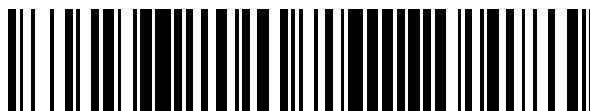


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 057**

51 Int. Cl.:

C09D 5/08 (2006.01)

C09F 7/12 (2006.01)

C08K 3/22 (2006.01)

C08K 3/34 (2006.01)

C08K 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2006 E 06802556 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 1924653**

54 Título: **Composiciones de recubrimiento que presentan propiedades de resistencia a la corrosión, sustratos recubiertos relacionados y métodos**

30 Prioridad:

26.08.2005 US 213136

20.03.2006 US 384970

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

10.02.2016

73 Titular/es:

PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)

3800 WEST 143RD STREET

CLEVELAND, OH 44111, US

72 Inventor/es:

MILLERO, EDWARD R.;

SCHNEIDER, JOHN R.;

HUNG, CHENG-HUNG;

VANIER, NOEL R. y

RAGUNATHAN, KALIAPPA G.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 559 057 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

Composiciones de recubrimiento que presentan propiedades de resistencia a la corrosión, sustratos recubiertos relacionados y métodos

Campo de la invención

La presente invención se refiere a composiciones de recubrimiento que comprenden partículas resistentes a la corrosión de manera que las composiciones de recubrimiento presentan propiedades de resistencia a la corrosión. La presente invención se refiere también a sustratos al menos parcialmente recubiertos con un recubrimiento depositado a partir de una composición de este tipo y recubrimientos compuestos multicomponente, en los que al menos una capa de recubrimiento está depositada a partir de una composición de recubrimiento de este tipo.

Antecedentes de la invención

Los sistemas de recubrimiento que se depositan sobre un sustrato y se curan, tales como los sistemas de recubrimiento "color-más-claro" y "mono-recubrimiento", pueden verse sometidos a daños por el entorno. Por ejemplo, la corrosión de un sustrato metálico recubierto puede ocurrir cuando el sustrato se expone al oxígeno y el agua presentes en la atmósfera. Como resultado, a menudo se usa una capa de recubrimiento de "imprimador" para proteger el sustrato de la corrosión. La capa de imprimador a menudo se aplica directamente a un sustrato metálico sin recubrir o pretratado. En algunos casos, particularmente cuando la capa de imprimador se va a aplicar sobre un sustrato metálico sin recubrir, la capa de imprimador se deposita desde una composición que incluye un material, tal como un ácido, tal como ácido fosfórico, que potencia la adhesión de la capa de imprimador al sustrato. Tales imprimadores en ocasiones se conocen como "imprimadores de ataque".

Como se ha indicado, en algunos casos los sustratos metálicos se "pretratan" antes de que se aplique una capa de recubrimiento de imprimador (si es que se usa un recubrimiento imprimador de este tipo). Tales "pretratamientos" a menudo implican la aplicación de un recubrimiento de conversión de fosfato, seguido de un enjuague, antes de la aplicación de un recubrimiento protector o decorativo. El pretratamiento a menudo actúa para pasivar el sustrato metálico y promover la resistencia a la corrosión.

Históricamente, los recubrimientos "de imprimador" resistentes a la corrosión y pretratamientos metálicos han utilizado compuestos de cromo y/u otros metales pesados, tales como plomo, para conseguir un nivel deseado de resistencia a la corrosión y adhesión a recubrimientos aplicados posteriormente. Por ejemplo, los pretratamientos metálicos a menudo utilizan composiciones de recubrimiento de conversión de fosfato que contienen metales pesados, tales como níquel, y post-enjuagues que contienen cromo. Además, las composiciones usadas para producir un recubrimiento de "imprimador" resistente a la corrosión a menudo contienen compuestos de cromo. Un ejemplo de una composición de imprimador de este tipo se divulga en la Patente de Estados Unidos n.º 4.069.187. Sin embargo, el uso de cromo y/u otros metales pesados, da como resultado la producción de corrientes residuales que suponen preocupaciones medioambientales y cuestiones de evacuación.

Más recientemente, se han realizado esfuerzos por reducir o eliminar el uso de cromo y/u otros metales pesados. Como resultado, se han desarrollado composiciones de recubrimiento que contienen otros materiales añadidos para inhibir la corrosión. Estos materiales han incluido, por ejemplo, partículas de fosfato de cinc, fosfato de hierro, molibdato de cinc y molibdato de calcio entre otras y, normalmente, comprenden partículas que tienen un tamaño de partícula de aproximadamente un micrómetro o mayor. Sin embargo, la capacidad de resistencia a la corrosión de tales composiciones, ha sido inferior a la de sus homólogos que contienen cromo. El documento WO 2004009717 divulga composiciones de imprimador sin cromo. El documento EP0787830 da a conocer composiciones de recubrimiento anticorrosivas sin cromo.

Como resultado, sería deseable proporcionar composiciones de recubrimiento que estén sustancialmente libres de cromo y/u otros metales pesados, en las que las composiciones pueden, al menos en algunos casos, presentar propiedades de resistencia a la corrosión superiores a o similares a las de una composición que no contiene cromo. Además, sería deseable proporcionar métodos para tratar sustratos metálicos, incluyendo sustratos metálicos sin recubrir para mejorar la resistencia a la corrosión de tales sustratos, en los que el método no implica el uso de cromo y/u otros metales pesados.

Sumario de la invención

En ciertos aspectos, la presente invención se refiere a composiciones de recubrimiento de imprimador y/o pretratamiento, tales como imprimadores de ataque que comprenden: (a) un componente promotor de la adhesión; y (b) partículas que resisten la corrosión como se define en las reivindicaciones adjuntas.

En algunos aspectos, la presente invención se refiere a métodos para mejorar las propiedades de resistencia a la corrosión de una composición de recubrimiento de imprimador y/o pretratamiento, tal como un imprimador de ataque.

La presente invención se refiere a composiciones de recubrimiento tales como composiciones de recubrimiento de imprimador y/o pretratamiento de sustratos metálicos que comprenden (a) un componente promotor de la adhesión y (b) partículas resistentes a la corrosión que tienen un diámetro esférico equivalente calculado no mayor de 200 nanómetros y que comprenden una pluralidad de óxidos inorgánicos como se especifica en las reivindicaciones. En ciertas realizaciones, al menos un óxido inorgánico comprende cinc, cerio, itrio, manganeso, magnesio, molibdeno, litio, aluminio o calcio.

En algunos aspectos, la presente invención se refiere a composiciones de recubrimiento, tales como composiciones de recubrimiento de imprimador y/o pretratamiento de sustratos metálicos que comprenden (a) un componente promotor de la adhesión, y (b) partículas resistentes a la corrosión que tienen un tamaño de partícula primaria promedio no mayor de 100 nanómetros y que comprenden una pluralidad de óxidos inorgánicos. En ciertas realizaciones, al menos un óxido inorgánico comprende cinc, cerio, itrio, manganeso, magnesio, molibdeno, litio, aluminio o calcio.

La presente invención se refiere también a métodos para potenciar la resistencia a la corrosión de un sustrato metálico. Tales métodos comprenden recubrir al menos una porción de un sustrato metálico sin recubrir con una composición de recubrimiento de imprimador y/o pretratamiento que comprende (a) un componente promotor de la adhesión y (b) partículas resistentes a la corrosión como se especifica en las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de flujo que describe las etapas de ciertos métodos para preparar partículas sólidas ultrafinas de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención;

La Figura 2 es una vista esquemática de un aparato para producir partículas sólidas ultrafinas de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención; y

Figura 3 es una vista en perspectiva detallada de una pluralidad de puertos de inyección de una corriente de inactivación de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones de la invención

Para los fines de la siguiente descripción detallada, debe entenderse que la invención puede asumir diversas variaciones y secuencias de etapas alternativas, excepto cuando expresamente se especifique lo contrario. Cada parámetro numérico debería estar considerado al menos a la luz del número de dígitos significativos presentados y por aplicación de técnicas de redondeo ordinarias.

Independientemente de que los intervalos numéricos y parámetros que exponen el amplio alcance de la invención sean aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se consideran de la forma tan precisa como sea posible. Sin embargo, cualquier valor numérico contiene inherentemente ciertos errores necesariamente resultantes de la variación típica encontrada en sus mediciones de ensayo respectivas.

Asimismo, debe entenderse que cualquier intervalo numérico citado en este documento pretende incluir todos los subintervalos incluidos en su interior. Por ejemplo, se pretende que un intervalo de "1 a 10" incluya todos los subintervalos entre (e incluyendo) el valor mínimo citado de 1 y el valor máximo citado de 10, es decir, que tenga un valor mínimo igual a o mayor de 1 y un valor máximo igual a o menor de 10.

En esta solicitud, el uso del singular incluye el plural y el plural abarca el singular, a menos que se indique específicamente de otra manera. Por ejemplo, y sin limitación, esta solicitud se refiere a composiciones de recubrimiento que, en ciertas realizaciones, comprenden una "resina formadora de película". Tales referencias a una "resina formadora de película" pretenden abarcar composiciones de recubrimiento que comprenden una resina formadora de película así como composiciones de recubrimiento que comprenden una mezcla de dos o más resinas formadoras de película. Además, en esta solicitud, el uso de "o" significa "y/o" a menos que se indique específicamente de otra manera, incluso aunque "y/o" pueda usarse explícitamente en ciertos casos.

En ciertas realizaciones, la presente invención se refiere a composiciones de recubrimiento que están sustancialmente libres de material que contenga cromo. En otras realizaciones, las composiciones de recubrimiento de la presente invención están completamente libres de un material de este tipo. Como se usa en este documento, la expresión "sustancialmente libre" significa que el material que se analiza está presente en la composición, si acaso, como una impureza inevitable. En otras palabras, el material no afecta a las propiedades de la composición. Esto significa que, en ciertas realizaciones de la presente invención, la composición de recubrimiento contienen menos de 2 por ciento en peso de material que contiene cromo o, en algunos casos, menos de 0,05 por ciento en peso de material que contiene cromo, en el que tales porcentajes en peso están basados en el peso total de la composición. Como se usa en este documento, la expresión "completamente libre" significa que el material no está presente en la composición en absoluto. De esta manera, ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención no contienen un material que contenga cromo. Como se usa en este documento, la expresión "material que contiene cromo" se refiere a materiales que incluyen un grupo trióxido de cromo, CrO_3 . Los ejemplos no limitantes de tales materiales incluyen ácido crómico, trióxido de cromo, anhídrido de

ácido crómico, sales dicromato tales como dicromato de amonio, dicromato de sodio, dicromato de potasio y dicromato de calcio, bario, magnesio, cinc, cadmio y estroncio.

5 Ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención están sustancialmente libres de otros materiales indeseables incluyendo metales pesados tales como plomo y níquel. En ciertas realizaciones, las composiciones de recubrimiento de la presente invención están completamente libres de tales materiales.

10 Como se indica, las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden "partículas resistentes a la corrosión". Como se usa en este documento, el término "partículas resistentes a la corrosión" se refiere a partículas que, cuando se incluyen en una composición de recubrimiento que se deposita sobre un sustrato, actúan para proporcionar un recubrimiento que resiste o, en algunos casos, incluso evita la alteración o degradación del sustrato tal como mediante un proceso de oxidación química o electroquímica, incluyendo óxido en sustratos que contienen hierro y óxidos degradativos en sustratos de aluminio.

15 En ciertas realizaciones, la presente divulgación se refiere a composiciones de recubrimiento que comprenden partículas resistentes a la corrosión que comprenden un óxido inorgánico, en algunas circunstancias una pluralidad de óxidos inorgánicos tales como, por ejemplo, óxido de cinc (ZnO), óxido de magnesio (MgO), óxido de cerio (CeO₂), óxido de molibdeno (MoO₃), y/o dióxido de silicio (SiO₂), entre otros. Como se usa en este documento, el término "pluralidad" significa dos o más. Por lo tanto, ciertas realizaciones de composiciones de recubrimiento de la
20 presente invención comprenden partículas resistentes a la corrosión que comprenden dos, tres, cuatro o más de cuatro óxidos inorgánicos. En ciertas realizaciones, estos óxidos inorgánicos están presentes en tales partículas, por ejemplo, en forma de una mezcla homogénea o una solución en estado sólido de la pluralidad de óxidos.

25 En ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente divulgación, las partículas resistentes a la corrosión que comprenden un óxido inorgánico o, en ciertas realizaciones, una pluralidad de las mismas, comprenden un óxido de cinc, cerio, itrio, manganeso, magnesio, molibdeno, litio, aluminio, magnesio, estaño o calcio. En ciertas realizaciones, las partículas comprenden un óxido de magnesio, cinc, cerio o calcio. En ciertas realizaciones, las partículas comprenden también un óxido de boro, fósforo, silicio, zirconio, hierro o titanio. En ciertas realizaciones, las partículas comprenden dióxido de silicio (identificado en lo sucesivo en este documento
30 como "sílice").

En ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión que se incluyen dentro de ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden una pluralidad de óxidos inorgánicos seleccionados de (i) partículas que comprenden un óxido de cerio, cinc y silicio; (ii) partículas que comprenden un
35 óxido de calcio, cinc y silicio; (iii) partículas que comprenden un óxido de fósforo, cinc y silicio; (iv) partículas que comprenden un óxido de itrio, cinc y silicio; (v) partículas que comprenden un óxido de molibdeno, cinc y silicio; (vi) partículas que comprenden un óxido de boro, cinc y silicio; (vii) partículas que comprenden un óxido de cerio, aluminio y silicio, (viii) partículas que comprenden óxidos de magnesio o estaño y silicio y (ix) partículas que comprenden un óxido de cerio, boro y silicio, o una mezcla de dos o más de las partículas (i) a (ix).

40 En ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión incluidas en las composiciones de recubrimiento de la presente invención están sustancialmente libres de, o en algunos casos completamente libres de, un óxido de zirconio. En ciertas realizaciones, esto significa que las partículas resistentes a la corrosión contienen menos del 1 por ciento en peso de óxido de zirconio o, en algunos casos, menos del 0,05 por ciento en peso de óxido de zirconio,
45 en el que tales porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula.

En ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 10 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc, de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de cerio y de 50 a 89,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total
50 de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres o, en algunos casos completamente libres de zirconio.

En otras realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 10 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc, de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de
55 calcio y de 50 a 89,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o, en algunos casos completamente libres de zirconio.

En otras realizaciones más de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 10 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc, de 0,5 a 25 por ciento en
60 peso de óxido de itrio y de 50 a 89,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o, en algunos casos completamente libres de zirconio.

65 En otras realizaciones más de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 10 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc, de 0,5 a 50 por ciento en

peso de óxido de fósforo y de 25 a 89,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o, en algunos casos completamente libres de zirconio.

En algunas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 10 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc, de 0,5 a 50 por ciento en peso de óxido de boro y de 25 a 89,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o, en algunos casos completamente libres de zirconio.

En ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 10 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc, de 0,5 a 50 por ciento en peso de óxido de molibdeno y de 25 a 89,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o, en algunos casos completamente libres de zirconio.

En otras realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de cerio, de 0,5 a 50 por ciento en peso de óxido de boro y de 25 a 99 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o, en algunos casos completamente libres de zirconio.

En todavía otras realizaciones más de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de cerio, de 0,5 a 50 por ciento en peso de óxido de aluminio y de 25 a 99 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o, en algunos casos completamente libres de zirconio.

En aún otras realizaciones más de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de cerio, de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc, de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de boro y de 25 a 98,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de o en algunos casos completamente libres de zirconio.

En ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de itrio, de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de fósforo, de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc y de 25 a 98,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de o, en algunos casos, completamente libres de zirconio.

En ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 0,5 a 75 por ciento en peso de óxido de magnesio o estaño, y de 25 a 99,5 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de la partícula. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o en algunos casos completamente libres de zirconio.

En algunas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden de 0,5 a 5 por ciento en peso de óxido de itrio, de 0,5 a 5 por ciento en peso de óxido de molibdeno, de 0,5 a 25 por ciento en peso de óxido de cinc, de 0,5 a 5 por ciento en peso de óxido de cerio y de 60 a 98 por ciento en peso de sílice, en el que los porcentajes en peso están basados en el peso total de las partículas. En ciertas realizaciones, tales partículas están sustancialmente libres de, o en algunos casos, completamente libres de zirconio.

Ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden partículas resistentes a la corrosión ultrafinas que comprenden un óxido inorgánico o, en algunas realizaciones, una pluralidad de óxidos inorgánicos. Como se usa en este documento, el término "ultrafino" se refiere a partículas que tienen un área superficial específica B.E.T. de al menos 10 metros cuadrados por gramo, tal como de 30 a 500 metros cuadrados por gramo o, en algunos casos, de 80 a 250 metros cuadrados por gramo. Como se usa en este documento, la expresión "área superficial específica B.E.T." se refiere a un área superficial específica determinada por adsorción de nitrógeno de acuerdo con la norma ASTM D 3663-78 basada en el método de Brunauer-Emmett-Teller y descrita en la publicación periódica "The Journal of the American Chemical Society", 60, 309 (1938).

Las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden partículas resistentes a la corrosión que tienen un diámetro esférico equivalente calculado de no más de 200 nanómetros, tal como no más de 100 nanómetros o, en ciertas realizaciones, de 5 a 50 nanómetros. Como entenderán los expertos en la materia, un diámetro esférico equivalente calculado puede determinarse a partir del área superficial específica B.E.T. de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Diámetro (nanómetros)} = 6000 / [\text{BET (m}^2/\text{g)} * \rho \text{ (gramos/cm}^3\text{)}]$$

- Ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden partículas resistentes a la corrosión que tienen un tamaño de partícula primaria promedio no mayor de 100 nanómetros, tal como no mayor de 50 nanómetros o, en ciertas realizaciones, no mayor de 20 nanómetros, según se determina por examen visual de una micrografía de una imagen de microscopio electrónico de transmisión ("TEM"), que mide el diámetro de las partículas en la imagen, y que calcula el tamaño de partícula primaria promedio de las partículas medidas basándose en el aumento de la imagen TEM. Un experto habitual en la materia entenderá cómo preparar tal imagen TEM y determinará el tamaño de partícula primaria basándose en el aumento y los ejemplos contenidos en este documento ilustran un método adecuado para preparar una imagen TEM. El tamaño de partícula primaria de una partícula se refiere a la esfera de diámetro más pequeño que encerrará completamente la partícula. Como se usa en este documento, la expresión "tamaño de partícula primaria" se refiere al tamaño de una partícula individual a diferencia de una aglomeración de dos o más partículas individuales.
- En ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión tienen una afinidad por el medio de la composición suficiente para mantener las partículas suspendidas en el mismo. En estas realizaciones, la afinidad de las partículas por el medio es mayor que la afinidad de las partículas entre sí, reduciendo o eliminando de esta manera la aglomeración de las partículas dentro del medio.
- La forma (o morfología) de las partículas resistentes a la corrosión puede variar. Por ejemplo, en general, pueden usarse morfologías esféricas, así como partículas que son cúbicas, laminares o aciculares (alargadas o fibrosas).
- Las partículas resistentes a la corrosión ultrafinas que se incluyen en ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden prepararse por diversos métodos incluyendo procesos de síntesis en fase gas tales como, por ejemplo, pirólisis de llama, reactor de paredes calientes, síntesis química en fase vapor, entre otros métodos. En ciertas realizaciones, sin embargo, tales partículas se preparan haciendo reaccionar juntos uno o más precursores organometálicos y/o de óxido metálico en un sistema de plasma de inactivación rápida. En ciertas realizaciones, las partículas pueden formarse en un sistema de este tipo: (a) introduciendo materiales en una cámara de plasma; (b) calentando rápidamente los materiales mediante un plasma para producir una corriente de producto gaseoso; (c) haciendo pasar la corriente de producto gaseoso a través de una boquilla convergente-divergente para efectuar un enfriamiento rápido y/o utilizando un método de enfriamiento alternativo, tal como una superficie fría o una corriente de inactivación, y (d) condensando la corriente de producto gaseoso para producir partículas sólidas ultrafinas. Ciertos sistemas de plasma de inactivación rápida adecuados y los métodos para su uso se describen en las Patentes de Estados Unidos n.º 5.749.937, 5.935.293 y RE37.853 E. Un proceso particular de preparación de partículas resistentes a la corrosión ultrafinas adecuado para su uso en ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprende: (a) introducir uno o más precursores organometálicos y/o precursores de óxido inorgánico en un extremo axial de una cámara de plasma; (b) calentar rápidamente una corriente de precursor mediante un plasma a medida que la corriente de precursor fluye a través de la cámara de plasma, producir una corriente de producto gaseoso; (c) hacer pasar la corriente de producto gaseoso a través de una boquilla convergente-divergente restrictiva dispuesta coaxialmente dentro de un extremo de la cámara de reacción; y (d) posteriormente, enfriar y ralentizar la velocidad del producto final deseado que sale de la boquilla, produciendo partículas sólidas ultrafinas.
- La corriente de precursor puede introducirse a la cámara de plasma como un sólido, un líquido, un gas o una mezcla de los mismos. Los precursores líquidos adecuados que pueden usarse como parte de la corriente de precursor incluyen organometálicos tales como, por ejemplo, etilhexanoato de cerio-2, etilhexanoato de cinc-2, tetraetoxisilano, metóxido de calcio, trietilfosfato, 2,4-pentanodionato de litio, butóxido de itrio, bis(2,4-pentanodionato) de óxido de molibdeno, trimetoxiboroxina, *sec*-butóxido de aluminio, entre otros materiales, incluyendo mezclas de los mismos. Los precursores sólidos adecuados que pueden usarse como parte de la corriente de precursor incluyen polvo de sílice sólido (tal como humo de sílice, sílice pirógena, arena de sílice y/o sílice precipitada), acetato de cerio, óxido de cerio, óxido de magnesio, óxido de estaño, óxido de cinc y otros óxidos, entre otros materiales, incluyendo mezclas de los mismos.
- En ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión ultrafinas que están incluidas en ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención se preparan por un método que comprende: (a) introducir un precursor sólido en una cámara de plasma; (b) calentar el precursor mediante un plasma a una temperatura de reacción seleccionada a medida que el precursor fluye a través de la cámara de plasma, produciendo una corriente de producto gaseoso; (c) poner en contacto la corriente de producto gaseoso con una pluralidad de corrientes de inactivación inyectadas a la cámara de plasma a través de una pluralidad de puertos de inyección de gas de inactivación, en el que las corrientes de inactivación se inyectan a caudales y ángulos de inyección que dan como resultado el choque de las corrientes de inactivación entre sí dentro de la corriente de producto gaseoso, produciendo de esta manera partículas sólidas ultrafinas; y (d) hacer pasar las partículas sólidas ultrafinas a través de un miembro convergente.
- Haciendo referencia ahora a la Figura 1, se muestra un diagrama de flujo que representa ciertas realizaciones de los métodos para preparar partículas resistentes a la corrosión ultrafinas de acuerdo con la presente invención. Como

es evidente, en ciertas realizaciones, en la etapa 100 se introduce un precursor sólido en una cámara de alimentación. Después, como es evidente a partir de la Figura 1 en la etapa 200, en ciertas realizaciones, el precursor sólido se pone en contacto con un vehículo. El vehículo puede ser un gas que actúa para suspender el precursor sólido en el gas, produciendo de esta manera una suspensión de la corriente de gas del precursor sólido.

5 Los gases portadores adecuados incluyen, aunque sin limitación, argón, helio, nitrógeno, oxígeno, aire, hidrógeno o una combinación de los mismos.

A continuación, en ciertas realizaciones, el precursor sólido se calienta, en la etapa 300, mediante un plasma a medida que el precursor sólido fluye a través de la cámara de plasma, produciendo una corriente de producto gaseoso. En ciertas realizaciones, el precursor se calienta a una temperatura que varía de 2.500° a 20.000 °C, tal como de 1.700° a 8.000 °C.

En ciertas realizaciones, la corriente de producto gaseoso puede ponerse en contacto con un reactante, tal como un material que contiene hidrógeno, que puede inyectarse en la cámara de plasma como se indica en la etapa 350. El material particular usado como el reactante no está limitado y puede incluir, por ejemplo, aire, vapor de agua, hidrógeno gaseoso, amoníaco y/o hidrocarburos, dependiendo de las propiedades deseadas de las partículas sólidas ultrafinas resultantes.

Como resulta evidente a partir de la Figura 1, en ciertas realizaciones, después de que se haya producido la corriente de producto gaseoso, es decir, en la etapa 400, se pone en contacto con una pluralidad de corrientes de inactivación que se inyectan en la corriente de plasma a través de una pluralidad de puertos de inyección de la corriente de inactivación, en los que las corrientes de inactivación se inyectan a caudales y ángulos de inyección que dan como resultado un choque de las corrientes de inactivación entre sí dentro de la corriente de producto gaseoso. El material usado en las corrientes de inactivación no está limitado, siempre y cuando enfríe adecuadamente la corriente de producto gaseoso para provocar la formación de partículas sólidas ultrafinas. Los materiales adecuados para su uso en las corrientes de inactivación incluyen, aunque sin limitación, hidrógeno gaseoso, dióxido de carbono, aire, vapor de agua, amoníaco, alcoholes mono, di y polibásicos, materiales que contienen silicio (tal como hexametildisilazano), ácidos carboxílicos y/o hidrocarburos.

Los caudales y ángulos de inyección particulares de las diversas corrientes de inactivación no están limitados, siempre y cuando choquen entre sí dentro de la corriente de producto gaseoso para dar como resultado el enfriamiento rápido de la corriente de producto gaseoso para producir partículas sólidas ultrafinas. Esto diferencia la presente invención de ciertos sistemas de plasma de inactivación rápida que utilizan expansión adiabática e isoentrópica de Joule-Thompson por ejemplo, mediante el uso de una boquilla convergente-divergente o una boquilla convergente divergente "virtual", para formar partículas ultrafinas. En la presente invención, la corriente de producto gaseoso se pone en contacto con las corrientes de inactivación para producir partículas sólidas ultrafinas antes de hacer pasar esas partículas a través de un miembro convergente, tal como por ejemplo una boquilla convergente-divergente, que los inventores sorprendentemente han descubierto que ayuda, entre otros, a reducir el ensuciamiento o atascamiento de la cámara de plasma, posibilitando de esta manera la producción de partículas sólidas ultrafinas a partir de reactantes sólidos sin alteraciones frecuentes en el proceso de producción para limpiar el sistema de plasma. En la presente invención, las corrientes de inactivación fundamentalmente enfrían la corriente de producto gaseoso por dilución más que por expansión adiabática, provocando así una inactivación rápida de la corriente de producto gaseoso y la formación de partículas sólidas ultrafinas antes de hacer pasar las partículas al interior y a través de un miembro convergente, tal como una boquilla convergente-divergente como se describe más adelante.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 1, se observa que, después del contacto de la corriente de producto gaseoso con las corrientes de inactivación para provocar la producción de partículas sólidas ultrafinas, las partículas, en la etapa 500, se hacen pasar a través de un miembro convergente, en el que el sistema de plasma está diseñado para minimizar el ensuciamiento del mismo. En ciertas realizaciones, el miembro convergente comprende una boquilla convergente-divergente (De Laval). En estas realizaciones, aunque la boquilla convergente-divergente pueda actuar para enfriar la corriente de producto en algún grado, las corrientes de inactivación realizan gran parte del enfriamiento, de manera que se forma una cantidad sustancial de partículas sólidas ultrafinas aguas arriba de la boquilla convergente-divergente. En estas realizaciones, la boquilla convergente-divergente puede actuar fundamentalmente como una posición de estrangulamiento que permite el funcionamiento de la cámara de plasma a mayores presiones, aumentando así el tiempo de residencia de los materiales en su interior. La combinación de la dilución de la corriente de inactivación por enfriamiento con una boquilla convergente-divergente parece proporcionar un método comercialmente viable para producir partículas sólidas ultrafinas a partir de precursores sólidos puesto que, por ejemplo, (i) puede usarse un precursor sólido eficazmente sin calentar el material alimentado a un estado gaseoso o líquido antes de la inyección en el plasma, y (ii) el ensuciamiento del sistema de plasma puede minimizarse, o eliminarse, reduciendo o eliminando así las alteraciones en el proceso de producción para la limpieza del sistema de plasma.

Como se observa en la Figura 1, en ciertas realizaciones de los métodos de la presente invención, después de que las partículas sólidas ultrafinas se hagan pasar a través de un miembro convergente, se recogen en la etapa 600. Puede usarse cualquier medio adecuado para separar las partículas sólidas ultrafinas del flujo de gas, tal como por

ejemplo un filtro de bolsa o un separador ciclónico.

Haciendo referencia ahora a la Figura 2, se representa un diagrama esquemático de un aparato para producir partículas sólidas ultrafinas de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención. Como es evidente, se proporciona una cámara de plasma 20 que incluye una entrada de alimentación de partículas sólidas 50. Se proporciona también al menos una entrada de alimentación de gas portador 14, a través de la cual fluye un gas portador en la dirección de la flecha 30 hacia el interior de la cámara de plasma 20. Como se ha indicado anteriormente, el gas portador actúa para suspender el reactante sólido en el gas, produciendo de esta manera una suspensión de corriente gaseosa del reactante sólido que fluye hacia el plasma 29. Los números 23 y 25 designan la entrada y salida de enfriamiento respectivamente, que pueden estar presentes para una cámara de plasma 20 de doble pared. En estas realizaciones, el flujo de refrigerante está indicado por las flechas 32 y 34.

En la realización representada por la Figura 2, se proporciona una antorcha de plasma 21. La antorcha 21 vaporiza la suspensión de corriente gaseosa entrante de reactante sólido dentro del plasma 29 resultante a medida que la corriente se suministra a través de la entrada de la cámara de plasma 20, produciendo así una corriente de producto gaseoso. Como se observa en la Figura 2, las partículas sólidas, en ciertas realizaciones, se inyectan aguas abajo de la localización donde el arco se fija al ánodo anular 13 del generador de plasma o antorcha.

Un plasma es un gas luminoso a alta temperatura que está al menos parcialmente ionizado (de 1 a 100 %). Un plasma está constituido por átomos de gas, iones de gas y electrones. Puede crearse un plasma térmico haciendo pasar un gas a través de un arco eléctrico. El arco eléctrico calentará rápidamente el gas a temperaturas muy altas a los pocos microsegundos de pasar a través del arco. El plasma a menudo es luminoso a temperaturas por encima de 9000 K.

Puede producirse un plasma con cualquier diversidad de gases. Esto puede dar un control excelente sobre cualquier reacción química que tenga lugar en el plasma, puesto que el gas debe ser inerte, tal como argón, helio o neón, reductor tal como hidrógeno, metano, amoníaco y monóxido de carbono u oxidativo, tal como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. Más a menudo se usa aire, oxígeno y/o mezclas gaseosas de oxígeno/argón para producir partículas sólidas ultrafinas de acuerdo con la presente invención. En la Figura 2, la entrada de alimentación de gas de plasma se representa en 31.

A medida que la corriente de producto gaseoso sale del plasma 29 esta transcurre hacia la salida de la cámara de plasma 20. Como es evidente, puede inyectarse un reactante adicional, como se ha descrito anteriormente, a la cámara de reacción antes de la inyección de las corrientes de inactivación. Se muestra una entrada de suministro para el reactante en la Figura 2 en 33.

Como se ve en la Figura 2, en ciertas realizaciones de la presente invención, la corriente de producto gaseoso se pone en contacto con una pluralidad de corrientes de inactivación que entra en la cámara de plasma 20 en la dirección de las flechas 41 a través de una pluralidad de puertos de inyección de gas de inactivación 40 localizados a lo largo de la circunferencia de la cámara de plasma 20. Como se ha indicado anteriormente, el caudal y el ángulo de inyección particulares de las corrientes de inactivación no está limitado siempre y cuando dé como resultado el choque de las corrientes de inactivación 41 entre sí dentro de la corriente de producto de reacción gaseoso, en algunos casos en o cerca del centro de la corriente de producto gaseoso, para dar como resultado el rápido enfriamiento de la corriente de producto gaseoso para producir partículas sólidas ultrafinas. Esto da como resultado una inactivación de la corriente de producto gaseoso por dilución para formar partículas sólidas ultrafinas.

Haciendo referencia ahora a la Figura 3, se representa una vista en perspectiva de una pluralidad de puertos de inyección de gas de inactivación 40 de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención. En esta realización particular se representan seis (6) puertos de inyección de gas de inactivación, en los que cada puerto está dispuesto a un ángulo " θ " separados entre sí a lo largo de la circunferencia de la cámara del reactor 20. Se apreciará que " θ " puede tener el mismo valor o un valor diferente de un puerto a otro. En ciertas realizaciones de la presente invención, se proporcionan al menos cuatro (4) puertos de inyección de corriente de inactivación 40, en algunos casos están presentes al menos seis (6) puertos de inyección de la corriente de inactivación o, en otras realizaciones, están presentes doce (12) o más puertos de inyección de la corriente de inactivación. En ciertas realizaciones, cada ángulo " θ " tiene un valor de 90°. En ciertas realizaciones, las corrientes de inactivación se inyectan a la cámara de plasma normal (ángulo de 90°) al flujo del producto de reacción gaseoso. Sin embargo, en algunos casos, pueden usarse desviaciones positivas o negativas del ángulo de 90° tan grandes como de 30°.

En ciertos métodos de la presente invención, el contacto de la corriente de producto gaseoso con las corrientes de inactivación da como resultado la formación de partículas sólidas ultrafinas, que se hacen pasar después hacia dentro y a través de un miembro convergente. Como se usa en este documento, la expresión "miembro convergente" se refiere a un dispositivo que restringe el paso del flujo a través del mismo, controlando así el tiempo de residencia del flujo en la cámara de plasma debido al diferencial de presión aguas arriba y aguas abajo del miembro convergente.

En ciertas realizaciones, el miembro convergente comprende una boquilla convergente-divergente (De Laval) tal

como la que se representa en la Figura 2, que está situada dentro de la salida de la cámara del reactor 20. La sección convergente o aguas arriba de la boquilla, es decir, el miembro convergente, restringe el paso de gas y controla el tiempo de residencia de los materiales dentro de la cámara de plasma 20. Se cree que la contracción que ocurre en el lado de la sección transversal de la corriente gaseosa según pasa a través de la porción convergente de la boquilla 22 cambia el movimiento de al menos parte del flujo en algunas direcciones aleatorias, incluyendo movimiento rotacional y vibracional a un movimiento lineal recto paralelo al eje de la cámara de reacción. En ciertas realizaciones, las dimensiones de la cámara de plasma 20 y el material se seleccionan para conseguir una velocidad sónica dentro de la garganta de la boquilla restringida.

A medida que la corriente confinada del flujo entra en la porción divergente aguas abajo de la boquilla 22, se somete a una disminución ultrarrápida en la presión como resultado de un aumento gradual en el volumen a lo largo de las paredes cónicas de la salida de la boquilla. Mediante la selección adecuada de las dimensiones de la boquilla, la cámara de plasma 20 puede funcionar a presión atmosférica o ligeramente menor que la presión atmosférica o, en algunos casos, en una condición de presurización para conseguir el tiempo de residencia deseado mientras que la cámara 26 aguas abajo de la boquilla 22 se mantiene a una presión de vacío mediante el funcionamiento de un dispositivo de producción, tal como una bomba de vacío 60. Después del paso a través de la boquilla 22, las partículas sólidas ultrafinas pueden entrar entonces en una cámara de subenfriamiento 26.

Como es evidente a partir de la Figura 2, en ciertas realizaciones de la presente invención, las partículas sólidas ultrafinas pueden fluir desde la cámara de subenfriamiento 26 hasta una estación de recogida 27 a través de una sección de enfriamiento 45 que puede comprender, por ejemplo, un tubo de enfriamiento encamisado. En ciertas realizaciones, la estación de recogida 27 comprende un filtro de bolsa u otros medios de recogida. Si se desea, puede usarse un lavador aguas abajo 28 para condensar y recoger material dentro del flujo antes de que el flujo entre en la bomba de vacío 60.

En ciertas realizaciones, los tiempos de residencia para materiales dentro de la cámara de plasma 20 son del orden de milisegundos. El precursor sólido puede inyectarse a presión (tal como mayor de 1 a 100 atmósferas) a través de un pequeño orificio para conseguir una velocidad suficiente para penetrar y mezclarse con el plasma. Además, en muchos casos la corriente inyectada de precursor sólido se inyecta normal (ángulo de 90°) al flujo de los gases del plasma. En algunos casos, pueden desearse desviaciones positivas o negativas del ángulo de 90°, tales como tan grandes como 30°.

La alta temperatura del plasma rápidamente vaporiza el precursor sólido. Puede haber una diferencia sustancial en los gradientes de temperatura y patrones de flujo gaseosos a lo largo de la longitud de la cámara de plasma 20. Se cree que, en la entrada del arco del plasma, el flujo es turbulento y hay un alto gradiente de temperatura; a partir de temperaturas de aproximadamente 20.000 K en el eje de la cámara a aproximadamente 375 K en las paredes de la cámara. En la garganta de la boquilla, se cree, que el flujo es laminar y que hay un gradiente de temperatura muy bajo a través de su área abierta restringida.

La cámara de plasma a menudo se construye de acero inoxidable enfriado con agua, níquel, titanio, cobre, aluminio u otros materiales adecuados. La cámara de plasma puede estar construida también de materiales cerámicos para soportar un entorno químico y térmico vigoroso.

Las paredes de la cámara de plasma pueden calentarse internamente mediante una combinación de radiación, convección y conducción. En ciertas realizaciones, el enfriamiento de las paredes de la cámara de plasma evita la fusión y/o corrosión indeseada en sus superficies. El sistema usado para controlar tal enfriamiento debe mantener las paredes a una temperatura tan alta como lo permita el material de la pared seleccionado, que a menudo es inerte a los materiales dentro de la cámara de plasma a las temperaturas de la pared esperadas. Esto es cierto también con respecto a las paredes de la boquilla que pueden someterse a calor por convección y conducción.

La longitud de la cámara de plasma a menudo se determina experimentalmente usando en primer lugar un tubo alargado dentro del cual el usuario puede localizar la temperatura umbral diana. La cámara de plasma después se diseña lo suficientemente larga de manera que los precursores tengan un tiempo de residencia suficiente a la alta temperatura para alcanzar un estado de equilibrio y completar la formación de los productos finales deseados.

El diámetro interior de la cámara de plasma 20 puede determinarse mediante las propiedades de fluido del plasma y la corriente gaseosa móvil. Debe ser suficientemente grande para permitir el flujo gaseoso necesario pero no tan grande como para que se formen remolinos recirculantes o zonas estancadas a lo largo de las paredes de la cámara. Tales patrones de flujo perjudiciales podrían enfriar los gases prematuramente y precipitar productos indeseados. En muchos casos, el diámetro interior de la cámara de plasma 20 es mayor del 100 % del diámetro del plasma en el extremo de entrada de la cámara de plasma.

En ciertas realizaciones, la sección convergente de la boquilla tiene un cambio en la alta relación de aspecto en el diámetro que mantiene transiciones suaves con un primer ángulo de inclinación (tal como > 45°) y después a ángulos menores (tal como < 45°) conduciendo al interior de la garganta de la boquilla. El fin de la garganta de la boquilla a menudo es comprimir los gases y conseguir velocidades sónicas en el flujo. Las velocidades conseguidas

en la garganta de la boquilla y en la sección divergente aguas abajo de la boquilla están controladas por el diferencial de presión entre la cámara de plasma y la sección aguas abajo de la sección divergente de la boquilla. Puede aplicarse presión negativa aguas abajo o puede aplicarse presión positiva aguas arriba para este fin. Una boquilla convergente-divergente del tipo adecuado para su uso en la presente invención se describe en la Patente de Estados Unidos n.º RE37.853 en la col. 9, línea 65 a col. 11, línea 32.

Se ha descubierto sorprendentemente que los métodos y aparatos para preparar partículas sólidas ultrafinas de la presente invención, que utilizan enfriamiento por dilución con gas de inactivación en combinación con un miembro convergente, tal como una boquilla convergente-divergente, tienen varios beneficios. En primer lugar, tal combinación permite el uso de tiempos de residencia suficientes del material sólido dentro del sistema de plasma que hace que el uso de precursores sólidos sea práctico. En segundo lugar, debido a que se forman partículas sólidas ultrafinas antes de que el flujo alcance el miembro convergente, el ensuciamiento de la cámara de plasma se reduce o, en algunos casos, incluso se elimina, puesto que la cantidad de material que se pega a la superficie interior del miembro convergente se reduce o, en algunos casos se elimina. En tercer lugar, esta combinación permite la recogida de partículas sólidas ultrafinas en un único punto de recogida, tal como una bolsa de filtro, depositándose una cantidad mínima de tales partículas dentro de la cámara de enfriamiento o la sección de enfriamiento descrita anteriormente.

En ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden una red de óxido inorgánico que comprende uno o más materiales inorgánicos. Como se usa en este documento, la expresión "red de óxido inorgánico que comprende uno o más materiales inorgánicos" se refiere a una cadena molecular que comprende uno, o en algunos casos dos o más materiales inorgánicos diferentes conectados químicamente entre sí a través de uno o más átomos de oxígeno. Una red de este tipo puede formarse por hidrólisis de sales metálicas, incluyendo ejemplos de las cuales, aunque sin limitación Ce^{3+} , Ce^{4+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , Y^{3+} , Ca^{2+} , Mn^{7+} y Mo^{6+} . En ciertas realizaciones, la red de óxido inorgánico comprende cinc, cerio, itrio, manganeso, magnesio o calcio. En ciertas realizaciones, la red de óxido inorgánico comprende también silicio, fósforo y/o boro. En ciertas realizaciones, la red de óxido inorgánico comprende cerio, cinc, zirconio y/o manganeso así como silicio. En ciertas realizaciones, la red de óxido inorgánico comprende de 0,5 a 30 por ciento en peso de cerio y de 0,5 a 20 por ciento en peso de cinc, estando los porcentajes en peso basados en el peso total del material.

En ciertas realizaciones, la red de óxido inorgánico comprende silicio resultante de la hidrólisis de un organosilano tal como silanos que comprenden dos, tres, cuatro o más grupos alcoxi. Los ejemplos específicos de organosilanos adecuados incluyen metiltrimetoxisilano, metiltrietoxisilano, metiltrimetoxisilano, metiltriacetoxisilano, metiltripropoxisilano, metiltributoxisilano, etiltrimetoxisilano, etiltrietoxisilano, γ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, γ -aminopropiltrimetoxisilano, γ -aminopropiltrietoxisilano, γ -mercaptopropiltrimetoxisilano, clorometiltri-metoxisilano, clorometiltrietoxisilano, dimetildietoxisilano, γ -cloropropilmetildimetoxisilano, γ -cloropropilmetildietoxisilano, tetrametoxisilano, tetraetoxisilano, tetra-*n*-propoxisilano, tetra-*n*-butoxisilano, glicidoximetiltrietoxisilano, α -glicidoxietiltrimetoxisilano, α -glicidoxietiltrietoxisilano, β -glicidoxietiltrimetoxisilano, β -glicidoxietiltrietoxisilano, α -glicidoxipropiltrimetoxisilano, α -glicidoxipropiltrietoxisilano, β -glicidoxipropiltrimetoxisilano, β -glicidoxipropiltrietoxisilano, γ -glicidoxipropiltrimetoxisilano, γ -glicidoxipropilmetildimetoxisilano, γ -glicidoxipropildimetiletoxisilano, hidrolizados de los mismos, oligómeros de los mismos y mezclas de tales monómeros de silano. En ciertas realizaciones, la red de óxido inorgánico comprende silicio resultante de un silicato tal como silicato de potasio, silicato de sodio y/o silicato de amonio.

En ciertas realizaciones, la red de óxido inorgánico se forma combinando una, o en algunos casos dos o más sales metálicas tales como acetatos, cloruros, sulfatos y/o nitratos metálicos, con agua para producir una especie hidrolizada que comprende un ion metálico polivalente. Las especies hidrolizadas se hacen reaccionar después con un compuesto de silicio adecuado (o fósforo o boro según sea el caso) para producir una red de óxido inorgánico que comprende uno o más materiales inorgánicos. El material sólido resultante puede filtrarse, lavarse y secarse después. El polvo secado resultante, si se desea, puede calcinarse a una temperatura de por ejemplo 200 a 1000 °F (de 93,3 a 537,8 °C). Los ejemplos en este documento ilustran métodos adecuados de preparación de tales partículas resistentes a la corrosión.

En ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión que comprenden una red de óxido inorgánico como se ha descrito anteriormente son partículas ultrafinas.

En ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, las partículas resistentes a la corrosión comprenden una arcilla. En ciertas realizaciones, tales arcillas se tratan con una sal de metal lantánido y/o de transición. Las arcillas adecuadas incluyen, por ejemplo, una capa estructurada de Laponite® (un silicato hídrico de sodio, litio y magnesio modificado con pirofosfato tetra de sodio disponible en el mercado en Southern Clay Products, Inc.) y bentonita (un filosilicato de aluminio, generalmente arcilla impura que consiste principalmente en montmorillonita $(\text{Na,Ca})_{0,33}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Tales partículas resistentes a la corrosión pueden producirse añadiendo una arcilla, tal como la capa estructurada de

Laponite® mencionada anteriormente, a una solución diluida agitada de una sal metálica (hasta el 50 % en peso de metal) tal como por ejemplo acetato de cerio o acetato de cinc, en agua y retirada por filtración del precipitado sólido resultante. El precipitado sólido, si se desea, puede lavarse tal como con agua y/o acetona y secarse.

- 5 En ciertas realizaciones, la presente invención se refiere a composiciones de recubrimiento que comprenden partículas resistentes a la corrosión que comprenden un óxido inorgánico en combinación con un agente tamponante del pH, tal como por ejemplo un borato. Como se usa en este documento, la expresión "agente tamponante del pH" pretende hacer referencia a un material que ajusta el pH del óxido inorgánico a un nivel mayor de lo que sería el pH en ausencia del material. En ciertas realizaciones, tales partículas resistentes a la corrosión comprenden un óxido metálico mixto que incluye borato (B_2O_3) y uno o más óxidos de cinc, bario, cerio, itrio, magnesio, molibdeno, litio, aluminio o calcio. En ciertas realizaciones, tal óxido mixto se deposita sobre y/o dentro de un soporte.

Como se usa en este documento, el término "soporte" se refiere a un material sobre el cual o en el cual se porta otro material. En ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión comprenden un óxido inorgánico, un borato y un soporte de sílice tal como sílice pirógena, disponible en el mercado con el nombre comercial Aerosil® de Degussa, o sílice precipitada tal como Hi-Sil® T600 de PPG Industries, Pittsburgh, Pensilvania. En ciertas realizaciones, el soporte tiene un tamaño de partícula primaria promedio no mayor de 20 nanómetros. En ciertas realizaciones, tales partículas resistentes a la corrosión proporcionan protección deseable frente tanto a la corrosión del borde como a la corrosión por rayado de la superficie de un sustrato que se expone a disolución anódica.

Los ejemplos no limitantes específicos de partículas resistentes a la corrosión adecuadas comprenden un óxido metálico mixto que incluye borato comprenden $CaO \cdot B_2O_3$, $BaO \cdot B_2O_3$, $ZnO \cdot B_2O_3$ y/o $MgO \cdot B_2O_3$. Tales pigmentos resistentes a la corrosión pueden producirse, por ejemplo, precipitando tales materiales sobre el soporte. Tal precipitación puede realizarse, por ejemplo, combinando ácido bórico y uno o más materiales precursores que comprenden cinc, bario, cerio, itrio, magnesio, molibdeno, litio, aluminio o calcio con una suspensión de agua y sílice, evaporando el agua y después calcinando el material resultante para producir las partículas resistentes a la corrosión que después pueden molerse al tamaño de partícula deseado.

En ciertas realizaciones, tales partículas pueden comprender también materiales adicionales tales como fosfatos, silicatos, hidroxifosfatos y/o hidroxisilicatos de un metal tal como cinc o aluminio.

Una o más de las partículas resistentes a la corrosión descritas anteriormente están presentes en las composiciones de recubrimiento de la presente invención en una cantidad de 3 a 50 por ciento en volumen, tal como de 8 a 30 por ciento en volumen o, en ciertas realizaciones de 10 a 18 por ciento en volumen, en el que los porcentajes en volumen están basados en el volumen total de la composición de recubrimiento.

En ciertas realizaciones, las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden partículas resistentes a la corrosión que comprenden partículas modificadas químicamente que tienen un tamaño de partícula primaria promedio no mayor de 500 nanómetros, en algunos casos no mayor de 200 nanómetros y en otros casos más no mayor de 100 nanómetros. Los ejemplos de tales partículas se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 6.790.904 en la col. 3, línea 43 a col. 8, línea 46; la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos n.º 2003/0229157 A1 desde [0021] hasta [0048]; la Patente de Estados Unidos n.º 6.835.458 en col. 4, línea 54 a col. 7, línea 58; y la Patente de Estados Unidos n.º 6.593.417 en col. 23, línea 48 a col. 24, línea 32. Las partículas modificadas químicamente también están disponibles en el mercado, tal como aquellas disponibles con el nombre comercial NANOBYK-3650 de Byk-Chemie.

Aunque en la técnica se conocen tales partículas modificadas químicamente para proporcionar propiedades de resistencia a la fluencia y/o al arañado a las composiciones de recubrimiento en las que se incorporan, los presentes inventores han descubierto sorprendentemente que confieren también propiedades de resistencia a la corrosión a composiciones de imprimación de sustratos metálicos tales como imprimadores de ataque químico y/o composiciones de recubrimiento de pretratamiento cuando tales composiciones se aplican a un sustrato metálico sin recubrir. De hecho, los inventores han descubierto que, incluso cuando tales partículas modificadas químicamente se incluyen en una composición de recubrimiento en cantidades relativamente pequeñas, es decir, relaciones en peso de partícula a aglutinante formador de película de menos de 0,2, la composición de recubrimiento cuando se deposita sobre al menos una porción de un sustrato metálico sin recubrir seleccionado de acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y aluminio y curado, en ocasiones produce un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión similares a o en algunos casos mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presenta el mismo sustrato cuando está al menos parcialmente recubierto en las mismas condiciones con una composición resistente a la corrosión que contiene cromo convencional (como se describe con más detalle más adelante). Como resultado, los inventores han descubierto que tales partículas resistentes a la corrosión pueden usarse para reemplazar el cromo en composiciones de recubrimiento de imprimador de sustrato metálico, tales como imprimadores de ataque químico y/o composiciones de recubrimiento de pretratamiento de metales.

Como se ha indicado previamente, en ciertas realizaciones, las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden una resina formadora de película. Como se usa en este documento, la expresión "resina formadora de película" se refiere a resinas que pueden formar una película continua de autoporte sobre al menos

una superficie horizontal de un sustrato tras la retirada de cualquier diluyente o vehículo presente en la composición o tras el curado a temperatura ambiente o elevada.

Las resinas formadores de película que se usan en las composiciones de recubrimiento de la presente invención son aquellas usadas en composiciones de recubrimiento OEM de automoción, composiciones de recubrimiento de acabado de automoción, composiciones de recubrimiento industriales, composiciones de recubrimiento arquitectónicas, composiciones de recubrimiento de bobinas y composiciones de recubrimiento aeroespacial.

En ciertas realizaciones, la resina formadora de película incluida dentro de las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprende una resina formadora de película termoestable. Como se usa en este documento, el término "termoestable" se refiere a resinas que se "estabilizan" irreversiblemente tras el curado o reticulación, en las que las cadenas de polímero de los componentes poliméricos se unen entre sí mediante enlaces covalentes. Esta propiedad normalmente va asociada con una reacción de reticulación de los constituyentes de la composición a menudo inducida, por ejemplo, por calor o radiación. Véase Hawley, Gessner G., The Condensed Chemical Dictionary, Novena Edición, página 856; Surface Coatings, vol. 2, Oil and Colour Chemists' Association, Australia, TAFE Educational Books (1974). Las reacciones de curado o reticulación también pueden realizarse en condiciones ambiente. Una vez curada o reticulada, una resina termoestable no se fundirá tras la aplicación de calor y es insoluble en disolventes. En otras realizaciones, la resina formadora de película incluida dentro de las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprende una resina termoplástica. Como se usa en este documento, el término "termoplástico" se refiere a resinas que comprenden componentes poliméricos que no se unen mediante enlaces covalentes y, por lo tanto, pueden experimentar flujo líquido tras el calentamiento y son solubles en disolventes. Véase Saunders, K. J., Organic Polymer Chemistry, pág. 41-42, Chapman and Hall, Londres (1973).

Las resinas formadoras de película adecuadas para su uso en las composiciones de recubrimiento de la presente invención incluyen, por ejemplo, aquellas formadas a partir de la reacción de un polímero que tiene al menos un tipo de grupo reactivo y un agente de curado que tiene grupos reactivos que son reactivos con el grupo o grupos reactivos del polímero. Como se usa en este documento, el término "polímero" pretende abarcar oligómeros e incluye, sin limitación, tanto homopolímeros como copolímeros. Los polímeros, por ejemplo, pueden ser poliéster acrílico saturado o insaturado, poliuretano o poliéter, polivinilo, celulósico, acrilato, polímeros basados en silicio, copolímeros de los mismos y mezclas de los mismos y pueden contener grupos reactivos tales como epoxi, ácido carboxílico, hidroxilo, isocianato, amida, carbamato y grupos carboxilato, entre otros, incluyendo mezclas de los mismos.

Los polímeros acrílicos adecuados incluyen, por ejemplo, aquellos descritos en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos 2003/0158316 A1 en [00300] - [0039]. Los polímeros de poliéster adecuados incluyen, por ejemplo los descritos en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos 2003/0158316 A1 en [0040] - [0046]. Los polímeros de poliuretano adecuados incluyen, por ejemplo aquellos descritos en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos 2003/0158316 A1 en [0047] - [0052]. Los polímeros basados en silicio se definen en la Patente de Estados Unidos n.º 6.623.791 en la col. 9, líneas 5-10.

En ciertas realizaciones de la presente invención, la resina formadora de película comprende un polímero de polivinilo, tal como una resina de polivinil butiral. Tales resinas pueden producirse haciendo reaccionar un alcohol polivinílico con un aldehído, tal como acetaldehído, formaldehído o butiraldehído entre otros. Los alcoholes de polivinilo pueden producirse por la polimerización del monómero de acetato de vinilo y posteriormente metanolisis catalizada alcalina del acetato de polivinilo obtenido. La reacción de acetilización de alcohol polivinílico y butiraldehído no es cuantitativa, por lo que el polivinil butiral resultante puede contener una cierta cantidad de grupos hidroxilo. Además, una pequeña cantidad de grupos acetilo pueden permanecer en la cadena del polímero.

Pueden usarse resinas de polivinil butiral disponibles en el mercado. Tales resinas a menudo tienen un grado de polimerización promedio de 500 a 1000 y un grado de butiración de 57 a 70 por ciento en moles. Los ejemplos específicos de resinas de polivinil butiral adecuadas incluyen la línea MOWITAL® de las resinas de polivinil butiral disponibles en el mercado en Kuraray America, Inc., Nueva York, Nueva York y las resinas de polivinil butiral BUTVAR® disponibles en el mercado en Solutia Inc.

Como se ha indicado anteriormente, ciertas composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden incluir una resina formadora de película que se forma por el uso de un agente de curado. Como se usa en este documento, la expresión "agente de curado" se refiere a un material que promueve el "curado" de los componentes de la composición. Como se usa en este documento, el término "curado" significa que cualquier componente reticulable de la composición está al menos parcialmente reticulado. En ciertas realizaciones, la densidad de reticulación de los componentes reticulables, es decir, el grado de reticulación, varía de 5 por ciento a 100 por cien de la reticulación completa, tal como de 35 por ciento a 85 por ciento de la reticulación completa. Un experto en la materia entenderá que la presencia y grado de reticulación, es decir, la densidad de reticulación, puede determinarse por diversos métodos tales como análisis térmico mecánico dinámico (DMTA) usando un analizador DMTA de Polymer Laboratories MK, como se describe en la Patente de Estados Unidos n.º 6.803.408, en col. 7, línea 66 a col. 8, línea 18.

Puede usarse cualquiera de diversos agentes de curado conocidos por los expertos en la materia. Por ejemplo, se describe resinas de aminoplasto y fenoplasto adecuadas ejemplares en la Patente de Estados Unidos n.º 3.919.351 en la col. 5, línea 22 a col. 6, línea 25, incorporándose la parte citada de la misma en este documento por referencia. Los poliisocianatos e isocianatos bloqueados adecuados ejemplares se describen en las Patentes de Estados Unidos n.º 4.546.045 en la col. 5, líneas 16 a 38; y en la Patente de Estados Unidos n.º 5.468.802 en la col. 3, líneas 48 a 60. Los anhídridos adecuados ejemplares se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 4.798.746 en la col. 10, líneas 16 a 50; y en la Patente de Estados Unidos n.º 4.732.790 en la col. 3, líneas 41 a 57. Los poliepóxidos adecuados ejemplares se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 4.681.811 en la col. 5, líneas 33 a 58. Los poliácidos adecuados ejemplares se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 4.681.811 en la col. 6, línea 45 a col. 9, línea 54. Los polioles adecuados ejemplares se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 4.046.729 en la col. 7, línea 52 a col. 8, línea 9 y la col. 8, línea 29 a col. 9, línea 66, y en la Patente de Estados Unidos n.º 3.919.315 en la col. 2, línea 64 a col. 3, línea 33. Los ejemplos de poliaminas adecuadas se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 4.046.729 en la col. 6, línea 61 a col. 7, línea 26, y en la Patente de Estados Unidos n.º 3.799.854 en la columna 3, líneas 13 a 50. Pueden usarse mezclas apropiadas de agentes de curado tales como aquellos descritos anteriormente.

En ciertas realizaciones, las composiciones de recubrimiento de la presente invención se formulan como una composición de un componente donde un agente de curado se mezcla con otros componentes de la composición para formar una composición estable durante el almacenamiento. En otras realizaciones, las composiciones de la presente invención pueden formularse como una composición de dos componentes donde un agente de curado se añade a una mezcla preformada de otros componentes de la composición justo antes de la aplicación.

En ciertas realizaciones, la resina formadora de película está presente en las composiciones de recubrimiento de la presente invención en una cantidad mayor del 30 por ciento en peso, tal como de 40 a 90 por ciento o, en algunos casos, de 50 a 90 por ciento en peso, estando basado el porcentaje en peso en el peso total de la composición de recubrimiento. Cuando se usa un agente de curado, en ciertas realizaciones, puede estar presente en una cantidad de hasta el 70 por ciento en peso, tal como de 10 a 70 por ciento en peso; este porcentaje en peso también está basado en el peso total de la composición de recubrimiento.

En ciertas realizaciones, las composiciones de recubrimiento de la presente invención están en forma de composiciones de recubrimiento líquidas, incluyendo ejemplos de las cuales composiciones de recubrimiento acuosas y basadas en disolvente y composiciones de recubrimiento electrodepositables. Las composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden estar en forma de un sólido co-reaccionable en forma de partículas, es decir, una composición de recubrimiento en polvo. Independientemente de la forma, las composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden ser pigmentadas o transparentes y pueden usarse en solitario o en combinación como imprimadores, capa base o capa superior. Ciertas realizaciones de la presente invención, como se analiza con más detalle más adelante, se refieren a composiciones de recubrimiento de imprimador y/o pretratamiento resistentes a la corrosión. Como se ha indicado, ciertas realizaciones de la presente invención se refieren a composiciones de recubrimiento de imprimador de sustrato metálico tal como "imprimadores de ataque" y/o composiciones de recubrimiento de pretratamiento de sustrato metálico. Como se usa en este documento, la expresión "composición de recubrimiento de imprimador" se refiere a composiciones de recubrimiento a partir de las cuales puede depositarse un subrecubrimiento sobre un sustrato para preparar la superficie para aplicación de un sistema de recubrimiento protector o decorativo. Como se usa en este documento, la expresión "imprimador de ataque" se refiere a composiciones de recubrimiento de imprimador que incluyen un componente promotor de la adhesión, tal como un ácido libre, como se describe con más detalle más adelante. Como se usa en este documento, la expresión "composición de recubrimiento de pretratamiento" se refiere a composiciones de recubrimiento que pueden aplicarse a un espesor de película muy bajo a un sustrato sin recubrir para mejorar la resistencia a la corrosión o aumentar la adhesión de las capas de recubrimiento aplicadas posteriormente. Los sustratos metálicos que pueden recubrirse con tales composiciones incluyen, por ejemplo, sustratos que comprenden acero (incluyendo acero electrogalvanizado, acero laminado en frío, acero galvanizado sumergido en caliente, entre otros), aluminio, aleaciones de aluminio, aleaciones de cinc-aluminio y acero metalizado con aluminio. Los sustratos que pueden recubrirse con tales composiciones comprenden también más de un metal o aleación metálica, en los que el sustrato puede ser una combinación de dos o más sustratos metálicos ensamblados juntos, tal como acero galvanizado sumergido en caliente ensamblado con sustratos de aluminio.

Las composiciones de recubrimiento de imprimador de sustrato metálico y/o composiciones de recubrimiento de pretratamiento de sustrato metálico de la presente invención pueden aplicarse a un metal sin recubrir. Por la expresión "sin recubrir" se entiende un material virgen que no se ha tratado con ninguna composición de pretratamiento, tal como por ejemplo baños de fosfatación convencionales, enjuagues de metal pesado etc. Adicionalmente, los sustratos de metal sin recubrir que se recubren con las composiciones de recubrimiento de imprimador y/o composiciones de recubrimiento de pretratamiento de la presente invención pueden ser un borde de corte de un sustrato que de lo contrario se trataría y/o recubriría sobre el resto de su superficie.

Antes de aplicar una composición de recubrimiento de imprimado de la presente invención y/o una composición de pretratamiento de metal de la presente invención el sustrato metálico que se va a recubrir en primer lugar puede limpiarse para retirar la grasa, suciedad u otra materia extraña. Pueden emplearse procedimientos y materiales de

limpieza convencionales. Estos materiales pueden incluir, por ejemplo, limpiadores alcalinos moderados o fuertes, tales como aquellos que están disponibles en el mercado. Los ejemplos incluyen BASE Phase Non-Phos o BASE Phase n.º 6, ambos de los cuales están disponibles en PPG Industries, Productos de Pretratamiento y Especialidades. La aplicación de tales limpiadores puede ir seguida y/o precedida de un enjuague con agua.

La superficie metálica después puede enjuagarse con una solución ácida acuosa después de la limpieza con el limpiador alcalino y antes del contacto con una composición de recubrimiento de imprimador de sustrato metálico y/o una composición de pretratamiento de sustrato metálico de la presente invención. Los ejemplos de soluciones de enjuague adecuadas incluyen limpiadores ácidos moderados o fuertes, tales como las soluciones de ácido nítrico diluido disponibles en el mercado.

Como se ha indicado anteriormente, ciertas realizaciones de la presente invención se refieren a composiciones de recubrimiento que comprenden un componente promotor de la adhesión. Como se usa en este documento, la expresión "componente promotor de la adhesión" se refiere a un material que está incluido en la composición para potenciar la adhesión de la composición de recubrimiento a un sustrato metálico.

En ciertas realizaciones de la presente invención, tal componente promotor de la adhesión comprende un ácido libre. Como se usa en este documento, la expresión "ácido libre" pretende abarcar ácidos orgánicos y/o inorgánicos que están incluidos como un componente separado de las composiciones de la presente invención a diferencia de cualquier ácido que pueda usarse para formar un polímero que pueda estar presente en la composición. En ciertas realizaciones, el ácido libre incluido dentro de las composiciones de recubrimiento de la presente invención se selecciona de ácido tánico, ácido gálico, ácido fosfórico, ácido fosforoso, ácido cítrico, ácido malónico, un derivado del mismo o una mezcla del mismo. Los derivados adecuados incluyen ésteres, amidas y/o complejos metálicos de tales ácidos.

En ciertas realizaciones, el ácido libre comprende un ácido orgánico tal como ácido tánico, es decir tanino. Los taninos se extraen de diversas plantas y árboles que pueden clasificarse de acuerdo con sus propiedades químicas como (a) taninos hidrolizables, (b) taninos condensados y (c) taninos mixtos que contienen taninos tanto hidrolizables como condensados. Los taninos útiles en la presente invención incluyen aquellos que contienen un tanino extraído de plantas de origen natural y árboles, y que normalmente se denominan taninos vegetales. Los taninos vegetales adecuados incluyen los taninos vegetales en bruto, ordinarios o condensados solubles en agua caliente, tales como quebracho, mimosa, manglar, picea, cicuta, gabien, zarzo, catechu, uranday, té, alerce, mirobalano, castaño, divi-divi, valonia, summac, cinchona, roble, etc. Estos taninos vegetales no son compuestos químicos puros con estructuras conocidas, sino que más bien contienen numerosos componentes incluyendo restos fenólicos tales como catecol, pirogalol, etc. condensados en una estructura polimérica complicada.

En ciertas realizaciones, el ácido libre comprende un ácido fosfórico, tal como ácido ortofosfórico al 100 por cien, ácido superfosfórico o las soluciones acuosas de los mismos, tal como solución de ácido fosfórico del 70 al 90 por ciento.

Además de o en lugar de tales ácidos libres, otros componentes promotores de la adhesión adecuados son fosfatos, organofosfatos y organofosfonatos metálicos. Tales organofosfatos y organofosfonatos adecuados incluyen aquellos divulgados en las Patentes de Estados Unidos n.º 6.440.580 en la col. 3, línea 24 a col. 6, línea 22, 5.294.265 en col. 1, línea 53 a col. 2, línea 55 y 5.306.526 en col. 2, línea 15 a col. 3, línea 8. Los fosfatos metálicos adecuados incluyen, por ejemplo fosfato de cinc, fosfato de hierro, fosfato de manganeso, fosfato de calcio, fosfato de magnesio, fosfato de cobalto, fosfato de cinc-hierro, fosfato de cinc-manganeso, fosfato de cinc-calcio incluyendo los materiales descritos en las Patentes de Estados Unidos n.º 4.941.930, 5.238.506 y 5.653.790.

En ciertas realizaciones, el componente promotor de la adhesión comprende una resina epoxi fosfatizada. Tales resinas pueden comprender el producto de reacción de uno o más materiales con funcionalidad epoxi y uno o más materiales que contienen fósforo. Los ejemplos no limitantes de tales materiales, que son adecuados para su uso en la presente invención se divulgan en la Patente de Estados Unidos n.º 6.159.549 en col. 3, líneas 19 a 62.

En ciertas realizaciones, el componente promotor de la adhesión está presente en las composiciones de recubrimiento de imprimador de sustrato metálico y/o la composición de recubrimiento de pretratamiento metálico en una cantidad que varía de 0,05 a 20 por ciento en peso, tal como de 3 a 15 por ciento en peso, estando basados los porcentajes en peso en el peso total de la composición.

Como se ha indicado anteriormente, en ciertas realizaciones, tal como las realizaciones donde las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden una composición de recubrimiento e imprimador de sustrato metálico y/o una composición de pretratamiento metálico, la composición puede comprender también una resina formadora de película. En ciertas realizaciones, la resina formadora de película está presente en tales composiciones en una cantidad que varía de 20 a 90 por ciento en peso, tal como de 30 a 80 por ciento en peso, estando basados los porcentajes en peso en el peso total de la composición.

En ciertas realizaciones, las composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden comprender también

ingredientes opcionales adicionales tales como aquellos ingredientes conocidos en la técnica de la formulación de recubrimientos para superficie. Tales ingredientes opcionales pueden comprender, por ejemplo, pigmentos, colorantes, agentes superficialmente activos, agentes de control de flujo, agentes tixotrópicos, cargas, agentes antigasificación, codisolventes orgánicos, catalizadores, antioxidantes, estabilizadores de luz, absorbedores de UV y otros aditivos habituales. Puede usarse cualquiera de estos aditivos conocidos en la técnica, sin que haya problemas de compatibilidad. Los ejemplos no limitantes de estos materiales y las cantidades adecuadas incluyen aquellas descritas en las Patentes de Estados Unidos n.º 4.220.679; 4.403.003; 4.147.769; y 5.071.904.

En ciertas realizaciones, las composiciones de recubrimiento de la presente invención comprenden también, además de cualquiera de las partículas resistentes a la corrosión descritas anteriormente, partículas resistentes a la corrosión sin cromo convencionales. Las partículas resistentes a la corrosión sin cromo convencionales adecuadas incluyen, aunque sin limitación, fosfato de hierro, fosfato de cinc, sílice con iones intercambiados con calcio, sílice coloidal, sílice amorfa sintética y molibdatos tales como molibdato de calcio, molibdato de cinc, molibdato de bario, molibdato de estroncio y mezclas de los mismos. La sílice con iones intercambiados con calcio adecuada está disponible en el mercado en W. R. Grace & Co. como SHIELDEX® AC3 y/o SHIELDEX® C303. La sílice amorfa adecuada está disponible en W. R. Grace & Co. con el nombre comercial SYLOID®. El fosfato de hidroxil cinc está disponible en el mercado en Elements Specialties, Inc. con el nombre comercial NALZIN® 2.

Estos pigmentos resistentes a la corrosión sin cromo convencionales normalmente comprenden partículas que tienen un tamaño de partícula de aproximadamente un micrómetro o mayor. En ciertas realizaciones, estas partículas están presentes en las composiciones de recubrimiento de la presente invención en una cantidad que varía de 5 a 40 por ciento en peso, tal como de 10 a 25 por ciento en peso, estando basados los porcentajes en peso en el peso total de sólidos de la composición.

En ciertas realizaciones, la presente invención se refiere a composiciones de recubrimiento que comprenden un componente promotor de la adhesión, una resina fenólica y un alcoxisilano, además de cualquiera de las partículas resistentes a la corrosión descritas anteriormente. Las resinas fenólicas adecuadas incluyen aquellas resinas preparadas por la condensación de un fenol o un fenol sustituido con alquilo con un aldehído. Las resinas fenólicas ejemplares incluyen aquellas descritas en la Patente de Estados Unidos n.º 6.774.168 en col. 2, líneas 2 a 22. Los alcoxisilanos adecuados se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 6.774.168 en col. 2, líneas 23 a 65 e incluyen, por ejemplo, acriloxialcoxisilanos, tal como γ -acriloxipropiltrimetoxisilano y metacrilatoalcoxisilano, tal como γ -metacriloxipropiltrimetoxisilano. Tales composiciones pueden incluir también un disolvente, un agente reológico y/o un pigmento, como se describe en la Patente de Estados Unidos n.º 6.774.168 en col. 3, líneas 28 a 41.

Los inventores han descubierto que las partículas resistentes a la corrosión divulgadas en este documento son particularmente adecuadas para su uso en imprimadores de ataque tales como imprimadores de ataque para acabado en automoción e imprimadores de recubrimiento de bobinas metálicas. Como resultado, ciertas realizaciones de la presente invención se refieren a imprimadores de ataque que comprenden: (a) una resina formadora de película, tal como una resina de polivinilo; (b) un componente promotor de la adhesión, tal como un ácido libre; y (c) partículas resistentes a la corrosión del tipo descrito en este documento. Como se usa en este documento, el término "acabado" se refiere al acto de reelaborar, restaurar o reparar la superficie o terminación de un artículo.

Las composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden prepararse de cualquiera de diversos métodos. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión descritas anteriormente se añaden en cualquier momento durante la formulación de una composición de recubrimiento que comprende una resina formadora de película, siempre y cuando formen una suspensión estable en una resina formadora de película. Las composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden prepararse combinando en primer lugar una resina formadora de película, las partículas resistentes a la corrosión descritas anteriormente y un diluyente, tal como un disolvente orgánico y/o agua, en un recipiente cerrado que contiene un medio de molienda cerámico. La combinación se somete a condiciones de tensión a alta cizalla, tal como agitando la combinación en una agitadora de alta velocidad hasta que una dispersión homogénea de partículas queda suspendida en la resina formadora de película sin sedimentación visible de partículas en el recipiente. Si se desea, pueden utilizarse cualquier modo de aplicar tensión a la combinación, siempre y cuando se aplique suficiente tensión para conseguir una dispersión estable de las partículas en la resina formadora de película.

Las composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden aplicarse a un sustrato por técnicas de aplicación conocidas tales como sumergido o inmersión, pulverización, pulverización intermitente, sumergido seguido de pulverización, pulverización seguido de sumergido, cepillado o por recubrimiento con rodillo. Pueden usarse las técnicas de pulverización habituales y el equipo para pulverización al aire y pulverización electroestática por métodos manuales automáticos. Aunque las composiciones de recubrimiento de la presente invención pueden aplicarse a diversos sustratos tales como madera, vidrio, tela, plástico, espuma, incluyendo sustratos elastoméricos y similares, en muchos casos el sustrato comprende un metal.

En ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención, después de la aplicación de la composición al sustrato, se forma una película sobre la superficie del sustrato dirigiendo un disolvente, es

decir, un disolvente orgánico y/o agua, fuera de la película por calentamiento o durante un periodo de secado con aire. Las condiciones de secado adecuadas dependerán de la composición y/o aplicación particulares, pero en algunos casos será suficiente un tiempo de secado de aproximadamente 1 a 5 minutos a una temperatura de 80 a 250 °F (de 20 a 121 °C). Puede aplicarse más de una capa de recubrimiento si se desea. Normalmente, entre los recubrimientos, la capa aplicada previamente se expone al ambiente; es decir, se expone a condiciones ambiente durante 5 a 30 minutos. En ciertas realizaciones, el espesor del recubrimiento es de 0,05 a 5 mils (1,3 a 127 micrómetros), tal como de 0,05 a 3,0 mils (de 1,3 a 76,2 micrómetros). La composición de recubrimiento después puede calentarse. En la operación de curado, los disolventes se dirigen fuera y los componentes reticulables de la composición, si los hubiera, se reticulan. La operación de calentamiento y curado en ocasiones se realiza a una temperatura en el intervalo de 160 a 350 °F (de 71 a 177 °C) pero, si fuera necesario, pueden usarse temperaturas menores o mayores.

Como se ha indicado, ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención se refieren a composiciones de imprimación tales como "imprimadores de ataque", mientras que otras realizaciones de la presente invención se refieren a composiciones de pretratamiento de sustrato metálico. En cualquier caso, tales composiciones a menudo se extienden por encima con un sistema de recubrimiento protector y decorativo, tal como un recubrimiento superior monocapa o una combinación de una composición de recubrimiento de base pigmentada y una composición de recubrimiento transparente, es decir, un sistema color-más-transparente. Como resultado, la presente invención se refiere también a recubrimientos compuestos multicomponente que comprenden al menos una capa de recubrimiento depositada desde una composición de recubrimiento de la presente invención. En ciertas realizaciones, las composiciones de recubrimiento compuestas multicomponente de la presente invención comprenden una composición formadora de película de recubrimiento base que sirve como el recubrimiento base (a menudo un recubrimiento de color pigmentado) y una composición formadora de película aplicada sobre el recubrimiento de base que sirve como recubrimiento superior (a menudo un recubrimiento transparente o claro).

En estas realizaciones de la presente invención, la composición de recubrimiento a partir de la cual se deposita el recubrimiento base y/o el recubrimiento superior puede comprender, por ejemplo, cualquiera de las composiciones de recubrimiento base o superior convencionales conocidas por los expertos en la materia, por ejemplo, de la formulación de composiciones de recubrimiento OEM de automoción, composiciones de recubrimiento de acabado de automoción, composiciones de recubrimiento industriales, composiciones de recubrimiento arquitectónicas, composiciones de recubrimiento de bobinas y composiciones de recubrimiento aeroespaciales, entre otras. Tales composiciones normalmente incluyen una resina formadora de película que puede incluir, por ejemplo, un polímero acrílico, un poliéster y/o un poliuretano. Las resinas formadoras de película ejemplares se divulgan en la Patente de Estados Unidos n.º 4.220.679, en col. 2 línea 24 en col. 4, línea 40; así como en la Patente de Estados Unidos n.º 4.403.003, Patente de Estados Unidos n.º 4.147.679 y Patente de Estados Unidos n.º 5.071.904.

La presente invención se refiere también a sustratos tales como sustratos metálicos, al menos parcialmente recubiertos con una composición de recubrimiento de la presente invención así como sustratos, tal como sustratos metálicos, al menos parcialmente recubiertos con un recubrimiento compuesto multicomponente de la presente invención.

En muchos casos, las composiciones de recubrimiento de la presente invención, cuando se depositan sobre al menos una porción de un sustrato metálico seleccionado de acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y aluminio y curado, producen un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que el mismo sustrato exhibiría cuando está al menos parcialmente recubierto en las mismas condiciones con una composición de recubrimiento similar que no incluye las partículas resistentes a la corrosión descritas anteriormente. En algunos casos, las composiciones de recubrimiento de la presente invención, cuando se depositan sobre al menos una porción de dos sustratos metálicos seleccionados de acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y aluminio y se curan, producen un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presentan los dos mismos sustratos cuando se recubren al menos parcialmente en las mismas condiciones por una composición de recubrimiento similar que no incluye las partículas resistentes a la corrosión descritas anteriormente. En algunos casos las composiciones de recubrimiento de la presente invención, cuando se depositan sobre al menos una porción de un acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y sustrato de aluminio y se curan, producen un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presentan los tres mismos sustratos cuando se recubren al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición de recubrimiento similar que no incluye las partículas resistentes a la corrosión descritas anteriormente.

Como resultado, ciertas realizaciones de la presente invención se refieren a composiciones de recubrimiento que comprenden partículas resistentes a la corrosión seleccionadas de: (i) partículas de óxido de magnesio que tienen un tamaño de partícula primaria promedio de no más de 100 nanómetros; (ii) partículas que comprenden una red de óxido inorgánico que comprenden uno o más óxidos inorgánicos; y/o (iii) partículas modificadas químicamente que tienen un tamaño de partícula primaria promedio de no más de 500 nanómetros, y en las que las partículas resistentes a la corrosión están presentes en la composición en una cantidad suficiente para dar como resultado una composición que, cuando se deposita sobre al menos una porción de un sustrato metálico seleccionado de acero

laminado en frío, acero electrogalvanizado y aluminio y se cura, produce un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presenta el mismo sustrato cuando se recubre al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición de recubrimiento similar que no incluye las partículas resistentes a la corrosión.

5 En ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión están presentes en la composición en una cantidad suficiente para dar como resultado una composición que, cuando se deposita sobre al menos una porción de dos sustratos metálicos seleccionados de acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y aluminio y se cura, produce un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión mayores que las propiedades de resistencia a la
10 corrosión que presentan los dos mismos sustratos cuando se recubren al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición de recubrimiento similar que no incluye las partículas resistentes a la corrosión. En otras realizaciones más, tales partículas están presentes en la composición en una cantidad suficiente para dar como resultado una composición que, cuando se deposita sobre al menos una porción de un acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y sustrato de aluminio y se cura, produce un sustrato que presenta propiedades de
15 resistencia a la corrosión mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presenta el mismo sustrato cuando se recubre al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición de recubrimiento similar que no incluye las partículas resistentes a la corrosión.

20 Como se usa en este documento, la expresión "propiedades de resistencia a la corrosión" se refiere a la medición de la prevención de la corrosión sobre un sustrato metálico utilizando el ensayo descrito en ASTM B117 (Ensayo de Pulverización de Sal). En este ensayo, el sustrato recubierto se raya con un cuchillo para exponer el sustrato metálico sin recubrir. El sustrato rayado se coloca en una cámara de ensayo donde la solución acuosa de sal se nebuliza continuamente sobre el sustrato. La cámara se mantiene a una temperatura constante. El sustrato recubierto se expone al entorno de pulverización de sal durante un periodo de tiempo especificado, tal como 500 o
25 1000 horas. Después de la exposición, el sustrato recubierto se retira de la cámara de ensayo y se evalúa su corrosión a lo largo de la raya. La corrosión se mide mediante "fluencia del rayado" que se define como la distancia total que la corrosión se ha desplazado a través de la raya medida en milímetros.

30 En esta solicitud, cuando se indica que un sustrato "presenta propiedades de resistencia a la corrosión mayores que" otro sustrato significa que el sustrato presenta menos fluencia del rayado (la corrosión se desplaza a través del rayado menos milímetros) en comparación con el otro sustrato. En ciertas realizaciones, las partículas resistentes a la corrosión están presentes en las composiciones de recubrimiento de la presente invención en una cantidad suficiente para dar como resultado un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión al menos un
35 15% mayores o, en algunos casos, al menos un 50% mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión presentadas por el mismo sustrato cuando está recubierto al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición de recubrimiento similar que no incluye las partículas resistentes a la corrosión.

40 Como se usa en este documento, la expresión "las mismas condiciones" significa que una composición de recubrimiento (i) se deposita sobre el sustrato a un espesor de película igual o similar que la composición con la que se está comparando y (ii) se cura en condiciones de curado iguales o similares, tal como temperatura, humedad y tiempo de curado que la composición con la que se está comparando. Como se usa en este documento, la expresión "composición de recubrimiento similar que no incluye las partículas resistentes a la corrosión" significa que una composición de recubrimiento contiene los mismos componentes en cantidades iguales o similares a la
45 composición con la que se está comparando, excepto que las partículas resistentes a la corrosión descritas en este documento, que se incluyen en las composiciones de recubrimiento de la presente invención, no están presentes y se reemplazan por partículas resistentes a la corrosión sin cromo convencionales tales como NALZIN® 2 o SHIELDDEX® AC3 (identificadas anteriormente).

50 En muchos casos, las composiciones de recubrimiento de la presente invención, cuando se depositan sobre al menos una porción de un sustrato metálico seleccionado de acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y aluminio y se curan, producen un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión similares a, o en algunos casos mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presenta el mismo sustrato cuando se recubre al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición resistente a la corrosión que
55 contiene cromo convencional. En algunos casos, las composiciones de recubrimiento de la presente invención, cuando se depositan sobre al menos una porción de dos sustratos metálicos seleccionados de acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y aluminio y se curan, se produce en un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión similares a o en algunos casos mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presentan los dos mismos sustratos cuando se recubren al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición resistente a la corrosión que contiene cromo convencional. En algunos casos, las composiciones
60 de recubrimiento de la presente invención, cuando se depositan sobre al menos una porción de un acero laminado en frío, acero electrogalvanizado y sustrato de aluminio y se curan, producen un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión similares o en algunos casos mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presentan los tres mismos sustratos cuando se recubren al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición resistente a la corrosión que contiene cromo convencional.

65 Como resultado, ciertas realizaciones de la presente divulgación se refieren a composiciones de recubrimiento que

comprenden partículas resistentes a la corrosión seleccionadas de: (i) partículas de óxido de magnesio que tienen un tamaño de partícula promedio de no más de 100 nanómetros; (ii) partículas que comprenden una red de óxido inorgánico que comprenden uno o más óxido inorgánico; y/o (iii) partículas modificadas químicamente que tienen un tamaño de partícula promedio de no más de 500 nanómetros, y en el que las partículas resistentes a la corrosión están presentes en la composición en una cantidad suficiente para dar como resultado una composición que, cuando se deposita sobre al menos una parte de un sustrato metálico seleccionado de acero laminado en frío, acero electrolgalvanizado y aluminio y se cura, produce un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión similares a, o en algunas realizaciones mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presenta el mismo sustrato cuando se recubre al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición resistente a la corrosión que contiene cromo convencional. En ciertas realizaciones, tales partículas resistentes a la corrosión están presentes en la composición en una cantidad suficiente para dar como resultado una composición que, cuando se deposita sobre al menos una porción de dos sustratos metálicos seleccionados de acero laminado en frío, acero electrolgalvanizado y aluminio y se cura, produce un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión similares a, en algunas realizaciones, mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que presentan los dos mismos sustratos cuando se recubren al menos parcialmente la mismas condiciones con una composición resistente a la corrosión que contiene cromo convencional. En otras realizaciones más, tales partículas resistentes a la corrosión están presentes en una composición en una cantidad suficiente para dar como resultado una composición que, cuando se deposita sobre al menos una porción de un acero laminado en frío, acero electrolgalvanizado y sustrato de aluminio y se cura, produce un sustrato que presenta propiedades de resistencia a la corrosión similares a o, en algunas realizaciones, mayores que las propiedades de resistencia a la corrosión que los mismos tres sustratos presentan cuando se recubren al menos parcialmente en las mismas condiciones con una composición resistente a la corrosión que contiene cromo.

En esta solicitud, cuando se indica que un sustrato "presenta propiedades de resistencia a la corrosión similares a" otro sustrato, significa que el sustrato presenta una fluencia del rayado según se mide por ASTM B117 como se ha descrito anteriormente no mayor del 10 % que el sustrato con el que se está comparando. Como se usa en este documento, la expresión "composición resistente a la corrosión que contiene cromo convencional" se refiere a composiciones de recubrimiento disponibles en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA, con los nombres comerciales D8099 y DX1791.

Como apreciarán los expertos en la materia basándose en la descripción anterior, ciertas realizaciones de la presente divulgación se refieren a métodos para potenciar la resistencia a la corrosión de un sustrato metálico, comprendiendo tales métodos recubrir al menos una porción del sustrato con un imprimador y/o el pretratamiento de la composición de recubrimiento que comprende (a) un componente promotor de la adhesión; y (b) partículas resistentes a la corrosión seleccionadas de: (i) partículas de óxido de magnesio que tienen un tamaño de partícula promedio de no más de 100 nanómetros; (ii) partículas que comprenden una red de óxido inorgánico que comprenden uno o más óxidos inorgánicos; y/o (iii) partículas modificadas químicamente que tienen un tamaño de partícula promedio de no más de 500 nanómetros, En ciertas realizaciones, tales composiciones de imprimador están sustancialmente libres de material que contiene cromo y/o comprenden también una resina formadora de película tal como un polímero de polivinilo.

Como apreciará también el experto en la materia, ciertas realizaciones de la presente divulgación se refieren a métodos para potenciar la resistencia a la corrosión de un sustrato metálico. Los métodos comprenden recubrir al menos una porción del sustrato con un imprimador y/o una composición de recubrimiento de pretratamiento que comprende (a) un componente promotor de la adhesión; y (b) partículas resistentes a la corrosión seleccionadas de: (i) partículas de óxido de magnesio que tienen un tamaño de partícula primaria promedio de no más de 100 nanómetros; (ii) partículas que comprenden una red de óxido inorgánico que comprenden uno o más óxidos inorgánicos; y/o (iii) partículas modificadas químicamente que tienen un tamaño de partícula primaria promedio de no más de 500 nanómetros.

Para ilustrar la invención se dan los siguientes ejemplos que, sin embargo, no deben considerarse limitantes de la invención a sus detalles. A menos que se indique de otra manera, todas las partes y porcentajes en los siguientes ejemplos así como a lo largo de toda la memoria descriptiva están en peso.

Ejemplos

Los siguientes Ejemplos de Partícula describen la preparación de partículas resistentes a la corrosión adecuadas para su uso en ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente invención.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 1

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 1) y se agitaron durante 15 minutos. Después, se añadió la Carga C (véase la Tabla 1) durante 5 minutos y se agitó durante 30 minutos. Después, se añadieron 300 gramos de agua y se calentaron a 40 °C. La mezcla de reacción se agitó a 40 °C durante seis horas y después se enfrió a temperatura ambiente. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 2

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 1) y se agitaron durante 15 minutos. Después, se añadió la Carga C (véase la Tabla 1) durante 5 minutos y se agitó durante 6 minutos. Después, se añadieron 300 gramos de agua y se calentaron a 40 °C. La mezcla de reacción se agitó a 40 °C durante 375 minutos y después se enfrió a temperatura ambiente. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 3

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 1) y se agitaron durante tres minutos. Después, (véase la Tabla 1) se añadió durante 5 minutos y se agitó durante 32 minutos. Después, se añadieron 200 gramos de agua y se calentaron a 40 °C. La mezcla de reacción se agitó a 40 °C durante seis horas y después se enfrió a temperatura ambiente. Después, se añadieron cinco gramos de trietilamina en 30 gramos de agua y se agitaron durante una hora. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 4

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 1) y se agitaron durante 45 minutos. Después se añadió la Carga C (véase la Tabla 1) durante 5 minutos y se agitó durante 30 minutos. Después, se añadieron 200 gramos de agua y se calentaron a 40 °C. La mezcla de reacción se agitó a 40 °C durante dos horas. Después, la Carga D, rociada con una corriente de nitrógeno continuamente, (véase la Tabla 1) se añadió durante treinta minutos y se agitó a 40 °C durante dos horas. La mezcla de reacción se enfrió a temperatura ambiente y se añadieron nueve gramos de trietilamina, y se agitaron durante noventa minutos. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 5

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la carga B (véase la Tabla 1) y se agitaron durante 85 minutos. La temperatura se elevó a 75 °C y se agitó a 75 °C durante 55 minutos. Después, la mezcla de reacción se enfrió a 50 °C y se añadió la Carga C (véase la Tabla 1) durante 5 minutos y se agitó durante 25 minutos. Después, la Carga D, rociada con una corriente de nitrógeno continuamente durante la adición, (véase la Tabla 1) se añadió durante treinta minutos y se agitó a 50 °C durante 375 minutos. La mezcla de reacción se enfrió a temperatura ambiente y el sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

TABLA 1

	Ejemplo de Partícula 1	Ejemplo de Partícula 2	Ejemplo de Partícula 3	Ejemplo de Partícula 4	Ejemplo de Partícula 5
<u>Carga A (gramos)</u>					
Agua desionizada	200,0	200,0	200,0	200,0	800
<u>Carga B (gramos)</u>					
Acetato de cerio(III)	34,0	0,0	0,0	0,0	102,0
1,5 H ₂ O ¹					
Acetato de itrio hidrato ²	0,0	26,3	0,0	0,0	0,0
Acetato de manganeso 4H ₂ O ³	0,0	0,0	24,2	0,0	0,0
Sulfato de zirconio ⁴	0,0	0,0	0,0	27,9	0,0
Acetato de cinc dihidrato ⁵	22,0	22,0	22,0	22,0	66,0
<u>Carga C (gramos)</u>					
Silano puro Silquest TEOS ⁶	48,0	48,0	48,0	48,0	144,0
Acetona	200,0	200,0	200,0	200,0	600,0
<u>Carga D (gramos)</u>					
Trietilamina				5,0	30,0
Agua desionizada				50,0	180,0

- ¹ Disponible en Prochem Inc.,
² Disponible en Aldrich
³ Disponible en Aldrich
⁴ Disponible en ICN Biomedicals Inc
⁵ Disponible en Barker Industries,
⁶ Disponible en GE silicones
⁷ Disponible en Aldrich

EJEMPLO DE PARTÍCULA 6

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 2), se calentaron a 50 °C y se agitaron durante diez minutos. Después, se añadió la Carga C (véase la Tabla 2) durante 5 minutos y se agitó durante 40 minutos. Después la Carga D, rociada con una corriente de nitrógeno continuamente durante la adición, (véase la Tabla 2) se añadió durante treinta minutos y se agitó a 50 °C durante seis horas. La mezcla de reacción se enfrió a temperatura ambiente y el sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con agua y acetona secuencialmente y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 7

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 2) y se agitaron a 50 °C durante 30 minutos. Después, la temperatura se elevó a 75 °C y se agitó durante una hora. Después, la mezcla de reacción se enfrió a 50 °C y se añadió la Carga C (véase la Tabla 2) durante 5 minutos y se agitó durante 25 minutos. Después se añadió la Carga D (véase la Tabla 2) durante treinta minutos y se agitó a 50 °C durante 320 minutos. La mezcla de reacción después se enfrió a temperatura ambiente y el sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con agua y acetona secuencialmente y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 8

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 2) y la temperatura se elevó a 75 °C y se agitó durante una hora. Después, la mezcla de reacción se enfrió a 50 °C, y la Carga C (véase la Tabla 2) se añadió durante 5 minutos y se agitó durante 35 minutos. Después, la Carga D, rociada con una corriente de nitrógeno continuamente durante la adición, (véase la Tabla 2) se añadió durante treinta minutos y se agitó a 50 °C durante seis horas. La mezcla de reacción se enfrió a temperatura ambiente y el sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con agua y acetona secuencialmente y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 9

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadió la Carga A (véase la Tabla 1) y se agitó a 50 °C. Después, se añadieron la Carga B y la Carga C (véase la Tabla 2) durante dos horas simultáneamente. Después, la mezcla de reacción se agitó a 50 °C durante tres horas. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con agua y acetona secuencialmente y se secó a temperatura ambiente durante 48 horas. El sólido obtenido se molió usando mortero y maja.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 10

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadió la Carga A (véase la Tabla 2) y se agitó a 50 °C. Se añadieron la Carga B y la Carga C (véase la Tabla 2) durante dos horas simultáneamente. Después, la mezcla de reacción se agitó a 50 °C durante tres horas. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con agua y acetona secuencialmente y se secó a temperatura ambiente durante 48 horas. El sólido obtenido se molió usando mortero y maja.

TABLA 2

	Ejemplo de Partícula 6	Ejemplo de Partícula 7	Ejemplo de Partícula 8	Ejemplo de Partícula 9	Ejemplo de Partícula 10
Carga A (gramos)					
Agua desionizada	676,0	400,0	3200,0	300,0	300,0
Carga B					
Acetato de cerio(III) 1,5H ₂ O ¹	51,0	51,0	408,0	51,0	51,0
Acetato de cinc dihidrato ²	33,0	33,0	264,0	33,0	33,0

Ácido sulfúrico ~36N ³	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
Agua desionizada	0,0	0,0	0,0	740,0	740,0
Carga C (gramos)					
Silano puro Silquest TEOS ⁴	144,0	72,0	576,0	0,0	0,0
Acetona	300,0	300,0	2400,0	0,0	0,0
Solución de silicato de sodio ⁵				94,0	94,0
Carga D (gramos)					
Trietilamina ⁶	15,0	0,0	120,0		
Hidróxido de amonio ⁷	0,0	16,6	0,0		
Agua desionizada	90,0	90,0	720,0		
¹ Disponible en Prochem Inc., ² Disponible en Barker Industries ³ Disponible en Fischer Scientific ⁴ Disponible en GE silicones ⁵ Solución acuosa al 30 % de sólidos; disponible en PPG Industries ⁶ Disponible en Fisher Scientific ⁷ Disponible en Mallinckrodt					

EJEMPLO DE PARTÍCULA 11

- 5 Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 3) y se agitaron durante 30 minutos. Después, la temperatura se elevó a 50 °C y se agitó durante 105 minutos. Después, se añadieron 100 gramos de agua y la mezcla de reacción se calentó a 60 °C y se agitó durante 45 minutos. Después, la fuente de calor se retiró. A una temperatura de reacción de 34 °C, se añadió la Carga C (véase la Tabla 3) durante cinco minutos. La mezcla de reacción se agitó durante 30 minutos a 30 °C. La
- 10 Carga D, rociada con una corriente de nitrógeno continuamente durante la adición, (véase la Tabla 3) se añadió durante 30 minutos y se agitó a 30 °C durante 260 minutos. La mezcla de reacción se enfrió a temperatura ambiente y el sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó en condiciones ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 12

- 15 Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 3) y se agitaron durante 20 minutos. Después, se añadieron 100 gramos de agua y la mezcla de reacción se calentó a 60 °C y se agitó durante una hora. Después, la fuente de calor se retiró. A una temperatura de reacción de 48 °C, se añadió la Carga C (véase la Tabla 3) durante dos minutos. La mezcla de
- 20 reacción se agitó durante tres horas mientras se enfriaba a 26 °C. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 13

- 25 Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 3), se calentó a 40 °C y se agitó durante 45 minutos. Después, la temperatura se elevó a 50 °C y se agitó durante 105 minutos. La fuente de calor se retiró y a una temperatura de reacción de 38 °C, se añadió la Carga C (véase la Tabla 3) durante dos minutos. La mezcla de reacción se agitó durante dos horas mientras se enfriaba a 26 °C. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó a
- 30 temperatura ambiente.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 14

- 35 Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 3) y se agitaron durante 15 minutos. Después, la temperatura se elevó a 50 °C. Se añadió la Carga C (véase la Tabla 3) durante cinco minutos y se agitó durante 30 minutos. La Carga D, rociada con una corriente de nitrógeno continuamente durante la adición, (véase la Tabla 3) se añadió durante 30 minutos y se agitó a 50 °C durante cuatro horas. La mezcla de reacción se enfrió a temperatura ambiente y el sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con agua y acetona secuencialmente y se secó a temperatura ambiente durante 24
- 40 horas.

TABLA 3

	Ejemplo de Partícula 11	Ejemplo de Partícula 12	Ejemplo de Partícula 13	Ejemplo de Partícula 14
Carga A (gramos)				
Agua desionizada	200,0	200,0	200,0	300,0
Carga B (gramos)				
Acetato de cerio (III) 1,5 H ₂ O ¹	34,0	34,0	34,0	0,0
Acetato de cinc dihidrato ²	22,0	22,0	22,0	33,0
Acetato de magnesio (II). 4H ₂ O ³	21,2	21,2	0,0	31,8
Carga C (gramos)				
Silano puro Silquest TEOS ⁴	48,0	0,0	0,0	72,0
Acetona	200,0	0,0	0,0	300,0
Ácido fosfórico al 85 % ⁵	0,0	40,3	0,0	0,0
Metasilicato de sodio ⁶	0,0	0,0	48,0	0,0
Agua desionizada	0,0	50,0	100,0	0,0
Carga D (gramos)				
Trietilamina ⁷	10,0			15,0
Agua desionizada	60,0			90,0
1 Disponible en Prochem Inc., 2 Disponible en Barker Industries 3 Disponible en Acros Organics 4 Disponible en GE silicones 5 Disponible en Fisher Scientific 6 Disponible en Aldrich 7 Disponible en Fisher Scientific				

EJEMPLO DE PARTÍCULA 15

A un matraz de reacción, se le añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 3a) y se agitaron durante 15 minutos. Después, se añadió la Carga C (véase la Tabla 3a) durante cinco minutos y se agitó durante 150 minutos. Después, se añadieron 20 gramos de agua desionizada y se agitaron durante 40 minutos. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con agua y acetona secuencialmente y se secó con aire durante 24 horas.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 16

Un matraz de reacción se equipó con un agitador, un termopar y un condensador. Se añadieron la Carga A y la Carga B (véase la Tabla 3a), se calentaron a 50 °C y se agitaron durante una hora. Después, la Carga C (véase la Tabla 3a) se añadió durante 5 minutos y se agitó durante 30 minutos. Después, la Carga D, rociada con una corriente de nitrógeno continuamente durante la adición, (véase la Tabla 3a) se añadió durante 30 minutos y se agitó durante tres horas. El sólido precipitado se retiró por filtración, se lavó con acetona y se secó a temperatura ambiente durante 24 horas.

TABLA 3a

	Ejemplo de Partícula 15	Ejemplo de Partícula 16
Carga A (gramos)		
Agua desionizada	50,0	800
Carga B (gramos)		
Acetato de cerio (III) 1,5H ₂ O ¹	8,8	51,0
Acetato de cinc dihidrato ²	4,8	99,0
Carga C (gramos)		
Silano puro Silquest TEOS ³	0,0	144,0
Acetona	0,0	600,0
Laponite RD4	20,0	
Carga D (gramos)		
Trietilamina ⁵		30,0
Agua desionizada		180,0

- ¹ Disponible en Prochem Inc.,
² Disponible en Barker Industries
³ Disponible en GE silicones
⁴ Arcilla sintética disponible en Southern Clay Products, Inc.
⁵ Disponible en Fisher Scientific

EJEMPLO DE PARTÍCULA 17

Un recipiente de reacción adecuado equipado para destilación al vacío se lavó con nitrógeno gaseoso. Al matraz se añadieron 1600 gramos de Snowtex O (una solución al 20 % de sílice coloidal en agua disponible en Nissan Chemical). Se añadió al matraz una mezcla de 6,5 gramos de metacrilato de trimetoxisililpropilo en 154 gramos de agua con el pH ajustado a 5,0 con ácido acético durante 5 minutos a temperatura ambiente. La mezcla se agitó durante 45 minutos a temperatura ambiente. Después se añadieron 64 gramos de vinil trimetoxisilano a la mezcla de reacción durante 5 minutos. La mezcla de reacción se agitó de nuevo durante 45 minutos a temperatura ambiente. Después se añadió un total de 1280 gramos de butil Cellosolve a la mezcla de reacción durante aproximadamente 20 minutos a temperatura ambiente. La mezcla se agitó de nuevo durante 45 minutos a temperatura ambiente. La mezcla se calentó lentamente a 90 °C y se destiló al vacío. Se retiró un total de 1679 gramos de destilado. La mezcla final era una mezcla de baja viscosidad ligeramente turbia, con aproximadamente 29 % de sólidos según se mide a 110 °C durante 60 minutos.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 18

Se prepararon partículas usando un sistema de plasma térmico DC. El sistema de plasma incluía una antorcha de plasma DC (Pistola de Pulverización de Plasma Modelo SG-100 disponible en el mercado en Praxair Technology, Inc., Danbury, Connecticut) que funcionaba a 80 litros normales por minuto de argón como gas portador y 24 kilovatios de potencia suministrados a la antorcha. Se preparó una composición de alimentación de precursor líquido que comprendía los materiales y cantidades indicados en la Tabla 4 y se alimentó al reactor a una tasa de 5 gramos por minuto a través de un nebulizador de líquido asistido con gas localizado a 9,40 cm (3,7 pulgadas) aguas abajo de la salida de la antorcha de plasma. En el nebulizador, se suministró una mezcla de 4,9 litros normales por minuto de argón y 10,4 litros normales por minuto de oxígeno para ayudar en la atomización de los precursores líquidos. El oxígeno adicional a 28 litros normales por minutos se suministró a través de una boquilla de 3,18 mm (1/8 pulgadas) de diámetro localizada a 180° de distancia del nebulizador. Siguiendo una sección del reactor de 15,24 cm (6 pulgadas) de longitud, se proporcionó una pluralidad de puertos de inyección de corriente de inactivación que incluían boquillas de 1,91 cm (6/8 pulgadas) de diámetro localizadas a 60° de distancia radialmente. Se proporcionó una boquilla convergente-divergente de 10 milímetros de diámetro del tipo descrito en la Patente de Estados Unidos n.º RE 37.853E 10,16 cm (4 pulgadas) aguas abajo del puerto de inyección de la corriente de inactivación. El aire de inactivación se inyectó a través de la pluralidad de puertos de inyección de la corriente de inactivación a una velocidad de 100 litros normales por minutos.

TABLA 4

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	271 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	254 gramos
Tetraetoxisilano ³	1046 gramos
¹ Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	
² Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	
³ Disponible en el mercado en Sigma Aldrich Co., St. Louis, Missouri.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 10 por ciento en peso de óxido de cerio, 15 por ciento en peso de óxido de cinc y 75 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 170 metros cuadrados por gramo usando un analizador Gemini modelo 2360 (disponible en Micromeritics Instrument Corp., Norcross, Georgia) y el diámetro esférico equivalente calculado era de 13 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 19

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 5.

TABLA 5

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	81 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	355 gramos
Tetraetoxisilano ³	1062 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 3 por ciento en peso de óxido de cerio, 21 por ciento en peso de óxido de cinc y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 181 metros cuadrados por gramo usando un analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 13 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 20

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 6.

TABLA 6

Material	Cantidad
Metóxido de calcio ⁴	116 gramos
Butanol	116 gramos
Ácido 2-etilhexanoico	582 gramos
Tetraetoxisilano ³	820 gramos

⁴ Disponible en el mercado en Sigma Aldrich Co., St. Louis, Missouri.

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 21 por ciento en peso de óxido de calcio y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 181 metros cuadrados por gramo usando un analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 14 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 21

Se prepararon partículas a partir de los precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 7.

TABLA 7

Material	Cantidad
Metóxido de calcio ⁴	55 gramos
Butanol	55 gramos
Ácido 2-etilhexanoico	273 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	160 gramos
Tetraetoxisilano ³	809 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 10 por ciento en peso de óxido de calcio, 12,3 por ciento en peso de óxido de cinc y 77,7 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 163 metros cuadrados por gramo usando un analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 15 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 22

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 8.

TABLA 8

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cinc ²	393 gramos
Trietilfosfato ³	137 gramos
Tetraetoxisilano ³	889 gramos

⁵ Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 13,3 por ciento en peso de óxido de fósforo, 22,7 por ciento en peso de óxido de cinc y 64 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de

81 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 28 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 23

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 9.

TABLA 9

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cinc ²	389 gramos
Trietilfosfato ⁵	411 gramos
Tetraetoxisilano ³	521 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 22,5 por ciento en peso de óxido de fósforo, 40 por ciento en peso de óxido de cinc y 37,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 37 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 61 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 24

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 10.

TABLA 10

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cinc ²	398 gramos
Tetraetoxisilano ³	1069 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 23 por ciento en peso de óxido de cinc y 77 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 121 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 19 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 25

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 11.

TABLA 11

Material	Cantidad
2,4-Pentanodionato de litio ⁶	28 gramos
Metanol	240 gramos
2-Etilhexanoato de cinc	389 gramos
Trietilfosfato ⁵	513 gramos
Tetraetoxisilano ³	382 gramos

⁶ Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 1 por ciento en peso de óxido de litio, 50 por ciento en peso de óxido de fósforo, 22,5 por ciento en peso de óxido de cinc y 27,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 33 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 67 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 26

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 12.

TABLA 12

Material	Cantidad
Butóxido de itrio ¹	195 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	358 gramos
Trietilfosfato ³	41 gramos
Etanol	50 gramos
Tetraetoxisilano ³	1004 gramos
¹ Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 3 por ciento en peso de óxido de itrio, 4 por ciento en peso de óxido de fósforo, 20,7 por ciento en peso de óxido de cinc y 72,3 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 227 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 10 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 27

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 13.

TABLA 13

Material	Cantidad
Butóxido de itrio ¹	195 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	363 gramos
Tetraetoxisilano ³	1056 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 3 por ciento en peso de óxido de itrio, 21 por ciento en peso de óxido de cinc y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 202 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 (disponible en Micromeritics Instrument Corp., Norcross, Georgia) y el tamaño de partícula primaria promedio calculado era de 11 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 28

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 14.

TABLA 14

Material	Cantidad
Bis(2,4-pentanodionato) de óxido de molibdeno ⁸	91 gramos
Metanol	906 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	185 gramos
Tetraetoxisilano ³	1101 gramos
⁸ Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 10 por ciento en peso de óxido de molibdeno, 10,7 por ciento en peso de óxido de cinc y 79,3 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 222 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 11 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 29

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicadas en la Tabla 15.

TABLA 15

Material	Cantidad
Bis(2,4-pentanodioato) de óxido de molibdeno ⁸	27 gramos
Metanol	272 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	334 gramos
Tetraetoxisilano ³	1079 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 3 por ciento en peso de óxido de molibdeno, 19,3 por ciento en peso de óxido de cinc y 77,7 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 238 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 10 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 30

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 16.

TABLA 16

Material	Cantidad
Trimetoxiboroxina ⁹	167 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	188 gramos
Tetraetoxisilano ³	405 gramos
Hexanos ¹⁰	152 gramos
Metil etil cetona	365 gramos
⁹ Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	
¹⁰ Disponible en el mercado en Sigma Aldrich Co., St. Louis, Missouri.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 20 por ciento en peso de óxido de boro, 21,7 en peso de óxido de cinc y 58,3 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 184 metros cuadrados por gramo usando un analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 13 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 31

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 17.

TABLA 17

Material	Cantidad
Trimetoxiboroxina ⁹	251 gramos
Sec-butóxido de aluminio ¹¹	413 gramos
Tetraetoxisilano ³	536 gramos
¹¹ Disponible en el mercado en Chattem Chemicals, Inc., Chattanooga, Tennessee.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 20 en peso de óxido de boro, 28,5 por ciento en peso de óxido de aluminio y 51,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 88 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 28 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 32

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 18.

TABLA 18

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	20 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	389 gramos
Tetraetoxisilano ³	1066 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 22,5 por ciento en peso de óxido de cinc, 0,75 por ciento en peso de óxido de cerio y 76,75 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 218 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 10 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 33

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 19.

TABLA 19

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	41 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	375 gramos
Tetraetoxisilano ³	1067 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 21,7 por ciento en peso de óxido de cinc, 1,5 por ciento en peso de óxido de cerio y 76,8 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 190 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 12 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 34

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 20.

TABLA 20

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	81 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	355 gramos
Tetraetoxisilano ³	1062 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 20,5 por ciento en peso de óxido de cinc, 3,0 por ciento en peso de óxido de cerio y 76,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 152 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 15 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 35

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 21.

TABLA 21

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	163 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	311 gramos
Tetraetoxisilano ³	1056 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 18 por ciento en peso de óxido de cinc, 6 por ciento en peso de óxido de cerio y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 143 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 16 nanómetros. Se preparó una micrografía de una imagen TEM de una parte representativa de las partículas (aumento 50.000x). La micrografía se preparó pesando de 0,2 a 0,4 gramos de las partículas y añadiendo estas partículas al metanol presente en una cantidad suficiente para producir una densidad de partículas adecuada en una cuadrícula TEM. La mezcla se colocó en un sonicator durante 20 minutos y después se dispersó sobre una cuadrícula TEM de 3 milímetros recubierta con una película de carbono usando una pipeta desechable. Después de permitir que el metanol se evaporara, la cuadrícula se cargó en un portaobjetos que después se insertó en un instrumento TEM.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 36

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18, excepto que los materiales de alimentación y cantidades son los que se muestran en la Tabla 22, la entrada de potencia de plasma era 12 kilovatios en lugar de 24 kilovatios y el caudal de aire de inactivación era 30 litros normales en lugar de 100 litros normales por minuto.

TABLA 22

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	81 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	355 gramos
Tetraetoxisilano ³	1062 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 20,5 por ciento en peso de óxido de cinc, 3 por ciento en peso de óxido de cerio y 76,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 95 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 24 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 37

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 23.

TABLA 23

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	81 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	254 gramos
Butóxido de itrio ¹	195 gramos
Bis(2,4-pentanodionato) de óxido de molibdeno ⁸	27 gramos
Tetraetoxisilano ³	1060 gramos
Metanol	272 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 14,7 en peso de óxido de cinc, 3 por ciento en peso de óxido de cerio, 3 por ciento en peso de óxido de molibdeno, 3 por ciento en peso de óxido de itrio y 76,3 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 157 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 15 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 38

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 24.

TABLA 24

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	271 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	254 gramos
Tetraetoxisilano ³	1046 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 14,7 por ciento en peso de óxido de cinc, 10 por ciento en peso de óxido de cerio y 75,3 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 130 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 17 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 39

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 25.

TABLA 25

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	81 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	355 gramos
Tetraetoxisilano ³	1062 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 20,5 por ciento en peso de óxido de cinc, 3 por ciento en peso de óxido de cerio y 76,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 114 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 20 nanómetros. Se preparó una imagen TEM de una parte representativa de las partículas (aumento 50.000x) de la manera descrita en el Ejemplo de Partícula 35. El tamaño de partícula primaria promedio calculado a partir de la imagen TEM era de 18,7 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 40

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 26.

TABLA 26

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	81 gramos
Sec-butóxido de aluminio ¹¹	522 gramos
Tetraetoxisilano ³	972 gramos

- 5 Las partículas producidas tenían una composición teórica de 27 por ciento en peso de óxido de aluminio, 3 por ciento en peso de óxido de cerio y 70 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 138 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 17 nanómetros. Se preparó una micrografía de una imagen TEM de una parte representativa de las partículas (aumento de 100.000x) de la manera descrita en el Ejemplo de Partícula 35. El tamaño de partícula
- 10 primaria promedio calculado a partir de la imagen TEM era de 18,8 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 41

- 15 Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18, excepto que los materiales de alimentación y cantidades son los que se muestran en la Tabla 27, el diámetro de la boquilla convergente-divergente era 15 milímetros en lugar de 10 milímetros, la entrada de potencia de plasma era 12 kilovatios en lugar de 24 kilovatios y el caudal de aire de inactivación era de 30 litros normales por minuto en lugar de 100 litros normales por minuto.

TABLA 27

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	271 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	254 gramos
Tetraetoxisilano ³	1046 gramos

- 20 Las partículas producidas tenían una composición teórica de 20,5 en peso de óxido de cinc, 3 por ciento en peso de óxido de cerio y 76,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 98 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 23 nanómetros.
- 25

EJEMPLO DE PARTÍCULA 42

- 30 Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18, excepto que los materiales de alimentación y cantidades son los que se muestran en la Tabla 28 y el diámetro de la boquilla convergente divergente era de 15 milímetros en lugar de 10 milímetros.

TABLA 28

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	271 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	254 gramos
Tetraetoxisilano ³	1046 gramos

- 35 Las partículas producidas tenían una composición teórica de 14,7 por ciento en peso de óxido de cinc, 10 por ciento en peso de óxido de cerio y 75,3 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 196 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 11 nanómetros.
- 40

EJEMPLO DE PARTÍCULA 43

- 45 Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18, excepto que los materiales de alimentación y cantidades son los que se muestran en la Tabla 29, el diámetro de la boquilla convergente-divergente era de 15 milímetros en lugar de 10 milímetros, la entrada de potencia de plasma era 12 kilovatios en lugar de 24 kilovatios, y el caudal de aire de inactivación era 30 litros normales en lugar de 100 litros normales por minuto.

TABLA 29

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	81 gramos

2-Etilhexanoato de cinc ²	355 gramos
Tetraetoxisilano ³	1062 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 20,5 por ciento en peso de óxido de cinc, 3 por ciento en peso de óxido de cerio y 76,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 114 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 20 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 44

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18, excepto que los materiales de alimentación y cantidades son los que se muestran en la Tabla 30 y el diámetro de la boquilla convergente divergente era de 15 milímetros en lugar de 10 milímetros.

TABLA 30

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	81 gramos
Trimetoxiboroxina ⁹	355 gramos
Tetraetoxisilano ³	1062 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 20,5 por ciento en peso de óxido de cinc, 3 por ciento en peso de óxido de cerio y 76,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 229 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 10 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 45

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 31.

TABLA 31

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	163 gramos
Trimetoxiboroxina ⁹	99 gramos
Tetraetoxisilano ³	583 gramos
Metil etil cetona	365 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 10 por ciento en peso de óxido de boro, 6 por ciento en peso de óxido de cerio y 84 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 124 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 19 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 46

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 32.

TABLA 32

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	163 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	156 gramos
Trimetoxiboroxina ⁹	99 gramos
Tetraetoxisilano ³	458 gramos
Hexanos ¹⁰	152 gramos
Metil etil cetona	365 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 18 por ciento en peso de óxido de cinc, 10 por ciento en peso de óxido de boro, 6 por ciento en peso de óxido de cerio y 66 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 143 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 17 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 47

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 33.

TABLA 33

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	389 gramos
Trietilfosfato ⁵	411 gramos
Tetraetoxisilano ³	521 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 22,5 por ciento en peso de óxido de cinc, 40 por ciento en peso de óxido de fósforo y 37,5 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 84 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 27 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 48

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 34.

TABLA 34

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	163 gramos
Tetraetoxisilano ³	1306 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 6 por ciento en peso de óxido de cerio y 94 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 156,2 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 14 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 49

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 35.

TABLA 35

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	163 gramos
Tetraetoxisilano ³	1306 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 6 por ciento en peso de óxido de cerio y 94 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 240 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 11 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 50

Se prepararon partículas usando un sistema de plasma térmico DC que incluía una antorcha de plasma DC (Pistola de Pulverización de Plasma Modelo SG-100 disponible en el mercado en Praxair Technology, Inc., Danbury, Connecticut) que funcionaba con 60 litros normales por minuto de gas portador argón y 25 kilovatios de potencia suministrados a la antorcha. Se preparó una composición de alimentación de precursor sólido que comprendía los materiales y cantidades indicados en la Tabla 36 y se alimentó al reactor a una velocidad de 2,5 gramos por minuto a través de un alimentador de potencia asistido por gas (Modelo 1264 disponible en el mercado en Praxair Technology) localizado en la salida de la antorcha de plasma. En el alimentador de potencia, se suministraron 3,8 litros normales por minuto de argón como gas portador. Se suministró oxígeno a 7 litros normales por minutos a través de dos boquillas de 3,18 mm (1/8 pulgadas) de diámetro localizadas a 180° de distancia a 1,75 cm (0,69 pulgadas) aguas abajo del puerto de inyección de potencia. Siguiendo una sección del reactor de 19,56 cm (7,7 pulgadas) de longitud, se proporcionaron una pluralidad de puertos de inyección de la corriente de inactivación que incluían boquillas de 1,91 cm (6/8 pulgadas) de diámetro localizadas a 60° de distancia radialmente. Una boquilla convergente-divergente de 7 milímetros de diámetro del tipo descrito en la Patente de Estados Unidos n.º RE 37.853E se localizó a 7,62 cm (3 pulgadas) aguas abajo de los puertos de inyección de la corriente de inactivación. Se inyectó aire de inactivación a través de la pluralidad de puertos de inyección de la corriente de inactivación a una velocidad de 30 litros normales por minutos.

TABLA 36

Material	Cantidad
Acetato de cerio ¹²	33,2 gramos
Óxido de cinc ¹³	54 gramos
Sílice ¹⁴	228 gramos
¹² Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	
¹³ Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	
¹⁴ Disponible en el mercado con el nombre comercial WB-10 de PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 6 por ciento en peso de óxido de cerio, 18 por ciento en peso de óxido de cinc y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 105 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 23 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 51

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 37.

TABLA 37

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	163 Gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	311 gramos
Tetraetoxisilano ³	1056 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 6 por ciento en peso de óxido de cerio, 18 por ciento en peso de óxido de cinc y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 134 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 17 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 52

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 38.

TABLA 38

Material	Cantidad
Metóxido de calcio ⁴	116 gramos
Butanol	116 gramos
Ácido 2-etilhexanoico ¹⁵	582 gramos
Tetraetoxisilano ³	820 gramos
¹⁵ Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 21,3 por ciento en peso de óxido de calcio y 78,7 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 116 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 21 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 53

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 39.

TABLA 39

Material	Cantidad
Metóxido de calcio ⁴	55 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	160 gramos
Tetraetoxisilano ³	809 gramos
Butanol	55 gramos
Ácido 2-etilhexanoico ¹⁵	273 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 10 por ciento en peso de óxido de calcio, 12,3 por ciento en peso de óxido de cinc y 77,7 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 124 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 19 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 54

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 40.

TABLA 40

Material	Cantidad
2-Etilhexanoato de cerio ¹	163 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	311 gramos
Tetraetoxisilano ³	1056 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 6 por ciento en peso de óxido de cerio, 18 en peso de óxido de cinc y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 135 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 17 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 55

Se prepararon partículas a partir de precursores sólidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 50 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 41.

TABLA 41

Material	Cantidad
Acetato de cerio ¹²	33,2 gramos
Sílice ¹⁴	282 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 6 por ciento en peso de óxido de cerio y 94 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 156 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 15 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 56

Se prepararon partículas a partir de precursores sólidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 50 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 42.

TABLA 42

Material	Cantidad
Óxido de cinc ¹³	54 gramos
Sílice ¹⁴	246 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 18 por ciento en peso de óxido de cinc y 82 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 107 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 22 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 57

Se prepararon partículas a partir de precursores sólidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 50 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 43.

TABLA 43

Material	Cantidad
Acetato de cerio ¹²	8,3 gramos
Óxido de cinc ¹³	65,1 gramos
Sílice ¹⁴	230,4 gramos

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 1,5 por ciento en peso de óxido de cerio, 21,7 por

ciento en peso de óxido de cinc y 76,8 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 106 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 22 nanómetros.

5 EJEMPLO DE PARTÍCULA 58

Se prepararon partículas a partir de precursores sólidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 50 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 44.

10

TABLA 44

Material	Cantidad
Acetato de cerio ¹²	55,2 gramos
Óxido de cinc ¹³	44,1 gramos
Sílice ¹⁴	225,9 gramos

15

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 10 por ciento en peso de óxido de cerio, 14,7 por ciento en peso de óxido de cinc y 75,3 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 93 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 24 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 59

20

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18 y los materiales de alimentación y cantidades indicados en la Tabla 45.

TABLA 45

Material	Cantidad
Metóxido de calcio ⁴	116 gramos
Butanol	116 gramos
Ácido 2-etilhexanoico	582 gramos
Tetraetoxisilano ³	820 gramos

25

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 21 por ciento en peso de óxido de calcio y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 162 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 15 nanómetros.

30 EJEMPLO DE PARTÍCULA 60

Se prepararon partículas a partir de precursores líquidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 18, excepto que la composición de alimentación de reactivo líquido comprendió los materiales y cantidades indicados en la Tabla 46.

35

TABLA 46

Material	Cantidad
Butóxido de itrio ⁷	195 gramos
2-Etilhexanoato de cinc ²	363 gramos
Tetraetoxisilano ³	1056 gramos

40

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 3 por ciento en peso de óxido de itrio, 21 por ciento en peso de óxido de cinc y 76 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 181 metros cuadrados por gramo usando un analizador Gemini modelo 2360 y el tamaño de partícula primaria promedio calculado era de 13 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 61

45

Se prepararon partículas a partir de precursores sólidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 50, excepto que el aire de inactivación se inyectó en los puertos de inyección de gas de inactivación a una velocidad de 100 litros normales por minuto y los materiales de alimentación y cantidades se indican en la Tabla 47.

50

TABLA 47

Material	Cantidad
Óxido de magnesio ^{##1}	25 gramos
Sílice ¹⁴	75 gramos
^{##1} Disponible en el mercado en Sigma Aldrich Co., St. Louis, Missouri.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 25 por ciento en peso de óxido de magnesio y 75 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 162 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 15 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 62

Se prepararon partículas a partir de precursores sólidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 50, excepto que el aire de inactivación se inyectó en los puertos de inyección de gas de inactivación a una velocidad de 100 litros normales por minuto, se suministraron 15 kilovatios de potencia a la antorcha y los materiales de alimentación y cantidades se indican en la Tabla 48.

TABLA 48

Material	Cantidad
Óxido de estaño (IV) ^{##2}	60 gramos
Sílice ¹⁴	40 gramos
^{##2} Disponible en el mercado en Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 60 por ciento en peso de óxido de estaño y 40 por ciento en peso de sílice. El área superficial específica B.E.T. medida era de 161 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 7 nanómetros.

EJEMPLO DE PARTÍCULA 63

Se prepararon partículas a partir de precursores sólidos usando el aparato y las condiciones identificadas en el Ejemplo 50, excepto que se suministraron 15 kilovatios de potencia a la antorcha, se inyectó argón de inactivación a los puertos de inyección de gas de inactivación a una velocidad de 100 litros normales por minuto, y los materiales de alimentación y cantidades se indican en la Tabla 49.

TABLA 49

Material	Cantidad
Óxido de estaño (IV) ^{##2}	80 gramos
Óxido de estaño (II) ^{##3}	20 gramos
^{##3} Disponible en el mercado en Sigma Aldrich Co., St. Louis, Missouri.	

Las partículas producidas tenían una composición teórica de 80 por ciento en peso de óxido de estaño (IV) y 20 por ciento en peso de óxido de estaño (II). El área superficial específica B.E.T. medida era de 59 metros cuadrados por gramo usando el analizador Gemini modelo 2360 y el diámetro esférico equivalente calculado era de 15 nanómetros.

Los siguientes Ejemplos de Composición de Recubrimiento describen la preparación, aplicación y ensayo de diversas composiciones de recubrimiento.

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 1A A 1E

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 50. Todos los materiales en el paquete A de la formulación se añadieron con agitación con una paleta Cowles en el orden indicado a etanol. Se mantuvieron 17,42 gramos de etanol del total hasta la preparación posterior. A continuación, la resina de poli(vinil butiral) se añadió lentamente mientras aún estaba en agitación y se dejó mezclar durante 15 minutos. Después se añadió resina epoxi. A continuación, las partículas resistentes a la corrosión, si las hubiera, y el pigmento o pigmentos se añadieron con mezcla vigorosa durante aproximadamente diez minutos. Después, se añadieron lentamente el resto del etanol y otros disolventes. Esta mezcla final se dejó mezclar durante diez minutos y después se añadió a un recipiente de vidrio sellado de 23,66 cl (8 onzas) que contenía aproximadamente 150 gramos del material anterior a aproximadamente 125 gramos de perlas de zirconia. Este recipiente sellado después se dejó en un agitador de pintura durante dos a 4 horas. Después de retirar la pasta del agitador de pintura, las perlas de molienda se retiraron por filtración con un filtro de pintura convencional y el material acabado estaba listo.

El paquete B de la formulación se preparó añadiendo los componentes a una vasija adecuada con agitación con una paleta agitadora y dejando que se mezclara durante 20 minutos. Cuando estuvo listo para pulverizar, se mezclaron las dos composiciones.

5

TABLA 50

Paquete	Material	Ejemplo 1A	Ejemplo 1B	Ejemplo 1C	Ejemplo 1D	Ejemplo 1E
A	DOWANOL PM ¹	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18
A	BLS-2700 ²	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17
A	Etanol ³	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51
A	Butvar B-90 ⁴	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
A	EPON 834-X-80 ⁵	3	3	3	3	3
A	Ejemplo de Partícula 5	-	2,26	-	-	-
A	Ejemplo de Partícula 9	-	-	2,26	-	-
A	Ejemplo de Partícula 10	-	-	-	2,26	-
A	Ejemplo de Partícula 7	-	-	-	-	2,26
A	K-White G105 ⁶	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
A	Aerosil 200 ⁷	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
A	Tolueno ⁸	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91
A	Xileno ⁹	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19
A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89
B	Etanol ³	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28
B	Butanol ¹¹	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
B	Agua Desionizada	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

¹ Monometil éter de propilenglicol disponible en el mercado en BASF Corp.

² Resina fenólica disponible en el mercado en Georgia Pacific

³ Disolvente orgánico disponible en el mercado en ChemCentral Corp.

⁴ Resina de poli (vinil butiral) disponible en el mercado en Solutia Inc.

⁵ Resina de epiclorhidrina-bisfenol A disponible en el mercado en Resolution Performance Products

⁶ Compuesto de trifosfato de aluminio disponible en el mercado en Tayca

⁷ Dióxido de silicio disponible en el mercado en Cabot Corp.

⁸ Disponible en el mercado en Ashland Chemical Co.

⁹ Disponible en el mercado en Ashland Chemical Co.

¹⁰ Disponible en el mercado en Avecia.

¹¹ Disponible en el mercado en BASF Corp.

¹² Disponible en el mercado en Akzo Chemicals Inc.

Sustratos de ensayo

- 10 Las composiciones de la Tabla 50, así como los Ejemplos 1F y 1G (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 51. Los sustratos se prepararon limpiando en primer lugar con un eliminador de cera y grasa (DX330, disponible en el mercado en PPG Industries, Inc.) y se dejaron secar. Los paneles después se intercalaron con una grava de 180 usando un arenero orbital DA y de nuevo se limpiaron con DX330. Las composiciones se aplicaron usando una pistola de pulverización DeVilbiss GTI HVLP con una punta de pulverización 1,4, N2000 Cap, y 206,8 kPa (30 psi) en la pistola. Cada composición se aplicó en dos capas con un periodo de exposición al ambiente de cinco minutos entre medias para que se formara una película de 0,50 a aproximadamente 1,25 mils (de 12,7 a 31,8 micrómetros). Se dejó transcurrir un tiempo mínimo de veinte a treinta minutos y no más de una hora antes de aplicar un sellante global de PPG Industries, Inc. D 839 sobre cada composición. El sellante se mezcló y se aplicó como un sellante húmedo sobre húmedo a aproximadamente 1,0 a 2,0 mils (25,4 a 50,8 micrómetros) de pintura y se expuso al ambiente cincuenta y cinco minutos antes de aplicar el recubrimiento base. Se aplicó el recubrimiento base de Deltron DBC, disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., sobre el sellante en dos capas con un tiempo de exposición al ambiente de cinco a diez minutos entre las capas y a un espesor de película acumulado de aproximadamente 0,5 mils (12,7 micrómetros). El recubrimiento base se expuso al ambiente aproximadamente quince minutos para que se secara antes de aplicar un recubrimiento transparente Global D893, disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., en dos capas, con cinco a diez minutos de exposición al ambiente entre las capas para que acumulara una película de 2,50 a 3,00 mils (63,5 a 76,2 micrómetros). El sellante, el recubrimiento base y el recubrimiento transparente se mezclaron según el procedimiento para estos productos recomendado por PPG Industries, Inc. Se ensayó la resistencia a pulverización de sal como se describe en ASTM B117. Los paneles se retiraron del ensayo de pulverización de sal después de 30 1000 horas y se midieron para fluencia del rayado a través de una raya. Los valores de fluencia del rayado se presentaron como un promedio de seis (6) mediciones. Los resultados se ilustran en la Tabla 51, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 51

Sustrato	Ejemplo 1A	Ejemplo 1B	Ejemplo 1C	Ejemplo 1D	Ejemplo 1E	Ejemplo 1F ¹³	Ejemplo 1G ¹⁴
Acero Laminado en Frío (APR10288)	4,3	11,1	9,5	3,9	8,3	22	0
Galvanizado G-60 (PR18661)	7,2	3,3	1,1	0	0	4,3	0
Aluminio (APR21047)	10,5	Deslaminado	Deslaminado	Deslaminado	Deslaminado	1	0

¹³D-831 disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA.

¹⁴Imprimador de Ataque de Secado Rápido y Corrosión D8099 disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA.

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 2A A 2F

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 52. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 52

Paquete	Material	Ejemplo 2A	Ejemplo 2B	Ejemplo 2C	Ejemplo 2D	Ejemplo 2E	Ejemplo 2F
A	DOWANOL PM ¹	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18
A	BLS-2700 ²	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17
A	Etanol ³	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51
A	Butvar B-90 ⁴	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
A	EPON 834-X-80 ⁵	3	3	3	3	3	3
A	Ejemplo de Partícula 5	-	2,26	-	-	-	-
A	Ejemplo de Partícula 10	-	-	-	-	-	2,26
A	Ejemplo de Partícula 8	-	-	2,26	-	-	-
A	Ejemplo de Partícula 15	-	-	-	2,26	-	-
A	Ejemplo de Partícula 6	-	-	-	-	2,26	-
A	K-White G105 ⁶	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
A	Aerosil 200 ⁷	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
A	Tolueno ⁸	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91
A	Xileno ⁹	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19
A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89
B	Etanol ³	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28
B	Butanol ¹¹	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
B	Agua Desionizada	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

10 Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 53, así como los Ejemplos 2F y 2G (descritos más adelante) se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 53 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1G. Los resultados se ilustran en la Tabla 53, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

15

TABLA 53

Sustrato	Ejemplo 2A	Ejemplo 2B	Ejemplo 2C	Ejemplo 2D	Ejemplo 2E	Ejemplo 2F	Ejemplo 2G ¹³	Ejemplo 2H ¹⁴
Acero Laminado en Frío (APR10288)	4,2	11,3	2,3	10	7,7	13,7	23	10,3
Galvanizado G-60 (PR18661)	5,3	2	1,2	0,9	0	0,5	1,3	0
Aluminio (APR21047)	Deslaminado	Deslaminado	Deslaminado	Deslaminado	Deslaminado	Deslaminado	0,5	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 3A A 3D

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 54. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 54

Paquete	Material	Ejemplo 3A	Ejemplo 3B	Ejemplo 3C	Ejemplo 3D
A	DOWANOL PM ¹	8,82	9,18	9,18	9,18
A	BLS-2700 ²	9,77	10,17	10,17	10,17
A	Etanol ³	54,28	56,51	56,51	56,51
A	Butvar B-90 ⁴	6,63	6,9	6,9	6,9
A	EPON 834-X-80 ⁵	2,88	-	-	-
A	Ejemplo de Partícula 5	2,17	-	-	-
A	Ejemplo de Partícula 12	-	2,17	-	-
A	Ejemplo de Partícula 13	-	-	-	2,17
A	Ejemplo de Partícula 14	-	-	2,17	-
A	Aerosil 200 ⁷	0,58	0,58	0,58	0,58
A	Tolueno ⁸	6,64	6,64	6,64	6,64
A	Xileno ⁹	4,99	4,99	4,99	4,99
A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	5,66	5,66	5,66	5,66
B	Etanol ³	81,92	81,92	81,92	81,92
B	Butanol ¹¹	9,06	9,06	9,06	9,06
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	1,53	1,53	1,53	1,53
B	Agua Desionizada	0,09	0,09	0,09	0,09

10 Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 54, así como los Ejemplos 3E y 3F (descritos más adelante) se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 55 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1G. Los resultados se ilustran en la Tabla 55, indicando el valor más los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 55

Sustrato	Ejemplo 3A	Ejemplo 3B	Ejemplo 3C	Ejemplo 3D	Ejemplo 3E ¹⁵	Ejemplo 3F ¹⁴
Acero Laminado en Frío (APR10288)	Deslaminado	12,7	9	14,5	Deslaminado	2,7
Galvanizado G-60 (PR18661)	14,3	7,2	7	9,3	11,8	2,2
Aluminio (APR21047)	6,2	9,2	4,7	4,5	4,7	0,5

¹⁵ DPX-171 disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA.

20 EJEMPLO DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 4A

La composición de recubrimiento 4A se preparó usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 56. El recubrimiento se preparó de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 56

Paquete	Material	Ejemplo 4A
A	DOWANOL PM ¹	9,18
A	BLS-2700 ²	10,17
A	Etanol ³	56,51
A	Butvar B-90 ⁴	6,9
A	EPON 834-X-80 ⁵	3
A	Ejemplo de Partícula 11	2,26
A	Aerosil 200 ⁷	0,6
A	Tolueno ⁸	6,91
A	Xileno ⁹	5,19

A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	5,89
B	Etanol ³	85,28
B	Butanol ¹¹	9,43
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	1,59
B	Agua Desionizada	0,09

Sustratos de ensayo

- 5 La composición de la Tabla 56, así como los Ejemplos 4B y 4C (descritos más adelante) se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 57 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1G. Los resultados se ilustran en la Tabla 57, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 57

10

Sustrato	Ejemplo 4A	Ejemplo 4B ¹⁵	Ejemplo 4C ¹⁴
Acero Laminado en Frío (APR10288)	2,1	24,2	0
Galvanizado G-60 (PR18661)	73	2	0
Aluminio (APR21047)	Deslaminado	0,7	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 5A A 5G

- 15 Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 58. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 58

Paquete	Material	Ejemplo 5A	Ejemplo 5B	Ejemplo 5C	Ejemplo 5D	Ejemplo 5E	Ejemplo 5F	Ejemplo 5G
A	DOWANOL PM ¹	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18
A	BLS-2700 ²	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17
A	Etanol ³	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51
A	Butvar B-90 ⁴	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
A	Cromato de cinc ¹⁶	2,26	-	-	-	-	-	-
A	Óxido de magnesio ¹⁷	-	2,26	-	-	-	-	-
A	Ejemplo de Partícula 1	-	-	2,26	-	-	-	-
A	Ejemplo de Partícula 2	-	-	-	2,26	-	-	-
A	Ejemplo de Partícula 3	-	-	-	-	2,26	-	-
A	Ejemplo de Partícula 4	-	-	-	-	-	2,26	-
A	Nalzin-2 ¹⁸	-	-	-	-	-	-	2,26
A	Aerosil 200 ⁷	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
A	Tolueno ⁸	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91
A	Xileno ⁹	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18
A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89
B	Etanol ³	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28
B	Butanol ¹¹	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
B	Agua Desionizada	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

¹⁶ Tetroxi cromato de cinc disponible en el mercado en PMG Colours.

¹⁷ Óxido de magnesio, tamaño de partícula primaria promedio de 20 nanómetros, disponible en el mercado en Nanostructured & Amorphous Materials, Inc.

¹⁸ Pigmento anticorrosión de hidroxil fosfato de cinc disponible en el mercado en Elementis Specialties, Inc.

20

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 58, así como los Ejemplos 5H y 5I (descritos más adelante) se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 59 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para

los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1G. Los resultados se ilustran en la Tabla 59, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 59

5

Sustrato	Ej. 5A	Ej. 5B	Ej. 5C	Ej. 5D	Ej. 5E	Ej. 5F	Ej. 5G	Ej. 5H ¹³	Ej. 5I ¹⁴
Acero Laminado en Frío (APR10288)	6,2	4	0,7	1,3	3,3	0	13	10,7	8,2
Galvanizado G-60 (PR18661)	10,7	5,2	15,2	13,2	11,8	14,3	15,6	10	7,8
Aluminio (APR21047)	Deslam.	1	Deslam.	Deslam.	Deslam.	Deslam.	Deslam.	6,2	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 6A A 6H

- 10 Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 60. Se prepararon recubrimientos de la misma manera descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 60

Paquete	Material	Ejemplo 6A	Ejemplo 6B	Ejemplo 6C	Ejemplo 6D	Ejemplo 6E	Ejemplo 6F	Ejemplo 6G	Ejemplo 6H
A	DOWANOL PM ¹	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18
A	BLS-2700 ²	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17
A	Etanol ³	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51	56,51
A	Butvar B-90 ⁴	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
A	EPON 834-X-80 ⁵	3	-	-	-	3	-	3	3
A	Oxido de magnesio ¹⁷	-	2,26	-	-	-	2,26	2,26	2,26
A	Ejemplo de Particula 1	-	-	2,26	-	2,26	2,26	-	2,26
A	Ejemplo de Particula 11	2,26	2,26	-	2,26	-	-	2,26	-
A	K-WhiteG105 ⁶	-	-	-	2,26	2,26	2,26	2,26	-
A	Aerosil 200 ⁷	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
A	Tolueno ⁸	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91	6,91
A	Xileno ⁹	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18
A	Alcohol Isobutilico ¹⁰	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89
B	Etanol ³	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28
B	Butanol ¹¹	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43
B	Acido fosfórico al 85 % ¹²	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
B	Agua Desionizada	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 60, así como los Ejemplos 6I y 6J (descritos más adelante) se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 61 usando el mismo procedimiento que el descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1G. Los resultados se ilustran en la Tabla 61, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 61

Sustrato	Ej. 6A	Ej. 6B	Ej. 6C	Ej. 6D	Ej. 6E	Ej. 6F	Ej. 6G	Ej. 6H	Ej. 6I ¹³	Ej. 6J ¹⁴
Acero Laminado en Frío (APR10288)	2,1	2,5	0	0	0	0	0,5	13,7	24,2	0
Galvanizado G-60 (PR18661)	7,3	3,2	4,4	2,6	2,7	0,5	0,7	0,5	2	0
Aluminio (APR21047)	Deslam.	0	Deslam.	Deslam.	0,5	0	0	0	0,7	0

EJEMPLO DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 7A

Se preparó la composición de recubrimiento 7A usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 62. El recubrimiento se preparó de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 62

Paquete	Material	Ejemplo 7A
A	DOWANOL PM ¹	3,1
A	BLS-2700 ²	9,86
A	Etanol ³	54,75
A	Butvar B-90 ⁴	6,68
A	EPON 834-X-80 ⁵	3,44
A	Ejemplo de Partícula 17	20,82
A	2-mercaptobenzotiazol	1,01
A	Aerosil 200 ⁷	0,58
A	Tolueno ⁸	6,69
A	Xileno ⁹	5,03
A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	5,71
B	Etanol ³	82,63
B	Butanol ¹¹	9,14
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	2,6
B	Agua Desionizada	0,09

Sustratos de ensayo

La composición de la Tabla 62, así como los Ejemplos 7B y 7C (descritos más adelante) se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 63 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1G. Los resultados se ilustran en la Tabla 63, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 63

Sustrato	Ejemplo 7A	Ejemplo 7B ¹³	Ejemplo 7C ¹⁴
Acero Laminado en Frío (APR10288)	0,5	17,4	0,3
Galvanizado G-60 (PR18661)	0,1	4,4	0
Aluminio (APR21047)	0,4	Deslaminado	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 8A A 8B

Se prepararon las composiciones de recubrimiento 8A y 8B usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 64. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 64

Paquete	Material	Ejemplo 8A	Ejemplo 8B
A	DOWANOL PM ¹	10,55	3,68
A	BLS-2700 ²	11,7	11,7
A	Etanol ³	65,35	64,97
A	Butvar B-90 ⁴	7,93	7,93
A	Tetroxi Cromato de Cinc	2,6	-
A	Ejemplo de Partícula 17	-	9,52
A	Aerosil 200 ⁷	0,69	0,69
A	Tolueno ⁸	7,95	7,94
A	Xileno ⁹	5,97	5,97
A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	6,77	6,77
B	Etanol ³	98,07	98,05
B	Butanol ¹¹	10,85	10,85
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	1,83	1,83
B	Agua Desionizada	0,11	0,11

Sustratos de ensayo

- 5 Las composiciones de la Tabla 64, así como los Ejemplos 8C y 8D (descritos más adelante) se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 65 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1 G. Los resultados se ilustran en la Tabla 65, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

10

TABLA 65

Sustrato	Ejemplo 8A	Ejemplo 8B	Ejemplo 8C ¹⁵	Ejemplo 8D ¹³
Acero Laminado en Frío (APR10288)	8,3	2,3	25,3	24,1
Galvanizado G-60 (PR18661)	12,8	3,5	8,2	8,9
Aluminio (APR21047)	1,4	Deslaminado	8,9	3,7

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 9A A 9B

- 15 Se prepararon las composiciones de recubrimiento 9A y 9B usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 66. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

20

TABLA 66

Paquete	Material	Ejemplo 9A	Ejemplo 9B
A	DOWANOL PM ¹	3,17	3,13
A	BLS-2700 ²	9,86	9,86
A	Etanol ³	56,05	55,34
A	Butvar B-90 ⁴	6,68	6,68
A	EPON 834-X-80 ⁵	3,44	3,44
A	VANSIL® W-50 ¹⁶	20	20
A	Ejemplo de Partícula 17	--	9,55
A	2-mercaptobenzotiazol	1,01	1,01
A	NANOBYK-3650	8,59	--
A	Aerosil 200 ⁷	0,6	0,6
A	Tolueno ⁸	6,85	6,76
A	Xileno ⁹	5,15	5,08
A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	5,85	5,77
B	Etanol ³	82,63	82,63
B	Butanol ¹¹	9,14	9,14
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	2,6	2,6
B	Agua Desionizada	0,09	0,09

¹⁶ Wollastonita (metasilicato de calcio) disponible en el mercado en R. T. Vanderbilt Co., Inc.

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 66, así como los Ejemplos 9C y 9D (descritos más adelante) se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 67 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1G. Los resultados se ilustran en la Tabla 67, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 67

Sustrato	Ejemplo 9A	Ejemplo 9B	Ejemplo 9C ¹³	Ejemplo 9D ¹³
Acero Laminado en Frío (APR10288)	5,6	2,1	15,2	5
Galvanizado G-60 (PR18661)	1,7	1,8	6,3	0
Aluminio (APR21047)	0	0	5,2	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 10A A 10C

Se prepararon las composiciones de recubrimiento 10A a 10C usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 68. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 68

Paquete	Material	Ejemplo 10A	Ejemplo 10B	Ejemplo 10C
A	DOWANOL PM ¹	9,18	3,1	3,1
A	BLS-2700 ²	10,17	9,86	9,86
A	Etanol ³	56-51	54,75	54,75
A	Butvar B-90 ⁴	6,9	6,68	6,68
A	EPON 834-X-80 ⁵	3	3,44	3,44
A	Talco ¹⁷	--	20	20
A	Ejemplo de Partícula 17	--	10,41	--
A	2-mercaptobenzotiazol	--	1,01	1,01
A	NANOBYK-3650	--	--	8,9
A	Aerosil 200 ⁷	0,6	0,58	0,58
A	Tolueno ⁸	6,91	6,69	6,69
A	Xileno ⁹	5,19	5,03	5,03
A	Alcohol Isobutílico ¹⁰	5,89	5,71	5,71
B	Etanol ³	85,28	85,28	85,28
B	Butanol ¹¹	9,43	9,43	9,43
B	Ácido fosfórico al 85 % ¹²	1,59	1,59	1,59
B	Agua Desionizada	0,09	0,09	0,09

¹⁷ Disponible en Barretts Minerals

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 68, así como los Ejemplos 10D y 10E (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 69 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1G. Los resultados se ilustran en la Tabla 69, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 69

Sustrato	Ejemplo 10A	Ejemplo 10B	Ejemplo 10C	Ejemplo 10D ¹³	Ejemplo 10E ¹³
Acero Laminado en Frío (APR10288)	Deslaminado	4,8	1	23	1,8
Galvanizado G-60 (PR18661)	19,5	93	5	9,2	0,5
Aluminio (APR21047)	23,5	8,2	0	1,5	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 11A A 11E

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 70. Se prepararon los recubrimientos añadiendo los componentes 1 a 7 a una vasija adecuada con agitación con una paleta Cowles. A continuación, el componente 8 se añadió lentamente mientras se seguía agitando y se dejó mezclar durante 15 minutos. A continuación se añadieron los componentes 9 a 18 en orden con agitación. Esta mezcla se dejó mezclar durante 10 minutos y después se añadió a un recipiente de vidrio de 23,66 cl (8 onzas)

sellado que contenía aproximadamente 150 gramos del material anterior a aproximadamente 125 gramos de perlas de zirconia. Este recipiente sellado se dejó entonces sobre un agitador de pintura durante 2 a 4 horas. Después de retirar la pasta del agitador de pintura, las perlas de molienda se eliminaron por filtración con un filtro de pintura convencional y el material acabado estaba listo.

- 5 Se preparó una segunda composición añadiendo los componentes 1 a 3 y 18 a 20 a una vasija adecuada con agitación con una paleta agitadora y se dejó mezclar durante 20 minutos. Cuando estaba listo para pulverizar, se mezclaron las dos composiciones.

10

TABLA 70

Componente n.º	Material	Ejemplo 11A	Ejemplo 11B	Ejemplo 11C	Ejemplo 11D	Ejemplo 11E
1	Isopropanol ¹⁶	6,23	6,23	6,23	6,23	6,23
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
3	Tolueno ¹⁸	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35	-	-	-	-
	Partículas del Ejemplo 18	-	10,35	-	-	-
	Partículas del Ejemplo 19	-	-	10,35	-	-
	Partículas del Ejemplo 20	-	-	-	10,35	-
	Partículas del Ejemplo 21	-	-	-	-	10,35
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸	-	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

¹⁶ Disolvente orgánico disponible en el mercado en British Petroleum.

¹⁷ Disolvente orgánico disponible en el mercado en BASF Corporation.

¹⁸ Disolvente orgánico disponible en el mercado en Ashland Chemical Co.

¹⁹ Aditivo reológico disponible en el mercado en Elementis Specialties, Inc.

²⁰ Disolvente orgánico disponible en el mercado en ChemCentral Corp.

²¹ Aditivo de humectación disponible en el mercado en BYK-Chemie GmbH.

²² Resina fenólica disponible en el mercado en UCB Chemical, Inc.

²³ Resina de polivinilbutiral disponible en el mercado en Kuraray Co., Ltd.

²⁴ Polvo de negro de humo disponible en el mercado en Columbian Chemicals Co.

²⁵ Dióxido de silicio disponible en el mercado en Cabot Corp.

²⁶ Talco disponible en el mercado en Barretts Minerals, Inc.

²⁷ Pigmento anticorrosión de hidroxil fosfato de cinc disponible en el mercado en Elementis Specialties, Inc.

²⁸ Agente de humectación disponible en el mercado en Avecia Ltd.

²⁹ Pigmento de óxido de hierro disponible en el mercado en Rockwood Pigments NA, Inc.

³⁰ Pigmento de dióxido de titanio disponible en el mercado en Kerr-McGee Corp.

³¹ Resina de epiclorhidrina-bisfenol A disponible en el mercado en Resolution Performance Products.

³² Solución de 2-etil hexanoato de cinc disponible en el mercado en Condea Servo LLC

³³ Disolvente orgánico disponible en el mercado en Shell Chemical Co.

³⁴ Disponible en el mercado en Yorkshire Americas, Inc.

³⁵ Disponible en el mercado en Atofina Chemicals, Inc.

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 70 así como los Ejemplos 11F y 11G (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 71 usando una pistola de pulverización DeVilbiss GTI HVLP con una punta de pulverización 1.4, N2000 Cap, y 241,3 kPa (35 psi) en la pistola. Cada composición se aplicó en dos capas con un tiempo de exposición al ambiente de cinco minutos entre medias para que se acumulara una película de 0,50 a aproximadamente 1,25 mils (de 12,7 a 31,8 micrómetros). Se dejó transcurrir un tiempo mínimo de veinte a treinta minutos y no más de una hora antes de aplicar un sellante global de PPG Industries, Inc. D 839 sobre cada composición. El sellante se mezcló y aplicó como un sellante húmedo sobre húmedo a aproximadamente 1,0 a 2,0 mils (de 25,4 a 50,8 micrómetros) de pintura y se expuso al ambiente cuarenta y cinco minutos antes de aplicar el recubrimiento base. El recubrimiento base Deltron DBC, disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., se aplicó sobre un sellante en dos capas con un tiempo de exposición al ambiente de cinco a diez minutos entre las capas para que se acumulara un espesor de película de aproximadamente 0,5 mils (12,7 micrómetros). El recubrimiento base se expuso al ambiente aproximadamente quince minutos antes de aplicar un recubrimiento transparente D893 Global, disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., en dos capas con un tiempo de exposición al ambiente de cinco a diez minutos entre capas para que acumulara una película de 2,50 a 3,00 mils (de 63,5 a 76,2 micrómetros). El sellante, el recubrimiento base y el recubrimiento transparente se mezclaron según el procedimiento para estos productos recomendado por PPG Industries, Inc. Se ensayó la resistencia a la pulverización de sal como se describe en ASTM B117. Los paneles se retiraron del ensayo de pulverización de sal después de 1000 horas y se midieron para la fluencia del rayado a través de una raya. Los valores de fluencia del rayado se presentaron como un promedio de seis (6) mediciones. Los resultados se ilustran en la Tabla 48, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 71

Sustrato	Ejemplo 11A	Ejemplo 11B	Ejemplo 11C	Ejemplo 11D	Ejemplo 11E	Ejemplo 11F ³⁶	Ejemplo 11G ³⁷
Acero Laminado en Frío (APR10288)	27,3	22	7,5	18,7	15,7	31,7	11,5
Galvanizado G-60 (PR18661)	4,3	9,2	2,2	1,8	7,2	1,3	0,67
Aluminio (APR21047)	0	9,8	2,8	3,3	11,8	2,5	0,3
³⁶ D-831 disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA.							
³⁷ D8099 Imprimador de Ataque de Secado Rápido-Anticorrosión disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA.							

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 12A A 12D

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 72. Se prepararon los recubrimientos de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 1A a 1E.

TABLA 72

Componente n.º	Material	Ejemplo 12A	Ejemplo 12B	Ejemplo 12C	Ejemplo 12D
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35			
	Partículas del Ejemplo 23		10,35	6,89	3,45
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸		0,35	0,35	0,35

14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ¹⁴	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	1,91	1,91	1,91	1,91

Sustratos de ensayo

- 5 Las composiciones de la Tabla 72, así como el Ejemplo 12E (descrito más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 73 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 73, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 73

10

Sustrato	Ejemplo 12A	Ejemplo 12B	Ejemplo 12C	Ejemplo 12D	Ejemplo 12E ³⁶
Acero Laminado en Frío (APR10288)	37,3	0,8	1,7	Deslaminado	23,8
Galvanizado G-60 (PR18661)	15,8	8,8	15,8	10,83	6
Aluminio (APR21047)	1,7	20,8	Deslaminado	Deslaminado	63

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 13A A 13E

- 15 Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 74. Se prepararon los recubrimientos de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 74

Componente n.º	Material	Ejemplo 13A	Ejemplo 13B	Ejemplo 13C	Ejemplo 13D	Ejemplo 13E
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35				
	Partículas del Ejemplo 18		10,35			
	Partículas del Ejemplo 19			10,35		
	Partículas del Ejemplo 20				10,35	
	Partículas del Ejemplo 21					10,35
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸		0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91

20

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 74, así como el Ejemplo 13F (descrito más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 75 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 75, indicando los valores más bajos los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 75

Sustrato	Ejemplo 13A	Ejemplo 13B	Ejemplo 13C	Ejemplo 13D	Ejemplo 13E	Ejemplo 13F ³⁸
Acero Laminado en Frío (APR10288)	27	1,7	0,4	0,6	3,8	23,8
Galvanizado G-60 (PR18661)	2,7	0,2	0	0	0	0
Aluminio (APR21047)	0,3	0,5	2,3	0,8	0,2	2

³⁸DPX-171 disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA.

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 14A A 14G

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 76. Se prepararon los recubrimientos de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 76

Componente n.º	Material	Ej. 14A	Ej. 14B	Ej. 14C	Ej. 14D	Ej. 14E	Ej. 14F	Ej. 14G
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35						
	Partículas del Ejemplo 26		10,35					
	Partículas del Ejemplo 27			10,35				
	Partículas del Ejemplo 28				10,35			
	Partículas del Ejemplo 29					10,35		
	Partículas del Ejemplo 30						10,35	
	Partículas del Ejemplo 31							1035
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸		0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 76, así como el Ejemplo 14H (descrito más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 77 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos

de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 77 indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 77

Sustrato	Ejemplo 14A	Ejemplo 14B	Ejemplo 14C	Ejemplo 14D	Ejemplo 14E	Ejemplo 14F	Ejemplo 14G	Ejemplo 14H ²³
Acero Laminado en Frio (APR10288)	28,2	1,8	1	3,5	0,7	23,3	Deslaminado	36
Galvanizado G-60 (PR18661)	6,3	3,7	2,7	1	0,5	3	5,5	7,2
Aluminio (APR21047)	1,8	5,5	2	7,2	4,3	6,5	7,7	1,5

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 15A A 15E

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 78. Se prepararon los recubrimientos de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 78

Componente n.º	Material	Ejemplo 15A	Ejemplo 15B	Ejemplo 15C	Ejemplo 15D	Ejemplo 15E
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35		4,14		4,14
	Partículas del Ejemplo 18		10,35	6,21		
	Partículas del Ejemplo 20				10,35	6,21
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸		0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

10 Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 78, así como los Ejemplos 15F y 15G (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 79 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 79, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 79

Sustrato	Ejemplo 15A	Ejemplo 15B	Ejemplo 15C	Ejemplo 15D	Ejemplo 15E	Ejemplo 15F ³⁸	Ejemplo 15G ³⁹
Acero Laminado en Frío (APR10288)	18,3	24	21	2,5	2,1	Deslaminado	3,2
Galvanizado G-60 (PR18661)	4,5	0,9	2,5	0	4,7	8	8,7
Aluminio (APR21047)	1	0,9	1	2,2	0,2	3,2	0,2

³⁹DX-1791 disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, P. A.

20 EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 16A A 16G

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 80. Se prepararon los recubrimientos de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 80

Componente n.º	Material	Ej. 16A	Ej. 16B	Ej. 16C	Ej. 16D	Ej. 16E	Ej. 16F	Ej. 16G
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35						
	Partículas del Ejemplo 33		10,35					
	Partículas del Ejemplo 32			10,35				
	Partículas del Ejemplo 34				10,35			
	Partículas del Ejemplo 35					10,35		
	Partículas del Ejemplo 40						10,35	
	Partículas del Ejemplo 37							1035
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸		0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	632	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 80, así como los Ejemplos 16H y 16I (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 81 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 81, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 81

Sustrato	Ej. 16A	Ej. 16B	Ej. 16C	Ej. 16D	Ej. 16E	Ej. 16F	Ej. 16G	Ej. 16H ³⁸	Ej. 16I ³⁷
Acero Laminado en Frío (APR10288)	23,8	1	1,7	1	3	Deslam	0,7	31,2	3,2
Galvanizado G-60 (PR18661)	8	1,2	5	7,8	0,5	9,3	0,7	8,2	7,2
Aluminio (APR21047)	2	1,7	3,3	1,8	1,5	5,8	8,2	2,8	0,8

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 17A A 17E

Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 82. Los recubrimientos se prepararon añadiendo los componentes 1 a 3 a una vasija adecuada con agitación con una paleta mezcladora Cowles. A continuación, los componentes 4 y 5 se añadieron lentamente mientras se seguía agitando y se dejó durante 20 minutos. Los componentes 6 a 8 se añadieron entonces en orden con agitación. Esta mezcla se dejó mezclar durante 10 minutos y después se añadió a un recipiente de vidrio de 23,66 cl (8 onzas) sellado que contenía aproximadamente 150 gramos del material anterior a aproximadamente 100 gramos de perlas de zirconia y el componente 12. El recipiente sellado se dejó entonces sobre un agitador de pintura durante 2 a 4 horas. Después de retirar la pasta del agitador de pintura, las perlas de molienda se retiraron por

filtración con un filtro de pintura convencional y el material acabado estaba listo. Se preparó una segunda composición añadiendo los componentes 9 a 11 a una vasija adecuada con agitación con una paleta agitadora y se dejó mezclar durante 20 minutos. Cuando estuvo listo para pulverizar, se mezclaron los dos componentes.

5

TABLA 82

Componente n.º	Material	Ejemplo 17A	Ejemplo 17B	Ejemplo 17C	Ejemplo 17D	Ejemplo 17E
1	DOWANOL PM ⁴⁰	11,47	11,47	11,47	11,47	11,47
2	BLS-2700 ⁴¹	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71
3	Etanol	177,24	177,24	177,24	177,24	177,24
4	Butvar B-90 ⁴²	8,62	8,62	8,62	8,62	8,62
5	Aerosil 200 ⁴³	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
6	Tolueno ⁴⁴	8,64	8,64	8,64	8,64	8,64
7	Xileno ⁴⁵	6,49	6,49	6,49	6,49	6,49
8	Alcohol Isobutílico ⁴⁶	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36
9	Butanol ⁴⁷	11,79	11,79	11,79	11,79	11,79
10	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ⁴⁸	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99
11	Agua Desionizada	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
12	Tetroxi cromato de cinc ⁴⁹	2,82				
	Partículas del Ejemplo 19		2,82			
	Partículas del Ejemplo 18			2,82		
	Partículas del Ejemplo 47				2,82	
	Partículas del Ejemplo 20					2,82

40 Monometil éter de propilenglicol disponible en el mercado en BASF Corp.

41 Resina fenólica disponible en el mercado en Georgia Pacific.

42 Resina de poli vinil butiral disponible en el mercado en Solutia Inc.

43 Dióxido de silicio disponible en el mercado en Cabot Corp.

44 Disponible en el mercado en Ashland Chemical Co.

45 Disponible en el mercado en Ashland Chemical Co.

46 Disponible en el mercado en Avecia.

47 Disponible en el mercado en BASF Corp.

48 Disponible en el mercado en Akzo Chemicals Inc.

49 Disponible en el mercado en PMG Colours.

Sustratos de ensayo

- 10 Las composiciones de la Tabla 82, así como los Ejemplos 17F y 17G (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 83 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 83, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

15

TABLA 83

Sustrato	Ejemplo 17A	Ejemplo 17B	Ejemplo 17C	Ejemplo 17D	Ejemplo 17E	Ejemplo 17F ³⁸	Ejemplo 17G ³⁹
Acero Laminado en Frío (APR10288)	3,4	3,3	6,7	3,1	14,3	28	3,8
Galvanizado G-60 (PR18661)	12,7	3	13,2	10,6	15,7	8,3	13,5
Aluminio (APR21047)	0,7	4,5	0	4,3	21	2,8	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 18A Y 18B

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 84. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 84

Componente n.º	Material	Ejemplo 18A (Control Lab)	Ejemplo 18B
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1-13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35	
	Partículas del Ejemplo 20		10,35
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸		0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 84, así como los Ejemplos 18C y 18D (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 85 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 85, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 85

Sustrato	Ejemplo 18A	Ejemplo 18B	Ejemplo 18C ³⁸	Ejemplo 18D ³⁹
Acero Laminado en Frío (APR10288)	3,4	3,3	28	3,8
Galvanizado G-60 (PR18661)	12,7	3	8,3	13,5
Aluminio (APR21047)	0,7	4,5	2,8	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 19A A 19H

Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 86. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 17A a 17E.

TABLA 86

Componente n.º	Material	Ej. 19A	Ej. 19B	Ej. 19C	Ej. 19D	Ej. 19E	Ej. 19F	Ej. 19G	Ej. 19H
1	DOWANOL PM ⁴⁰	11,47	11,47	11,47	11,47	11,47	11,47	11,47	11,47
2	BLS-2700 ⁴¹	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71
3	Etanol	177,24	177,24	177,24	177,24	177,24	177,24	177,24	177,24
4	Butvar B-90 ⁴²	8,62	8,62	8,62	8,62	8,62	8,02	8,62	8,62
5	Aerosil 200 ⁴³	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
6	Tolueno ⁴⁴	8,64	8,64	8,64	8,64	8,64	8,64	8,64	8,64

7	Xileno ⁴⁵	6,49	6,49	6,49	6,49	6,49	6,49	6,49	6,49
8	Alcohol Isobutílico ⁴⁶	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36
9	Butanol ⁴⁷	11,79	11,79	11,79	11,79	11,79	11,79	11,79	11,79
10	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ⁴³	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99
11	Agua Desionizada	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
12	Tetroxi cromato de cinc ⁴⁹	2,82							
	Partículas del Ejemplo 33		2,82						
	Partículas del Ejemplo 32			2,82					
	Partículas del Ejemplo 34				2,82				
	Partículas del Ejemplo 35					2,82			
	Partículas del Ejemplo 37						2,82		
	Partículas del Ejemplo 38							2,82	
	Partículas del Ejemplo 39								2,82

Sustratos de ensayo

- 5 Las composiciones de la Tabla 86, así como los Ejemplos 19I y 19J (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 87 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 87, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 87

10

Sustrato	Ej. 19A	Ej. 19B	Ej. 19C	Ej. 19D	Ej. 19E	Ej. 19F	Ej. 19G	Ej. 19H	Ej. 19I ³⁸	Ej. 19J ³⁶
Acero Laminado en Frío (APR10288)	3,2	9,3	1,7	26,3	23,3	22,3	26,7	15,2	40	32,5
Galvanizado G-60 (PR18661)	10,2	0,8	2,8	Deslam.	14,6	14,7	2,6	2	19,2	13,7
Aluminio (APR21047)	0,2	2,3	1,3	10,3	15,7	113	18	8,3	3,8	2

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 20A A 20G

- 15 Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 88. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 17A a 17E.

TABLA 88

Componente n.º	Material	Ejemplo 20A	Ejemplo 20B	Ejemplo 20C	Ejemplo 20D	Ejemplo 20E	Ejemplo 20F	Ejemplo 20G
1	DOWANOL PM ⁴⁰	10,55	10,55	10,55	10,55	10,55	10,55	10,55
2	BLS-2700 ⁴¹	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70
3	Etanol	163,06	163,06	163,06	163,06	163,06	163,06	163,06
4	Butvar B-90 ⁴²	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93
5	Aerosil 200 ⁴³	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
6	Tolueno ⁴⁴	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95
7	Xileno ⁴⁵	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
8	Alcohol Isobutílico ⁴⁶	6,77	6,77	6,77	6,77	6,77	6,77	6,77
9	Butanol ⁴⁷	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85
10	Ácidos Fosfórico al 85 % ⁴⁸	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83
11	Agua Desionizada	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
12	Tetroxi cromato de cinc ⁴⁹	2,60						
	Partículas del Ejemplo 38		2,60					
	Partículas del Ejemplo 40			2,60				
	Partículas del Ejemplo 21				2,60			
	Partículas del Ejemplo 28					2,60		
	Partículas del Ejemplo 27						2,60	
	Partículas del Ejemplo 24							2,60

Sustratos de ensayo

- 5 Las composiciones de la Tabla 88, así como los Ejemplos 20H y 20I (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 89 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 89, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 89

Sustrato	Ejemplo 20A	Ejemplo 20B	Ejemplo 20C	Ejemplo 20D	Ejemplo 20E	Ejemplo 20F	Ejemplo 20G	Ejemplo 20H ³⁸	Ejemplo 20I ³⁶
Acero Laminado en Frio (APR10288)	8,3	13,5	36,3	10,8	18,3	24,8	18,3	16,8	14,7
Galvanizado G-60 (PR18661)	12,8	3,5	3,5	0	1,2	0	0	5,3	4,9
Aluminio (APR21047)	1,4	14,2	9,7	3	7,4	8,5	16	3,3	3,8

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 21A A 21I

- Se prepararon composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 90. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.
- 5

TABLA 90

Componente n.º	Material	Ej. 21A	Ej. 21B	Ej. 21C	Ej. 21D	Ej.21E	Ej. 21F	Ej. 21G	Ej. 21H	Ej. 21I
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTILICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35	2,59	2,59	5,18	5,18	5,18	10,35		
	Partículas del Ejemplo 39		2,59			5,18	5,18			
	Partículas del Ejemplo 38									
13	SOLPERSE 32500 ²⁸	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFORICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 90 así como los Ejemplos 21J y 21K (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 91 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 91, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 91

Sustrato	Ej. 21A	Ej. 21B	Ej. 21C	Ej. 21D	Ej. 21E	Ej. 21F	Ej. 21G	Ej. 21H	Ej. 21I	Ej. 21J ³⁸	Ej. 21K ⁵⁰
Acero Laminado en Frío (APR10288)	16,3	26,2	25,7	28	1	11,5	2,3	1	1	Deslam.	6,83
Galvanizado G-60 (PR18661)	11,2	2,2	7,7	8,5	0	5,67	0	0	2,5	11	4,67
Aluminio (APR21047)	0,8	0,3	0,3	0,5	0	0	0	0	0	7	2,3

⁵⁰DX-1793 disponible en el mercado en PPG Industries, Inc., Pittsburgh, PA.

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 22A A 22I

Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 92. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 92

Componente n.º	Material	Ej.22A	Ej.22B	Ej. 22C	Ej. 22D	Ej. 22E	Ej. 22F	Ej. 22G	Ej. 22H	Ej. 22I
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTILICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACION MPA 2000T#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35								
	Partículas del Ejemplo 41		10,35							
	Partículas del Ejemplo 38			10,35						
	Partículas del Ejemplo 42				10,35					
	Partículas del Ejemplo 43					10,35				
	Partículas del Ejemplo 39						10,35			
	Partículas del Ejemplo 44							10,35		
	Partículas del Ejemplo 38								10,35	
	Partículas del Ejemplo 39									10,35
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	NUXTAZINC al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ACIDO TANICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ACIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 92, así como los Ejemplos 21J y 21K (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 93 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 93, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 93

Sustrato	Ej. 22A	Ej. 22B	Ej. 22C	Ej. 22D	Ej. 22E	Ej. 22F	Ej. 22G	Ej. 22H	Ej. 22I	Ej. 22J ²³	Ej. 22K ²²
Acero Laminado en Frío (APR10288)	10,5	16,5	12,8	1	15,7	1,7	1	8,8	2,7	27,5	11
Galvanizado G-60 (PR18661)	5,17	1,5	1	9,33	10,7	10,8	3,33	2	16,2	16,3	21
Aluminio (APR21047)	1	0	1	0,7	1	1	0,83	1	0,5	13	0

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 23A A 23E

Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los componentes y peso (en gramos) mostrados en la Tabla 94. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 94

Componente n.º	Material	Ejemplo 23A	Ejemplo 23B	Ejemplo 23C	Ejemplo 23D	Ejemplo 23E
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35				
	Partículas del Ejemplo 55		10,35			
	Partículas del Ejemplo 49			10,35		
	Partículas del Ejemplo 50				10,35	
	Partículas del Ejemplo 53					10,35
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON S34-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Sustratos de ensayo

Las composiciones de ensayo de la Tabla 94, así como los Ejemplos 23F y 23G (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 95 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 95, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 95

Sustrato	Ejemplo 23A	Ejemplo 23B	Ejemplo 23C	Ejemplo 23D	Ejemplo 23E	Ejemplo 23F ³⁸	Ejemplo 23G ³⁷
Acero Laminado en Frío (APR10288)	23,7	13,8	18,2	19,3	10,7	Deslam.	7,5
Galvanizado G-60 (PR18661)	13,8	13,3	5	3,7	7,5	12,3	15,2
Aluminio (APR21047)	2,5	9,5	16,8	1	4:2	3,2	0,7

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 24A A 24G

- 5 Se prepararon las composiciones de recubrimiento usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 96. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 96

Componente n.º	Material	Ejemplo 24A	Ejemplo 24B	Ejemplo 24C	Ejemplo 24D	Ejemplo 24E	Ejemplo 24F	Ejemplo 24G
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CABO-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35						
	Partículas del Ejemplo 52		2,6			6,50		10,40
	Partículas del Ejemplo 53				10,40		2,60	
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
14	4-METIL 2PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Sustratos de ensayo

- 5 Las composiciones de la Tabla 96, así como los Ejemplos 24H y 24I (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 97 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 97, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 97

Sustrato	Ejemplo 24A	Ejemplo 24B	Ejemplo 24C	Ejemplo 24D	Ejemplo 24E	Ejemplo 24F	Ejemplo 24G	Ejemplo 24H ²³	Ejemplo 24I ²²
Acero Laminado en Frío (APR10288)	11,7	--	23,8	11,7	17,7	Deslam.	7,2	20,2	7,7
Galvanizado G-60 (PR18661)	16,8	18,5	6,7	10	10	4,8	9,8	15,2	9,7
Aluminio (APR21047)	3,3	7,2	2,7	1	0,2	5,3	2,7	1,8	1

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 25A A 25E

Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los mismos componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 98. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que la descrita para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 98

Componente n.º	Material	Ejemplo 25A	Ejemplo 25B	Ejemplo 25C	Ejemplo 25D	Ejemplo 25E
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NAIZIN-2 ²⁷	10,35				
	Partículas del Ejemplo 59		10,35			
	Partículas del Ejemplo 51			5,18		
	Partículas del Ejemplo 18				5,18	
	Partículas del Ejemplo 55					5,18
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

10 Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 98, así como los Ejemplos 25F y 25G (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 99 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 99, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 99

Sustrato	Ejemplo 25A	Ejemplo 25B	Ejemplo 25C	Ejemplo 25D	Ejemplo 25E	Ejemplo 25F ³⁸	Ejemplo 25G ³⁷
Acero Laminado en Frío (APR10288)	25,5	2	1	Deslam.	1	1,2	2,2
Galvanizado G-60 (PR18661)	5	4,3	7	1	21	10,8	2,8
Aluminio (APR21047)	0,83	Deslam.	4,3	2,3	16	1,5	0,7

20 EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 26A A 26F

Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 100. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 100

Componente n.º	Material	Ejemplo 26A	Ejemplo 26B	Ejemplo 26C	Ejemplo 26D	Ejemplo 26E	Ejemplo 26F
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOMITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35	10,35	5,18	10,35	5,18	
	Partículas del Ejemplo 45						
	Partículas del Ejemplo 46						
	Partículas del Ejemplo 39						
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸	0,35	0,35	0,35,	0,35	0,35	5,18
14	MAPICO YELLOW 27150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	0,35
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	1,91
16	EPON 834+X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	6,32
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	2,05
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	0,97
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	20,00
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,62
							3,00

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 100, así como los Ejemplos 26G y 26H (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 101 usando el mismo procedimiento que se ha descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 101, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 101

Sustrato	Ejemplo 26A	Ejemplo 26B	Ejemplo 26C	Ejemplo 26D	Ejemplo 26E	Ejemplo 26F	Ejemplo 26G ³⁸	Ejemplo 26H ³⁷
Acero Laminado en Frío (APR10288)	16,2	14,7	19,3	7,2	8,7	23	33,2	3,7
Galvanizado G-60 (PR18661)	8,3	15,2	10,2	7,7	10,5	4	7,8	8,2
Aluminio (APR21047)	1,7	10,2	21,3	17,5	9,7	7,2	7,2	0,7

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 27A A 27E

Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 102. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

TABLA 102

Componente n.º	Material	Ejemplo 27A	Ejemplo 27B	Ejemplo 27C	Ejemplo 27D	Ejemplo 27E
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
3	Tolueno ¹⁸	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANM-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35	6,25	6,25	6,25	6,25
	Partículas del Ejemplo 55		10,35			
	Partículas del Ejemplo 49			10,35		
	Partículas del Ejemplo 50				10,35	
	Partículas del Ejemplo 51					10,35
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20	20	20	20	20
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Sustratos de ensayo

Las composiciones de la Tabla 102, así como los Ejemplos 27F y 27G (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 103 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 103, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 103

Sustrato	Ejemplo 27A	Ejemplo 27B	Ejemplo 27C	Ejemplo 27D	Ejemplo 27E	Ejemplo 27F ³⁸	Ejemplo 27G ³⁷
Acero Laminado en Frío (APR10288)	23,7	13,8	18,2	19,3	10,7	Deslam.	7,5
Galvanizado G-60 (PR18661)	13,8	13,3	5	3,7	7,5	123	15,2
Aluminio (APR21047)	2,5	9,5	16,8	1	4,2	3,2	0,7

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 28A A 28G

5

Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tabla 104. Los recubrimientos se prepararon de la misma manera que se ha descrito para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11E.

10

TABLA 104

Componente n. ^o	Material	Ej. 28A	Ej. 28B	Ej. 28C	Ej. 28D	Ej. 28E	Ej. 28F	Ej. 28G
1	Isopropanol ¹⁶	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
2	ALCOHOL BUTÍLICO NORMAL ¹⁷	28	28	28	28	28	28	28
3	Tolueno ¹⁸	45:18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18	45,18
4	AGENTE ANTI-SEDIMENTACIÓN MPA 2000T/#202-T ¹⁹	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5	Etanol ²⁰	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
6	ANTI-TERRA-U ²¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
7	PHENODUR PR 263 ²²	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
8	MOWITAL B30H ²³	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
9	RAVEN 410 ²⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
10	CAB-O-SIL M-5 ²⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	TALCO MICROTALC-MONTANA MP 15-38 ²⁶	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
12	NALZIN-2 ²⁷	10,35	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
	Partículas del Ejemplo 51		5,18					
	Partículas del Ejemplo 55			5,18				
	Partículas del Ejemplo 56				5,18			
	Partículas del Ejemplo 50					5,18		
	Partículas del Ejemplo 57						5,18	
	Partículas del Ejemplo 58							5,18
13	SOLSPERSE 32500 ²⁸	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	MAPICO YELLOW 2150A ²⁹	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
15	TRONOX CR-800 ³⁰	632	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32
16	EPON 834-X-80 ³¹	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
17	CINC NUXTRA al 16 % ³²	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18	4-METIL-2-PENTANONA ³³	20	20	20	20	20	20	20
19	ÁCIDO TÁNICO ³⁴	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
20	ÁCIDO FOSFÓRICO al 85 % ³⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Sustratos de ensayo

- 15 Las composiciones de la Tabla 104, así como los Ejemplos 28H y 28I (descritos más adelante), se aplicaron a los sustratos de ensayo identificados en la Tabla 105 usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para los Ejemplos de Composición de Recubrimiento 11A a 11G. Los resultados se ilustran en la Tabla 105, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

20

TABLA 105

Sustrato	Ej. 28A	Ej. 28B	Ej. 28C	Ej. 28D	Ej. 28E	Ej. 28F	Ej. 28G	Ej. 28H ³⁸	Ej. 28I ³⁷
Acero Laminado en Frio (APR10288)	13,8	Deslam.	Deslam.	31,3	Deslam.	32	32,5	38,3	3
Galvanizado G-60 (PR18661)	8,5	7,2	14,8	11,7	12,2	10	17,2	9,7	1,2
Aluminio (APR21047)	3,3	Deslam.	Deslam.	Deslam.	8,7	8,3	3,8	6,7	0,3

EJEMPLOS DE COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO 29A A 29E Y 30A A 30C

- 5 Las composiciones de recubrimiento se prepararon usando los componentes y pesos (en gramos) mostrados en la Tablas 106 y 107. Los recubrimientos se prepararon añadiendo los componentes 1 a 7 a una vasija adecuada con agitación con una paleta y se mezclaron con perlas de zirconia durante aproximadamente 30 minutos para conseguir 7 Hegman. A continuación, los componentes 8 a 12 se añadieron mientras se agitaba y se dejó mezclar durante 10 minutos. Después de la mezcla las perlas de recubrimiento y molienda se retiraron por filtración con un filtro de pintura convencional y el material de acabado estaba listo para su aplicación.
- 10

TABLA 106

Componente n.º	Material	Ejemplo 29A	Ejemplo 29B	Ejemplo 29C	Ejemplo 29D	Ejemplo 29E
1	Resina de Poliéster PPG ⁵⁰	7,25	6,33	6,29	5,92	6,00
2	Epoxi Fosfatizado ⁵¹	255	2,23	2,22	2,09	2,11
3	Solvesso 100 ⁵²	9,43	8,23	8,18	7,70	7,80
4	Butil Cellosolve ⁵³	9,43	8,23	8,18	7,70	7,80
5	Ti-Puro R960 ⁵⁴	6,97	6,08	6,05	5,68	5,76
6	Arcilla ASP-200 ⁵⁵	10,40	9,08	9,03	8,48	8,59
8	Shieldex C303 ⁵⁶	7,25				
9	Hecuophos ZP-10 ⁵⁷	4,32				
7	Partículas del Ejemplo 53	-	11,80	-		
	Partículas del Ejemplo 54	-	-	12,32		
	Silicato de Ca PPL022405	-	-	-	10,98	
	Silicato de Y/Zn PPL051005	-	-	-	-	11,12
8	Resina de Poliéster PPG ⁵⁰	30,84	26,93	26,77	25,18	25,51
9	Cymel 1123 ⁵⁸	5,13	4,48	4,45	4,19	4,24
10	Solvesso 100 ⁵²	5,34	15,64	15,55	21,19	20,17
11	N-Butanol ⁵⁹	0,94	0,82	0,82	0,77	0,78
12	CYCAT 4040 ⁶⁰	0,16	0,14	0,14	0,13	0,13

⁵⁰ Resina de poliéster preparada añadiendo la carga n.º 1 (827,6 gramos de 2-metil 1,3-propanodiol, 47,3 gramos de trimetilol propano, 201,5 gramos de ácido adípico, 663,0 gramos de ácido isoftálico y 591,0 gramos de anhídrido ftálico) a un matraz de 4 bocas y fondo redondo equipado con una paleta agitadora de acero inoxidable impulsada por motor, una columna de relleno conectada a un condensador enfriado con agua y una manta calefactora con un termómetro conectado a través de un dispositivo de control de retroalimentación de temperatura. La mezcla de reacción se calentó a 120 °C en una atmósfera de nitrógeno. Todos los componentes se fundieron cuando la mezcla de reacción alcanzó 120 °C y la reacción después se calentó a 170 °C, temperatura a la cual empezó a recogerse el agua generada por la reacción de esterificación. La temperatura de reacción se mantuvo a 170 °C hasta que la destilación de agua comenzó a ser significativamente lenta, punto en el cual la temperatura de reacción se aumentó en 10 °C. Este aumento escalonado de temperatura se repitió hasta que la temperatura de reacción alcanzó los 240 °C. Cuando se detuvo la destilación del agua a 240 °C, la mezcla de reacción se enfrió a 190 °C, la columna de relleno se reemplazó por un Dean-Stark y comenzó un rociado con nitrógeno. Se añadió la carga n.º 2 (100,0 gramos de Solvesso 100 y 2,5 gramos de tetrabutóxido de titanio (IV)) y la reacción se calentó a reflujo (~220 °C) con retirada continua del agua recogida en la trampa Dean-Stark. La mezcla de reacción se mantuvo a reflujo hasta que el valor de ácido medido fue menor de 8,0 mg KOH/gramo. La resina se enfrió, se diluyó con la carga n.º 3 (1000,0 gramos de Solvesso 110), se descargó y analizó. El valor de ácido determinado era de 5,9 mg de KOH/gramo y el valor de hidróxido determinado fue de 13,8 mg de KOH/gramo. El contenido de no volátiles determinado de la resina fue del 64,1 % según se midió por pérdida de peso de una muestra calentada a 110 °C durante 1 hora. El análisis del polímero por GPC (usando patrones de poliestireno lineales) mostró que el polímero tenía un valor de P_m de 17.788, un valor de M_n de 3.958 y un valor de P_m/M_n de 4,5.

⁵¹ Resina epoxi fosfatizada preparada disolviendo 83 partes en peso de resina epoxi EPON 828 (un poliglicidil éter de bisfenol A, disponible en el mercado en Resolution Performance Products) en 20 partes en peso de 2-butoxietanol. La solución de resina epoxi se añadió posteriormente a una mezcla de 17 partes en peso de ácido fosfórico y 25 partes en peso de 2-butoxietanol en atmósfera de nitrógeno. La combinación se agitó durante 1,5 horas a una temperatura de aproximadamente 115 °C para formar una resina epoxi fosfatizada. La resina resultante se diluyó adicionalmente con 2-butoxietanol para producir una composición que tenía aproximadamente un 55 por ciento en peso de sólidos.

⁵² Disponible en el mercado en Exxon.

⁵³ Disponible en el mercado en Dow Chemical.

⁵⁴ Disponible en el mercado en DuPont.

⁵⁵ Disponible en el mercado en Engelhard Corp.

⁵⁶ Disponible en el mercado en Grace.

⁵⁷ Disponible en el mercado en Heubach.

⁵⁸ Disponible en el mercado en Cytec.

⁵⁹ Disponible en el mercado en Exxon.

⁶⁰ Disponible en el mercado en King Industries.

TABLA 107

Componente n.º	Material	Ejemplo 30A	Ejemplo 30B	Ejemplo 30C
1	Resina de Poliéster PPG ⁵⁰	6,87	6,23	6,65
2	Epoxi Fosfatizado ⁵¹	2,23	2,19	2,34
3	Solvesso 100 ⁵²	8,93	8,,09	8,64
4	Butil Cellosolve ⁵³	8,58	8,09	8,64
5	Ti-Puro R960 ⁵⁴	6,39	5,98	6,38
6	Arcilla ASP-200 ⁵⁵	9,46	8,98	9,52
8	Shieldex C303 ⁵⁶	-	-	-
9	Hecuophos ZP-10 ⁵⁷	-	-	-
7	Silicato de Mg PPL031405	12,24	-	-
	Silicato de Estaño PPL032905	-	11,54	
	Estaño/óxido de Estaño PPL032805	-	-	12,33
8	Resina de Poliéster PPG ⁵⁰	29,08	26,48	28,27
9	Cymel 1123 ⁵⁸	4,67,	4,41	4,70
10	Solvesso 100 ⁵²	11,44	17,12	11,50
11	N-Butanol ⁵⁹	0,86	0,81	0,86
12	CYCAT 4040 ⁶⁰	0,14	0,13	0,14

Preparación del sustrato de ensayo

Las composiciones de imprimador de las Tablas 106 y 107 se aplicaron sobre acero G90 HDG pretratado con Bonderite® 1455 (disponible en el mercado en Henkel Surface Technologies) usado una barra estirada de alambre enrollado. Cada composición de imprimador se aplicó a aproximadamente 5,08 µm (0,2 mils) de espesor de película seca y se curó en un horno de gas durante 30 segundos a 232,2 °C (450 °F) de temperatura pico del metal. Posteriormente, se aplicó un recubrimiento superior de bobina (Durastar™ HP 9000 disponible en el mercado en PPG Industries) sobre el imprimador con una barra estirada de alambre enrollado a aproximadamente 19,05 µm (0,75 mils) de espesor de película seca y se curó en un horno de gas durante 30 segundos a 232,2 °C (450 °F) de temperatura pico del metal.

Resultados de pulverización con sal

Se prepararon paneles de pulverización con sal cortando un panel a aproximadamente 10,16 cm (4 pulgadas) de anchura y 12,7 cm (5 pulgadas) de longitud. Los bordes izquierdo y derecho se cortaron con una cizalla de metales. La cara de los paneles se rayó en el medio con una raya vertical y horizontal de aproximadamente 3,81 cm (1,5 pulgadas) de longitud y se separaron aproximadamente 1,27 cm (0,5 pulgadas). Esto se consigue con una herramienta de punta de wolframio y se extiende hacia abajo justo a través del recubrimiento orgánico.

La resistencia a la pulverización con sal se ensayó como se describe en ASTM B117. Los paneles se retiraron del ensayo de pulverización con sal después de 500 horas. Inmediatamente después de la pulverización con sal los paneles se lavaron con agua templada, las rayas y los bordes cortados se rasparon con una espátula de madera para retirar la sal acumulada y después se secaron con una toallita. Después de esto los paneles se sujetaron con cinta Scotch 610 para retirar el recubrimiento con ampollas.

Los paneles se evaluaron para ampollas formadas en la cara, fluencia del borde de corte y fluencia del rayado. Los valores del borde de corte se presentaron como un promedio de la fluencia máxima en los bordes cortados izquierdo y derecho en milímetros. Los valores de fluencia del rayado se presentaron como un promedio de la fluencia máxima (de rayado a fluencia) en las rayas vertical y horizontal en milímetros. Los resultados se ilustran en la Tabla 108 y 109, indicando el valor más bajo los mejores resultados de resistencia a la corrosión.

TABLA 108

Sustrato de Acero G90 HDG	Ejemplo 29A	Ejemplo 29B	Ejemplo 29C	Ejemplo 29D	Ejemplo 29E
Ampollas en la Cara	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Borde de Corte	5,5	3,5	5	5	3,5
Rayado	0	0,5	0,5	1,0	0

TABLA 109

Sustrato de Acero G90 HDG	Ejemplo 30A	Ejemplo 30B	Ejemplo 30C
Ampollas en la Cara	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Borde de Corte	3,5	6	5
Rayado	0	1,25	1,5

Los expertos en la materia apreciarán fácilmente que pueden hacerse modificaciones a la invención sin alejarse de los conceptos divulgados en la descripción anterior. Tales modificaciones deben considerarse incluidas dentro de las siguientes reivindicaciones a menos que las reivindicaciones, por su lenguaje, indiquen expresamente otra cosa. Por consiguiente, las realizaciones particulares descritas en detalle en este documento son solo ilustrativas y no limitativas del alcance de la invención, que debe darse por la amplitud completa de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de recubrimiento que comprende:

(1) una resina formadora de película para su uso en composiciones de recubrimiento OEM de automoción, composiciones de recubrimiento de acabado de automoción, composiciones de recubrimiento industrial, composiciones de recubrimiento arquitectónicas, composiciones de recubrimiento de bobinas y composiciones de recubrimiento aeroespacial;

(2) un componente promotor de la adhesión, en donde el componente promotor de la adhesión comprende:

(a) resina epoxi fosfatizada o

(b) fosfatos metálicos seleccionados de fosfato de cinc, fosfato de hierro, fosfato de manganeso, fosfato de calcio, fosfato de magnesio, fosfato de cobalto, fosfato de cinc-hierro, fosfato de cinc-manganeso y fosfato de cinc-calcio o

(c) organofosfatos o

(d) organofosfonatos o

(e) un ácido libre seleccionado de ácido tánico, ácido gálico, ácido fosfórico, ácido fosforoso, ácido malónico, ácido cítrico, un derivado de éster o de amida de los mismos, un complejo metálico de los mismos o una mezcla de los mismos; o

mezclas de (b), (c) o (d) con (e); y

(3) partículas resistentes a la corrosión en una cantidad del 3 al 50 % en volumen basado en el volumen total de la composición de recubrimiento que comprenden una pluralidad de óxidos inorgánicos y que tienen un diámetro esférico equivalente calculado de no más de 200 nanómetros determinado a partir del área superficial específica B.E.T. medida por adsorción de nitrógeno de acuerdo con la norma ASTM D 3663-78 de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{diámetro (nanómetros)} = 6000 / [\text{BET (m}^2/\text{g)} * \rho \text{ (gramos/cm}^3\text{)}]$$

en donde las partículas resistentes a la corrosión se seleccionan de partículas que comprenden:

(i) del 10 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc, del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de cerio y del 50 al 89,5 por ciento en peso de sílice;

(ii) del 10 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc, del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de calcio y del 50 al 89,5 por ciento en peso de sílice;

(iii) del 10 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc, del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de itrio y del 50 al 89,5 por ciento en peso de sílice;

(iv) del 10 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc, del 0,5 al 50 por ciento en peso de óxido de fósforo y del 25 al 89,5 por ciento en peso de sílice;

(v) del 10 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc, del 0,5 al 50 por ciento en peso de óxido de boro y del 25 al 89,5 por ciento en peso de sílice;

(vi) del 10 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc, del 0,5 al 50 por ciento en peso de óxido de molibdeno y del 25 al 89,5 por ciento en peso de sílice;

(vii) del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de cerio, del 0,5 al 50 por ciento en peso de óxido de boro y del 25 al 99 por ciento en peso de sílice;

(viii) del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de cerio, del 0,5 al 50 por ciento en peso de óxido de aluminio y del 25 al 99 por ciento en peso de sílice;

(ix) del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de cerio, del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc, del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de boro y del 25 al 98,5 por ciento en peso de sílice;

(x) del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de itrio, del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de fósforo, del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc y del 25 al 98,5 por ciento en peso de sílice;

(xi) del 0,5 al 5 por ciento en peso de óxido de itrio, del 0,5 al 5 por ciento en peso de óxido de molibdeno, del 0,5 al 25 por ciento en peso de óxido de cinc, del 0,5 al 5 por ciento en peso de óxido de cerio y del 60 al 98 por ciento en peso de sílice; y mezclas de los mismos,

en donde los porcentajes en peso están basados en el peso total de las partículas.

2. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en la que las partículas resistentes a la corrosión comprenden óxidos de cerio, de cinc y de silicio.

3. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en donde la composición está completamente libre de o comprende menos del 2 por ciento en peso, tal como menos del 0,05 por ciento en peso, de material que contiene cromo, basado en el peso total de la composición.

4. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en la que las partículas resistentes a la corrosión están completamente libres de o comprenden menos del 1 por ciento en peso, tal como menos del 0,05 por ciento en peso

de óxido de zirconio, basado en el peso total de la partícula.

- 5 5. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en la que la resina formadora de película comprende un polímero de polivinilo.
6. La composición de recubrimiento de la reivindicación 5, en la que el polímero de polivinilo comprende una resina de polivinil butiral.
- 10 7. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, que comprende además partículas de pigmento resistentes a la corrosión sin cromo convencionales, seleccionadas de fosfato de hierro, fosfato de cinc, sílice con intercambio de iones calcio, sílice coloidal, sílice amorfa sintética y molibdatos tales como molibdato de calcio, molibdato de cinc, molibdato de bario, molibdato de estroncio o una mezcla de los mismos.
- 15 8. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, que comprende además un alcoxisilano y una resina fenólica.
9. Un recubrimiento compuesto multicomponente que comprende al menos una capa de recubrimiento depositada a partir de la composición de recubrimiento de la reivindicación 1.
- 20 10. Un sustrato metálico recubierto al menos parcialmente con la composición de recubrimiento de la reivindicación 1.
11. Un método para potenciar la resistencia a la corrosión de un sustrato metálico, que comprende recubrir al menos una porción del sustrato con la composición de recubrimiento de la reivindicación 1.
- 25 12. Un método para reemplazar una composición resistente a la corrosión que contiene cromo convencional, que comprende proporcionar la composición de la reivindicación 1.

FIG. 1

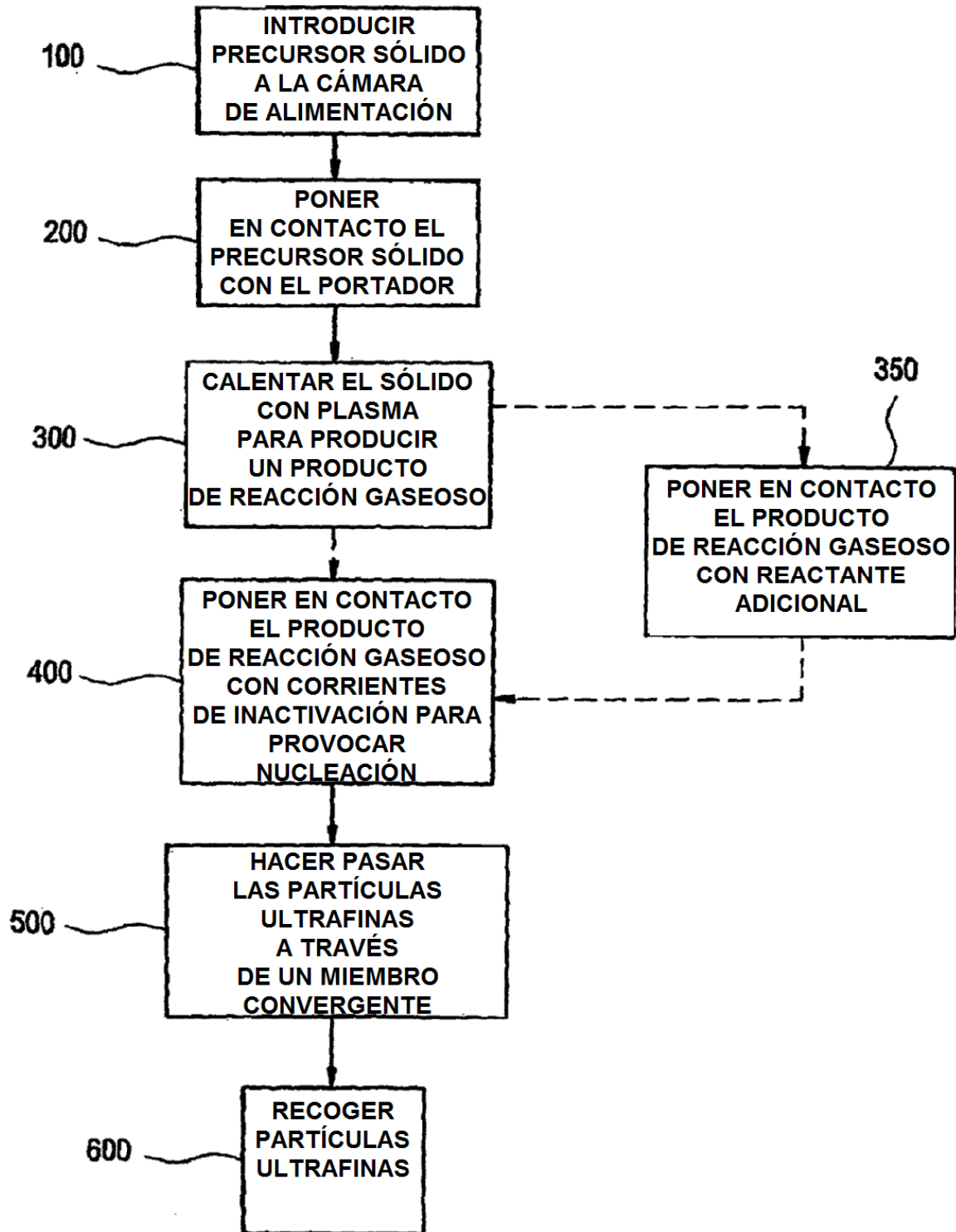


FIG. 2

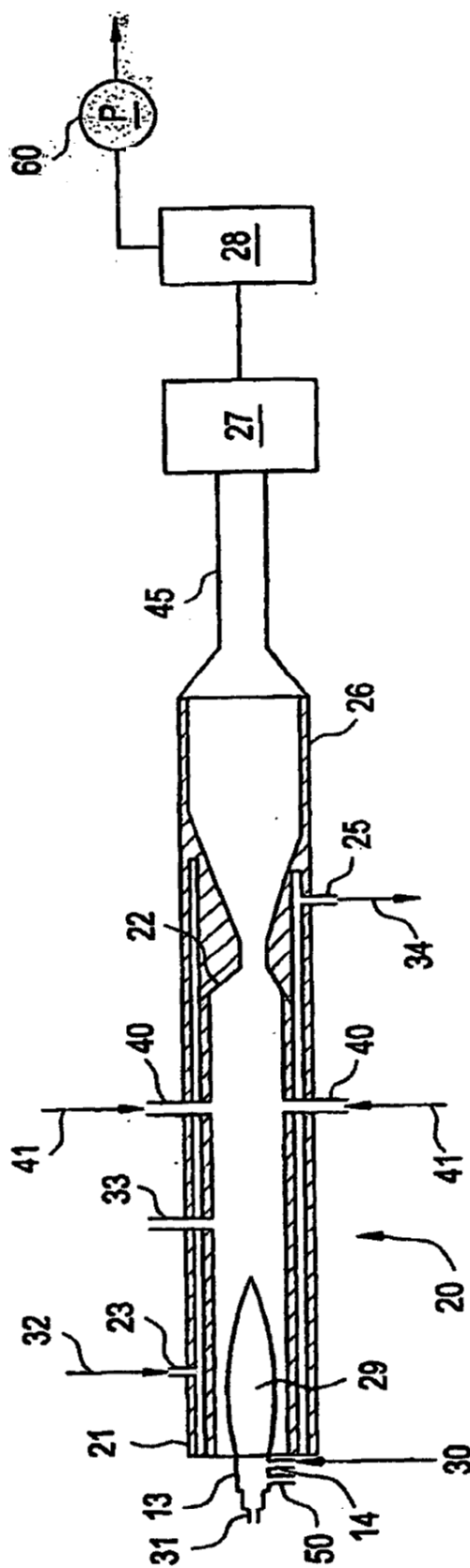


FIG. 3

