mercado como ACEMATT® OK412 de Evonik Industries AG.

40 "Catalizador de estaño": un catalizador de óxido de dibutilestaño disponible en el mercado como catalizador FASCAT®4203 de Arkema.

"Tensioactivo 104-A": un agente tensioactivo humectante y antiespumante disponible en el mercado como SURFYNOL®104-A de Air Products and Chemicals.

45 "Tensioactivo Synfac 8009": un agente tensioactivo humectante disponible en el mercado de Milliken Chemical.

"Disolvente de EEH": 2-etilhexiléter de etilenglicol, un disolvente disponible en el mercado de Eastman.

50 "Solsperse 41000": un agente dispersante disponible en el mercado de Lubrizol.

"Dióxido de silicio": partículas de SiO₂ disponibles en el mercado como dióxido de silicio AEROSIL®R-972 de Evonik.

"Raven® 850": un pigmento de negro de humo disponible en el mercado de Columbia Chemicals.

55 "Tioxide® TR93": un pigmento blanco disponible en el mercado de Hunstman.

Los artículos revestidos del Ejemplo 1 y el Ejemplo comparativo A se prepararon formando revestimientos sobre sustratos de acero con composiciones de revestimiento por electrodeposición, y luego se sometieron a pruebas de corrosión cíclica como se indica a continuación.

60 MÉTODOS DE ENSAYO

A menos que se indique otra cosa, En los siguiente ejemplos, se utilizaron los siguientes métodos de ensayo.

65 Prueba de corrosión cíclica de laboratorio

La corrosión cíclica se prueba usando un método convencional, es decir, la prueba convencional de laboratorio de corrosión de cosméticos J2334 en superficies de vehículos de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE). Esta prueba es de naturaleza cíclica, es decir, las muestras de prueba se exponen a climas cambiantes a lo largo del tiempo. Como se usan en el presente documento, las muestras de prueba se someten a 40 ciclos repetidos de exposición al agua/humedad, pulverización salina y secado al aire a las temperaturas proporcionadas en el método de prueba.

Ejemplo 1: Preparación de la composición de revestimiento por electrodeposición (ejemplo de la invención)

Se preparó la composición de revestimiento por electrodeposición usada para formar un artículo revestido como un sistema de dos partes que incluye una parte de pasta de pigmento y una parte de resina. La parte de pasta de pigmento se formó mezclando distintos componentes en las cantidades mostradas en la Tabla 1 para formar una pasta de molienda intermedia. La pasta de molienda se mezcló con un dispensador de alta velocidad y se pasó a través de un molino de medios para dispersar el material sólido.

TABLA 1

Componente de la pasta de molienda	Cantidad (% en peso)
Sal epoxídica	17,3
Tensioactivo 104-A	0,25
Ácido láctico	2,6
Agua desionizada	41,3
Catalizador de estaño	3,04
Dispersante	3,02
Negro de humo	0,7
Dióxido de titanio	24,5
Aditivo a base de sílice	6,5
Agente filmógeno	0,8

Tras preparar la pasta de molienda, se preparó la parte de pasta de pigmento de la composición mezclando la pasta de molienda con disolvente y agua desionizada. La Tabla 2 enumera las concentraciones de los componentes resultantes de la parte de pasta de pigmento de la composición de revestimiento por electrodeposición.

TABLA 2

Componentes de la pasta de pigmento	Cantidad (% en peso)
Sal epoxídica	14,6
Tensioactivo 104-A	0,2
Ácido láctico	2,2
Agua desionizada	47,2
Catalizador de estaño	2,6
Dispersante	2,5
Negro de humo	0,6
Dióxido de titanio	20,7
Aditivo a base de sílice	5,5
Agente filmógeno	0,6
Disolvente	3,4

La parte de pasta de pigmento, la parte de resina y el agua desionizada se cargaron luego en un recipiente de reacción para mantener proporciones de concentraciones de aproximadamente 7,4 partes en peso de la parte de pasta de pigmento, 20,3 partes en peso de la resina y 72,3 partes en peso del agua desionizada. Esto proporcionó

una dispersión acuosa de la composición de revestimiento por electrodeposición que resultó tener una concentración de sólidos totales de aproximadamente el 10 % en peso. La Tabla 3 enumera las concentraciones de los componentes de la composición de revestimiento por electrodeposición, basándose en el peso de sólidos totales.

5

TABLA 3

Componentes de la composición de revestimiento por electrodeposición	Cantidad (% en peso)
Sal epoxídica	1,08
Tensioactivo 104-A	0,02
Ácido láctico	0,16
Catalizador de estaño	0,19
Dispersante	0,19
Negro de humo	0,04
Dióxido de titanio	1,54
Aditivo a base de sílice	0,41
Agente filmógeno	0,05
Disolvente	0,25
Resina epoxídica	20,32
Agua desionizada	75,77

La dispersión acuosa se mantuvo a una temperatura que variaba de 32 °C (90 °F) a 35 °C (95 °F), y se mantuvo bajo suficiente agitación en el recipiente de reacción para mantener los sólidos dispersos en el medio acuoso. Luego se realizó un proceso de revestimiento por electrodeposición catódica colocando un ánodo conductor de la electricidad en contacto con la dispersión acuosa. Luego, se sumergió un sustrato de acero en la dispersión acuosa y se conectó a un soporte conductor de la electricidad para que funcionara como un cátodo. Después, se indujo una corriente eléctrica de 100 voltios a través de la dispersión acuosa y el sustrato de acero, depositando así la composición de revestimiento por electrodeposición sobre el sustrato de acero. El proceso de revestimiento por electrodeposición se realizó durante un tiempo suficiente para construir un revestimiento de la composición de revestimiento por electrodeposición del espesor deseado. Tras completarse, se enjuagó el sustrato revestido con agua desionizada y la sustancia filtrada, y luego se colocó en un horno mantenido a 185 °C (365 °F) durante 20 minutos para curar el revestimiento. Esto proporcionó el artículo revestido del Ejemplo 1, donde el revestimiento incluía una cera de polietileno y óxido de aluminio disperso dentro de la matriz reticulada.

20 Ejemplo 2. Preparación de la composición de revestimiento por electrodeposición (Ejemplo comparativo)

La composición de revestimiento por electrodeposición usada para formar el artículo revestido del Ejemplo 2 se preparó como un sistema de dos partes de manera similar a la descrita anteriormente para el artículo revestido del Ejemplo 1. Sin embargo, la pasta de molienda preparada para la composición de revestimiento por electrodeposición para el Ejemplo 2 no incluía el aditivo a base de sílice. Por lo tanto, el revestimiento resultante sobre el sustrato para el artículo revestido del Ejemplo comparativo A no incluía el aditivo a base de sílice en la matriz reticulada.

Ejemplo 3. Prueba de corrosión

Se midió la resistencia a la corrosión, específicamente, la resistencia a la corrosión de los bordes, de los artículos revestidos de los Ejemplos 1 y 2. Se prepararon paneles de prueba hechos de acero laminado en frío y que medían 10,16 cm x 20,32 cm (4 pulgadas x 8 pulgadas) con una inserción cortada con láser. Los paneles se trataron previamente con fosfato de hierro y un enjuague con agua desionizada, y luego se revistieron por electrodeposición con la composición de la invención del Ejemplo 1 o la composición comparativa del Ejemplo 2, de acuerdo con el proceso descrito anteriormente. Después, se evaluó la resistencia a la corrosión de los revestimientos exponiendo los paneles a un ambiente corrosivo de acuerdo con el procedimiento descrito en el procedimiento de prueba de corrosión cíclica J2334 de la SAE. Luego, se midió el grado de corrosión de cada panel de prueba.

Como se muestra en la Figura 2, el artículo revestido del Ejemplo 1 mostró una corrosión significativamente inferior, incluyendo la corrosión de los bordes (solo aproximadamente el 10 % de corrosión en los bordes) con respecto al artículo revestido del Ejemplo 2 como se muestra en la Figura 1 (aproximadamente el 80 % de corrosión en los bordes). Por consiguiente, la composición de revestimiento por electrodeposición que incluye el aditivo a base de

silice fue capaz de obtener una buena resistencia a la corrosión de los bordes y una resistencia a la corrosión de los bordes significativamente mejorada en relación con una composición de revestimiento por electrodeposición que no contiene el aditivo a base de sílice.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo revestido, que comprende:

5 un sustrato metálico con áreas afiladas producidas mediante corte con láser;
un revestimiento dispuesto sobre el sustrato, en donde el revestimiento comprende una composición de
revestimiento por electrodeposición que comprende

10 un compuesto con funcionalidad epóxido;
un compuesto con funcionalidad isocianato; y
una sílice precipitada tratada,

15 en donde el artículo revestido muestra una reducción de aproximadamente el 40 al 70 % de la corrosión de los
bordes con respecto a los artículos revestidos con un revestimiento convencional aplicado encima.

20 2. El artículo revestido de la reivindicación 1, en donde el compuesto con funcionalidad epóxido es una fracción de
sal catiónica a base de amino formada a partir de un compuesto de amina seleccionado entre aminas primarias,
aminas secundarias, aminas terciarias y combinaciones de las mismas.

25 3. El artículo revestido de la reivindicación 1, en donde el compuesto con funcionalidad isocianato es un isocianato
bloqueado.

4. El artículo revestido de la reivindicación 1, que comprende además un catalizador.

30 5. El artículo revestido de la reivindicación 1, que comprende además uno o más componentes seleccionados entre
pigmentos, agentes filmógenos, tensioactivos, agentes humectantes, agentes antiespumantes, agentes
modificadores de la reología, colorantes o combinaciones de los mismos.

35 6. El artículo revestido de la reivindicación 1, en donde la composición de revestimiento comprende:

una parte de resina que comprende el compuesto con funcionalidad epóxido y el compuesto con funcionalidad
isocianato; y
una parte de pasta que comprende al menos el aditivo a base de sílice.

40 7. El artículo revestido de la reivindicación 6, en donde la composición de revestimiento comprende una proporción
de la parte de pasta con respecto a la parte de resina de aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:5.

8. Un método de fabricación del artículo revestido de la reivindicación 1, comprendiendo el método:

45 depositar la composición de revestimiento sobre el sustrato metálico con un proceso de revestimiento por
electrodeposición catódica; y
reticular al menos parcialmente el compuesto con funcionalidad epóxido y el compuesto con funcionalidad
isocianato.

50 9. Un método de preparación de una composición de revestimiento para la electrodeposición, comprendiendo el
método:

formar una parte de pasta de pigmento que incluye al menos una sílice precipitada tratada;
55 formar una parte de resina que incluye al menos un componente con funcionalidad epóxido y un componente con
funcionalidad isocianato; y
combinar la pasta de pigmento y las partes de resina para obtener una composición de revestimiento para la
electrodeposición.

60 10. El método de la reivindicación 9, en donde la parte de pasta de pigmento comprende además un catalizador.

65 11. El método de la reivindicación 9, en donde la parte de pasta de pigmento comprende además uno o más
componentes seleccionados entre pigmentos, agentes filmógenos, tensioactivos, agentes humectantes, agentes
antiespumantes, agentes modificadores de la reología, colorantes, o combinaciones de los mismos.

12. El método de la reivindicación 9, en donde la proporción de la parte de pasta de pigmento con respecto a la parte
de resina es de aproximadamente 1:2 a 1:5.

13. El artículo revestido de la reivindicación 1 del método de la reivindicación 9, en donde la sílice precipitada tratada
está presente en una cantidad de aproximadamente el 1 al 30 % en peso, basado en el peso total de la composición
de revestimiento.

Figura 1

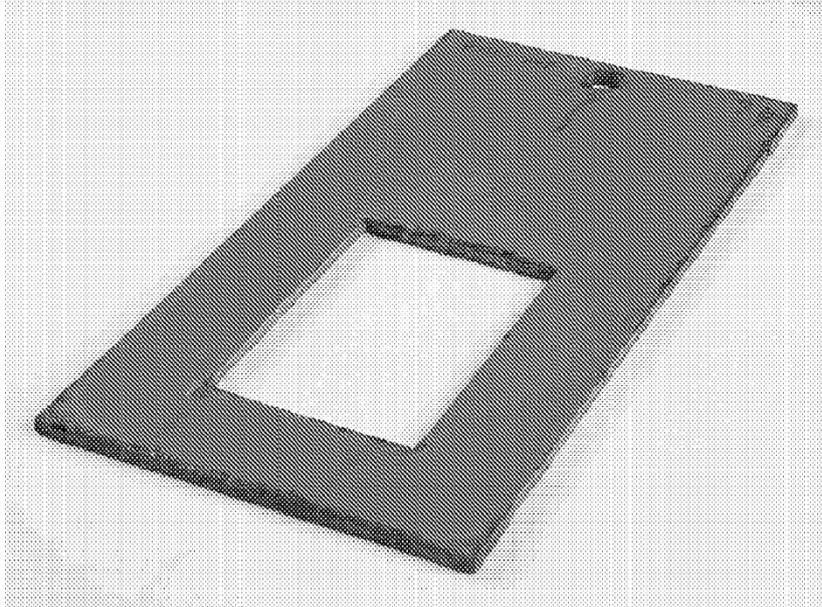


Figura 2

