

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 743**

51 Int. Cl.:

C09K 15/02 (2006.01)

C09D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.09.2018** **PCT/CA2018/051083**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2020** **WO20047643**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2018** **E 18932592 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2024** **EP 3847223**

54 Título: **Composiciones de revestimiento de ánodos y usos de las mismas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2024

73 Titular/es:

GONTHIER, GHISLAIN (100.0%)
32 Carré Dominique
Blainville J7C 3E6, Québec, CA

72 Inventor/es:

ALLAIRE, CLAUDE;
JERBI, LOBNA y
TORREALBA, MARIA V.

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 983 743 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 revestimiento de ánodos y usos de las mismas

ANTECEDENTES

(a) Campo

- 5 La materia divulgada generalmente se relaciona con composiciones de revestimiento y usos de las mismas. Más particularmente, la materia sujeta relaciona a recubrir composiciones para formar un interfaz entre materiales de carbono, y el uso de estas composiciones para la limitación de corrosión de carbono, particularmente para disminuir reactividad de aire de ánodos de célula de reducción de aluminio.

(b) Estado de la técnica relacionado

- 10 Las técnicas para prevenir o reducir la oxidación por aire de los materiales de carbono incluyen el uso de recubrimientos. Dichos recubrimientos están hechos convencionalmente de compuestos que promueven, al calentarse, la formación de una fase vítrea sobre el material de carbono, como los óxidos de silicio y de bario cuando se mezclan con modificadores del vidrio como álcalis y/o álcalis térreos. Sin embargo, la formación de tales fases vítreas sólo es posible a temperaturas superiores a unos 600°C. Dado que la parte superior de los ánodos de carbono de las celdas de electrólisis de aluminio suele estar expuesta a temperaturas tan bajas como 400°C, su parte situada entre 400°C y 600°C no puede protegerse contra la oxidación del aire mediante dichas fases vítreas. Además, el bario es un contaminante para varias aplicaciones de aleaciones de aluminio, por lo que su uso es indeseable en estas aplicaciones.

- 20 El documento WO2006/038681 describe una composición de suspensión acuosa, una composición de recubrimiento acuoso y un artículo recubierto.

CN1354390A divulga el material sensible de la fotografía en color del haluro de plata y el método para formar la imagen en color.

DE 10 2008 033447 B3 divulga una mezcla silícea de materiales de construcción.

- 25 Por lo tanto, existe la necesidad de un recubrimiento que evite o reduzca la oxidación por aire de los materiales de carbono, como los ánodos utilizados en las células de electrólisis de aluminio.

Además, existe la necesidad de un revestimiento que evite o reduzca la oxidación por aire de los materiales de carbono que tienen una temperatura de fusión de unos 400°C.

También hay una necesidad de recubrimiento que para prevenir o reducir la oxidación del aire de los materiales de carbono que no comprenden bario.

- 30 Además, se necesitan revestimientos que eviten o reduzcan la oxidación por aire de los materiales de carbono que mitighen las desventajas de los productos existentes.

RESUMEN

Según una realización, se proporciona una composición de revestimiento acuoso para prevenir o reducir la oxidación por aire de un material de carbono que comprende:

- 35 una solución acuosa que comprenda una combinación de un saito de carbonato de sodio y un saito de carbonato de potasio que proporcione una relación molar equivalente $\text{Na}_2\text{O}:1<20$ de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 2,0, y agua, el revestimiento acuoso que tiene una temperatura de fusión de 400°C y hasta aproximadamente 600°C, para prevenir y/o reducir la oxidación por aire del material de carbono a partir de esa temperatura de fusión y por encima de ella, en el que el material de carbono está hecho de carbono seleccionado del grupo que consiste en grafito, petróleo, coque metalúrgico, un carbono parcialmente grafitizado o carbono amorfo.

El recubrimiento acuoso puede comprender además un saito de litio que proporcione un contenido molar equivalente de Li_2O que varíe entre aproximadamente el 17% y aproximadamente el 74% de la composición.

El recubrimiento acuoso tiene una temperatura de fusión de aproximadamente 400°C.

- 45 El saito sódico de carbonato puede seleccionarse del grupo compuesto por carbonato sódico (Na_2CO_3), y bicarbonato sódico (NaHCO_3), y sus combinaciones

El saito de potasio del carbonato se puede seleccionar del grupo que consiste en el carbonato de potasio (K_2CO_3), y el bicarbonato de potasio (KHCO_3), y las combinaciones de eso.

ES 2 983 743 T3

El saito de litio puede comprender:

un saito de litio de carbonato seleccionado del grupo que consiste en carbonato de litio (Li_2CO_3), bicarbonato de litio (LiHCO_3), y combinaciones de los mismos, LiF , una mezcla de LiF y NaF , y combinaciones de todo lo anterior.

- 5 La combinación de un saito sódico de carbonato y un saito potásico de carbonato puede ser una combinación de carbonato sódico y carbonato potásico.
- La combinación de un saito de carbonato sódico y un saito de carbonato potásico puede ser una combinación de bicarbonato sódico y bicarbonato potásico.
- La concentración del carbonato de sodio puede ser de aproximadamente 7% a aproximadamente 17% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- 10 El carbonato de sodio puede estar entre el 12% y el 14% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- El carbonato de sodio puede ser de aproximadamente 12,75% a aproximadamente 13,59% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- La concentración del bicarbonato de sodio puede ser de aproximadamente 11% a aproximadamente 31% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- 15 La concentración de bicarbonato sódico puede ser de aproximadamente el 21,68% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- La concentración del carbonato de potasio puede ser de aproximadamente 15% a aproximadamente 25% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- 20 La concentración del carbonato potásico puede ser de aproximadamente 20% a aproximadamente 22% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- La concentración del carbonato potásico puede ser de aproximadamente 20,32% a aproximadamente 21,67% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- La concentración del bicarbonato potásico puede ser de aproximadamente 19% a aproximadamente 43% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- 25 La concentración de bicarbonato potásico puede ser de aproximadamente el 31,58% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- El saito de litio puede ser carbonato de litio.
- El carbonato de litio puede estar en suspensión en el recubrimiento acuoso composición.
- 30 La concentración del carbonato de litio puede ser de aproximadamente 8% a aproximadamente 18% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- La concentración del carbonato de litio puede ser de aproximadamente 13,83% a aproximadamente 14,74% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- El recubrimiento acuoso puede comprender además un aglutinante líquido.
- 35 El aglutinante líquido puede comprender sílice coloidal, alúmina coloidal, a defloculante y combinaciones de los mismos.
- La concentración de sílice coloidal puede ser de hasta el 5% en peso de la composición acuosa de recubrimiento.
- La concentración de sílice coloidal puede ser del 0,65% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- 40 La concentración de alúmina coloidal puede ser de hasta el 8% en peso de la composición acuosa de recubrimiento.
- La concentración de alúmina coloidal puede ser del 5,55% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- El defloculante puede ser un polímero de injerto de polietilenglicol.
- La concentración del defloculante puede ser de hasta el 6% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.
- 45 Según otro caso de la divulgación pero que no forma parte de la invención reivindicada, puede proporcionarse una composición de revestimiento de imprimación acuosa para su aplicación a un material de carbono que

comprende:

una mezcla de óxido de aluminio (Al_2O_3), que comprende una combinación de óxido de aluminio seleccionada del grupo formado por óxido de aluminio calcinado, óxido de aluminio reactivo y óxido de aluminio fundido blanco; y;

5 agua.

La concentración del óxido de aluminio calcinado puede ser de aproximadamente 32% a 41% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

La concentración del óxido de aluminio calcinado puede ser de aproximadamente 35,29% a 38,07% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

10 La concentración del óxido de aluminio reactivo puede ser de aproximadamente 6% a 9% p/p de la composición acuosa de imprimación.

La concentración del óxido de aluminio reactivo puede ser de aproximadamente 7,41% a 7,99% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

15 La concentración de óxido de aluminio fundido blanco puede ser de aproximadamente 31% a 40% p/p de la composición acuosa de imprimación.

La concentración de óxido de aluminio fundido blanco puede ser de aproximadamente 34,13% a 36,81% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

El óxido de aluminio fundido blanco tiene un tamaño de partícula de hasta aproximadamente 0,2 mm.

20 La composición acuosa de revestimiento de imprimación puede comprender además un saito de calcio de carbonato.

El saito de calcio del carbonato se puede seleccionar del grupo que consiste en el carbonato de calcio (CaCO_3), el bicarbonato de calcio [$\text{Ca}(\text{HCQ}_3)_2$], y las combinaciones de esa

La concentración de carbonato cálcico puede llegar al 5% en peso.

La concentración de carbonato cálcico puede ser del 3,8% en peso.

25 La composición acuosa de revestimiento de imprimación puede comprender además un aglutinante líquido

El aglutinante líquido puede comprender sílice coloidal, alúmina coloidal, un defloculante y combinaciones de los mismos.

La concentración de sílice coloidal puede ser de hasta el 12% p/p de la composición acuosa de imprimación.

30 La concentración de sílice coloidal puede ser de aproximadamente 1,22% a aproximadamente 9,49% p/p de la composición acuosa de imprimación.

La concentración de alúmina coloidal puede ser de hasta el 14% p/p de la composición acuosa de imprimación.

La concentración de alúmina coloidal puede ser del 10,36% p/p de la composición acuosa de imprimación.

El defloculante puede ser un polímero de injerto de polietilenglicol.

35 La concentración del defloculante puede ser de aproximadamente 6% a aproximadamente 10% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

La concentración del defloculante puede ser de aproximadamente 7,42% a aproximadamente 7,64% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

40 Según otro caso de la divulgación pero que no forma parte de la invención reivindicada, puede proporcionarse un tratamiento químico para prevenir o reducir la oxidación por aire de un material de carbono que comprende:

una primera capa que comprende una composición acuosa de revestimiento de imprimación según la presente invención, que cubre una superficie externa expuesta al aire del material de carbono; y

una segunda capa, que cubre la primera capa, que comprende una composición acuosa de recubrimiento según la presente invención.

45 Según otro caso de la divulgación pero que no forma parte de la invención reivindicada, puede

proporcionarse un tratamiento químico para prevenir o reducir la oxidación por aire de un material de carbono que comprende:

un sustrato intermedio, que cubre una superficie externa expuesta al aire del material de carbono; y

5 una capa de una composición acuosa de recubrimiento según la presente invención, que cubre el sustrato intermedio.

La primera capa puede tener un espesor de película húmeda de entre 0,3 mm y 1 mm aproximadamente.

La primera capa puede tener un espesor de película húmeda de aproximadamente $0,5 \pm 0,1$ mm.

La segunda capa o la capa de una composición de revestimiento acuoso puede tener un espesor de película húmeda de aproximadamente 0,15 mm a aproximadamente 0,50 mm.

10 La segunda capa puede tener un espesor de película húmeda de aproximadamente $0,25 \pm 0,05$ mm.

El tratamiento químico puede tener un contenido de agua residual igual o inferior al 12% en peso.

Según otro caso de la divulgación pero que no forma parte de la invención reivindicada, puede proporcionarse un método de revestimiento de un material de carbono que comprende la etapa de poner en contacto un material de carbono que tiene un sustrato intermedio que cubre una superficie externa expuesta al aire del material de carbono, con una composición de revestimiento acuosa según la presente invención, para formar una capa sobre el mismo.

El sustrato intermedio puede ser una primera capa que comprenda una composición acuosa de revestimiento de imprimación según la presente invención.

20 La composición acuosa de recubrimiento puede aplicarse entre 5 minutos y 2 horas después de la aplicación del sustrato intermedio.

El sustrato intermedio puede formar una primera capa con un espesor de película húmeda de entre 0,3 mm y 1 mm aproximadamente.

El sustrato intermedio puede formar una primera capa con un espesor de película húmeda de aproximadamente $0,5 \pm 0,1$ mm.

25 La composición de revestimiento acuoso puede formar una segunda capa con un espesor de película húmeda de entre 0,15 mm y 0,50 mm aproximadamente.

La composición de revestimiento acuoso puede formar una segunda capa con un espesor de película húmeda de aproximadamente $0,25 \pm 0,05$ mm.

30 La composición acuosa de recubrimiento puede aplicarse a una viscosidad de entre 16,5 y 17 cPoise aproximadamente.

La composición acuosa de recubrimiento puede aplicarse a una temperatura de unos 50°C

El método puede comprender además la etapa de poner en contacto la superficie externa expuesta al aire del material de carbono con el sustrato intermedio, antes de poner en contacto el sustrato intermedio con la composición acuosa.

35 El método puede comprender la aplicación múltiple del sustrato intermedio.

El método puede comprender la aplicación múltiple de la composición acuosa de recubrimiento

Según otro caso de la divulgación, pero que no forma parte de la invención reivindicada, puede proporcionarse un método para preparar una formulación acuosa de revestimiento que comprende las etapas de

40 a) solubilización en agua de un saito de carbonato de sodio en presencia de un saito de carbonato de potasio para proporcionar una relación molar equivalente $\text{Na}_2\text{O}:1 < 20$ que varíe entre aproximadamente 0,4 y 1,8, con suficiente energía mecánica y térmica para obtener una solución estable que no presente precipitación ni formación de hidratos, para obtener una primera solución de saito;

45 b) mezclar en la primera solución saito un contenido molar equivalente de Li_2O que varíe entre aproximadamente el 17% y aproximadamente el 74% de la composición, para obtener la formulación acuosa de recubrimiento.

El saito sódico de carbonato puede seleccionarse del grupo formado por el carbonato sódico (Na_2CO_3), y el bicarbonato sódico (NaHCO_3), y sus combinaciones.

El saito de potasio del carbonato se puede seleccionar del grupo que consiste en el carbonato de potasio (K_2CO_3), y el bicarbonato de potasio (KHCO_3), y las combinaciones de eso

5 El contenido molar equivalente de Li_2O puede obtenerse a partir de:

un saito de litio de carbonato seleccionado del grupo consistente en carbonato de litio (Li_2CO_3), bicarbonato de litio (LiHCO_3), y combinaciones de los mismos,

LiF , una mezcla de LiF y NaF , y combinaciones de todo lo anterior.

10 El saito de carbonato de sodio y el saito de carbonato de potasio pueden ser una combinación de carbonato de sodio y carbonato de potasio.

El saito de carbonato de sodio y el saito de carbonato de potasio pueden ser una combinación de bicarbonato de sodio y bicarbonato de potasio.

La concentración del carbonato de sodio puede ser de aproximadamente 7% a aproximadamente 17% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

15 La concentración del carbonato de sodio puede ser de aproximadamente 12% a aproximadamente 14% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración del carbonato de sodio puede ser de aproximadamente 12,75% a aproximadamente 13,59% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

20 La concentración del bicarbonato de sodio puede ser de aproximadamente 11% a aproximadamente 31% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración de bicarbonato sódico puede ser de aproximadamente el 21,68% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración del carbonato potásico puede ser de aproximadamente 15% a aproximadamente 25% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

25 La concentración del carbonato potásico puede ser de aproximadamente 20% a aproximadamente 22% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración del carbonato potásico puede ser de aproximadamente 20,32% a aproximadamente 21,67% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

30 La concentración del bicarbonato potásico puede ser de aproximadamente 19% a aproximadamente 43% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración de bicarbonato potásico puede ser de aproximadamente el 31,58% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

El saito de litio de carbonato puede ser carbonato de litio.

El carbonato de litio puede estar en suspensión en la composición acuosa de recubrimiento.

35 La concentración del carbonato de litio puede ser de aproximadamente 8% a aproximadamente 18% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración del carbonato de litio puede ser de aproximadamente 13,83% a aproximadamente 14,74% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

El método puede comprender además un aglutinante líquido.

40 El aglutinante líquido puede comprender sílice coloidal, alúmina coloidal, un defloculante y combinaciones de los mismos.

La concentración de sílice coloidal puede ser de hasta el 5% en peso de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración de sílice coloidal puede ser del 0,65% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

45 La concentración de alúmina coloidal puede ser de hasta el 8% en peso de la composición acuosa de

recubrimiento.

La concentración de alúmina coloidal puede ser del 5,55% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

El defloculante puede ser un polímero de injerto de polietilenglicol.

La concentración del defloculante puede ser de hasta el 6% p/p de la composición acuosa de recubrimiento

5 La energía térmica suficiente puede ser de al menos 50°C.

La energía mecánica suficiente puede ser de 2 a 5 mJoule/seg.

El método puede comprender además la etapa, tras la etapa b), de mezclar en el aglutinante líquido.

La solución estable sin precipitación ni formación de hidratos puede ser estable durante al menos un mes a temperatura ambiente.

10 En la composición acuosa de revestimiento de la presente invención, el material de carbono está hecho de carbono seleccionado del grupo que consiste en grafito, petróleo, coque metalúrgico, carbono parcialmente grafitizado o carbono amorfo. En la composición acuosa de revestimiento de imprimación de la presente divulgación, o el tratamiento químico de la presente divulgación, o el método de la presente divulgación, el material de carbono puede estar hecho de carbono seleccionado del grupo que consiste en grafito, petróleo, coque metalúrgico, carbono parcialmente grafitizado o carbono amorfo.

15 En la composición de revestimiento acuoso de la presente invención, o la composición de revestimiento de imprimación acuosa de la presente divulgación, o el tratamiento químico de la presente divulgación, o el método de la presente divulgación, el material de carbono puede ser un ánodo de carbono, preferiblemente un ánodo de carbono consumible precocido.

20 A continuación se definen los siguientes términos.

Por "solución" se entiende una mezcla homogénea compuesta por dos o más sustancias. También se habla de solución acuosa cuando uno de los disolventes es el agua. En una mezcla de este tipo, un soluto es una sustancia disuelta en otra sustancia, conocida como disolvente. El proceso de mezcla de una solución se produce a una escala en la que intervienen los efectos de la polaridad química, lo que da lugar a interacciones propias de la solvatación. La solución asume la fase del disolvente cuando éste es la fracción mayor de la mezcla, como suele ocurrir. La concentración de un soluto en una solución es la masa de ese soluto expresada como porcentaje de la masa de toda la solución.

25 Por "material de carbono" se entiende un objeto o elemento fabricado a partir de carbono (es decir, grafito, coque de petróleo o metalúrgico o cualquier otro carbono parcialmente grafitizado, carbono amorfo), como los ánodos de carbono consumibles precocidos utilizados en el proceso de fundición del aluminio.

Por "aglutinante líquido" se entiende un líquido o una suspensión coloidal que puede aglutinar, a temperatura ambiente, tras transformaciones químicas como reacciones, gelificación o hidratación, un conjunto de partículas. Estas últimas, originalmente en estado pulverulento, se transforman por la acción del aglutinante líquido en un material rígido (módulo de elasticidad distinto de cero)

35 Las características y las ventajas del asunto sujeto de esto llegarán a ser más aparentes a la luz de la descripción detallada siguiente de embodiments seleccionado, cuando ilustrado en las figuras acompañantes. Como se comprenderá, la materia divulgada y reivindicada es susceptible de modificaciones en varios aspectos, todo ello sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En consecuencia, los dibujos y la descripción deben considerarse de carácter ilustrativo y no restrictivo, y el alcance total del objeto se establece en las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otras características y ventajas de la presente divulgación resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada en combinación con los dibujos adjuntos, en los que

La Fig. 1 ilustra la solubilidad del K₂CQ₃ saít en agua;

45 La Fig. 2 ilustra la solubilidad del Na₂CQ₃ saít en agua;

La Fig. 3 ilustra la relación entre la viscosidad y la temperatura de una composición de recubrimiento acuosa de la presente invención. La temperatura recomendada de aproximadamente 50 ± 1,5°C proporciona un intervalo de viscosidad de aproximadamente 16,5 a 17 cpoise;

50 La Fig. 4 ilustra la variación de la masa, la humedad relativa y la temperatura ambiente de las muestras de polvo de Na₂CO₃, K₂CO₃, Li₂CO₃, NaHCQ₃ y KHCQ₃ a lo largo del tiempo

La Fig. 5 ilustra el aspecto visual de las muestras recubiertas con revestimientos con 2,4 a 2,6% p/p de agua residual antes del ensayo, después del enfriamiento. No se aprecian daños

La Fig. 6 ilustra el aspecto visual de las muestras recubiertas con revestimientos con un 2,9 a 3,3% p/p de agua residual antes del ensayo, después del enfriamiento. Se aprecian grietas y desconchados tras el choque térmico;

Fig. 7 ilustra la variación de temperatura durante la preparación de una composición acuosa de recubrimiento según una realización de la presente invención;

La Fig. 8 ilustra una realización de un sistema de enfriamiento por agua para conseguir un enfriamiento rápido durante la preparación de las composiciones acuosas de recubrimiento de la presente invención; que puede ponerse en contacto con una fuente de agua para enfriar la composición preparada;

La Fig. 9 ilustra una realización de un sistema de refrigeración por agua para conseguir un enfriamiento rápido durante la preparación de las composiciones acuosas de recubrimiento de la presente invención; que puede ponerse en contacto con una fuente de agua para enfriar la composición preparada;

La Fig. 10 ilustra la variación de temperatura de la mezcla registrada al enfriarse, según una realización de la presente invención;

La Fig. 11 ilustra el resultado de un ensayo comparativo entre un electrodo de carbono revestido y no revestido y muestra que un electrodo de carbono no revestido sólo tiene un contenido de carbono residual del 2,75%, mientras que el electrodo revestido tiene un contenido de carbono residual del 97,16%;

La Fig. 12 ilustra el resultado de un ensayo comparativo entre un electrodo de carbono revestido y no revestido y muestra que un electrodo de carbono no revestido sólo tiene un contenido de carbono residual del 2,52%, mientras que el electrodo revestido tiene un contenido de carbono residual del 99,66%;

La Fig. 13 ilustra el resultado de un ensayo comparativo entre un electrodo de carbono revestido y uno no revestido y muestra que el electrodo de carbono no revestido tiene una pérdida de peso del 47% del contenido de carbono, mientras que el electrodo revestido tiene un contenido residual de carbono superior al 99%;

La Fig. 14 ilustra el resultado de las pruebas comparativas entre el electrodo de carbono revestido y el no revestido y muestra que el electrodo de carbono no revestido tiene una pérdida de peso del 66,10% del contenido de carbono, mientras que el electrodo revestido tiene un contenido residual de carbono superior al 98,41%;

Fig. 15 ilustra el resultado de una prueba comparativa entre el electrodo de carbono revestido y no revestido y mostrar que un carbono no revestido de conformidad con la electrólisis de aluminio

Cabe señalar que en los dibujos adjuntos, las características similares se identifican mediante números de referencia similares.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En realizaciones, se describe una composición de recubrimiento acuosa para prevenir o reducir la oxidación del aire de un material de carbono que comprende una solución acuosa que comprende una combinación de una sal de carbonato de sodio y una sal de carbonato de potasio, y agua, teniendo el recubrimiento acuoso una temperatura de fusión de 400°C y hasta 600°C, para prevenir y/o reducir la oxidación del aire de dicho material de carbono desde esa temperatura de fusión y superiores, en donde dicho material de carbono está hecho de carbono seleccionado del grupo que consiste en grafito, petróleo, coque metalúrgico, un carbono parcialmente grafitizado o carbono amorfo.

En una realización, la composición de revestimiento acuoso para prevenir o reducir la oxidación por aire de un material de carbono comprende una solución acuosa que comprende una combinación de una sal de carbonato de sodio y una sal de carbonato de potasio, una sal de litio y agua. A las sales de carbonato sódico y potásico se añade un contenido molar equivalente de Li_2O que varía entre aproximadamente el 17% y el 74% de la composición. El contenido molar equivalente de Li_2O debe ser proporcionado por carbonato de litio (Li_2CO_3), bicarbonato de litio (LiHCO_3), LiF , una mezcla de LiF y NaF , o una combinación o todos los anteriores, para alcanzar una temperatura de fusión teórica de 400°C, aunque tienen una solubilidad muy baja en agua. Entre el Li_2CO_3 , el LiF y el NaF , el primero tiene la densidad más baja (2,11, frente a 2,64 y 2,56 g/cm³, respectivamente). Entre estas sales, la Li_2CO_3 es la que presenta la menor velocidad de sedimentación en soluciones acuosas concentradas de Na_2CO_3 y K_2CO_3 .

Una realización de la presente invención se refiere a la formulación de una pintura al agua que puede estar hecha de una mezcla de sales de carbonato de sodio y sales de carbonato de potasio. La sal de carbonato de sodio y la sal de carbonato de potasio se mezclan en cantidades que proporcionan una relación molar equivalente de $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 2,0, para proporcionar un

ES 2 983 743 T3

recubrimiento acuoso que tiene una temperatura de fusión de 400°C y hasta 600°C.

La relación molar equivalente para las sales de carbonato de sodio y de potasio puede obtenerse de la siguiente manera:

Reacción	Equivalente molar
$2 \text{ NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + 2 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 moles de bicarbonato sódico = 1 mol de Na_2O equivalente
$2 \text{ KHCO}_3 = \text{K}_2\text{O} + 2 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 moles de bicarbonato potásico = 1 mol de K_2O equivalente
$\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$	1 mol de carbonato sódico = 1 mol de Na_2O equivalente
$\text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2$	1 mol de carbonato potásico = 1 mol de K_2O equivalente
NaF	1 mol de NaF = 1 mol de sodio y por tanto 1/2 mol de Na_2O equivalente
KF	1 mol de KF = 1 mol de potasio y por tanto 1/2 mol de K_2O equivalente

[illegible]

0.7 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.6, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.5, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.4, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.3, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.2, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.1, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.0, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 0.9, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.6, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.5, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.4, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.3, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.2, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.1, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.0, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 0.9, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.6, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.5, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.4, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.3, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.2, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.1, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.0, o desde aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.6, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.5, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.4, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.3, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.2, o aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.1, o desde aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.6, o aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.5, o aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.4, o aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.3, o aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.2, o desde aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.6, o aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.5, o aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.4, o aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.6, o aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.5, o aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.6, o aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 1.5 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.5 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 1.5 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 1.5 hasta aproximadamente 1.7, o aproximadamente 1.5 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 1.6 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.6 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 1.6 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 1.6 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 1.7 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.7 hasta aproximadamente 1.9, o aproximadamente 1.7 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 1.8 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 1.8 hasta aproximadamente 1.9, o desde aproximadamente 1.9 hasta aproximadamente 2.0, o aproximadamente 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, o 2.0. Dichos recubrimientos acuosos que comprenden las sales de sodio y las sales de potasio del carbonato, como Na_2CO_3 , K_2CO_3 , y en la relación molar equivalente indicada presentan temperaturas de fusión que pueden ser de 400°C y hasta 600°C, de manera que puedan reducir la oxidación del aire a partir de esa temperatura

Según otra realización, esta invención se refiere a la formulación de una pintura al agua que puede estar hecha de una mezcla de sales de carbonato de sodio, sales de carbonato de potasio y sales de litio. La sal de carbonato de sodio y la sal de carbonato de potasio se mezclan en cantidades que proporcionan una relación molar equivalente de $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1,8, para proporcionar un recubrimiento acuoso que tiene una temperatura de fusión de aproximadamente 400°C. En estas realizaciones, la combinación de la sal de carbonato de sodio y la sal de carbonato de potasio proporciona una relación molar equivalente de $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ que varía entre aproximadamente 0,4 y aproximadamente 1,8, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 1.2, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 1.0, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.9, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.8, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.6, o desde aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.5, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1.7, o desde

- aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1.2, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1.0, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 0.9, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 0.8, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 0.7, o desde aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 0.6, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1.2, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1.0, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 0.9, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 0.8, o desde aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 0.7, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.2, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1.0, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 0.9, o desde aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 0.8, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.2, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1.0, o desde aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 0.9, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.2, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1.0, o desde aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 0.8, o desde aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 1.0 hasta aproximadamente 1.2, o desde aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 1.1 hasta aproximadamente 1.3, o desde aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 1.2 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 1.3 hasta aproximadamente 1.4, o desde aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 1.4 hasta aproximadamente 1.5, o desde aproximadamente 1.5 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 1.5 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 1.5 hasta aproximadamente 1.6, o desde aproximadamente 1.6 hasta aproximadamente 1.8, o desde aproximadamente 1.6 hasta aproximadamente 1.7, o desde aproximadamente 1.7 hasta aproximadamente 1.8, o aproximadamente 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, y 1.8. Dichos recubrimientos acuosos que comprenden las sales de sodio y las sales de potasio de carbonato, tales como Na_2CO_3 , K_2CO_3 , en la relación molar equivalente indicada, y el salit de litio, tal como Li_2CO_3 , presentan temperaturas de fusión que pueden ser de unos 400°C , de manera que pueden prevenir y/o reducir la oxidación por aire a partir de dicha temperatura.
- Por lo tanto, en las realizaciones de la presente invención, el sodio salit de carbonato puede ser seleccionado del grupo que consiste en carbonato de sodio (Na_2CO_3), y bicarbonato de sodio (NaHCO_3), y combinaciones de los mismos. El salit de potasio de carbonato puede seleccionarse del grupo que consiste en carbonato de potasio (K_2CO_3), y bicarbonato de potasio (KHCO_3), y combinaciones de los mismos. En realizaciones preferidas, la combinación de salit de carbonato sódico y salit de carbonato potásico es una combinación de carbonato sódico y carbonato potásico. En otras realizaciones preferidas, la combinación de salit de carbonato sódico y salit de carbonato potásico es una combinación de bicarbonato sódico y bicarbonato potásico.

Según algunas realizaciones, la concentración de carbonato de sodio puede ser de aproximadamente 7% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 15% p/p, o desde aproximadamente 7% hasta

[illegible]

[illegible]

	Según otra realización, la concentración de carbonato de potasio puede ser de aproximadamente 15% hasta
	aproximadamente 25% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde
	aproximadamente 15% hasta aproximadamente 23% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta
	aproximadamente 22% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta aproximadamente 21% p/p, o desde
50	aproximadamente 15% hasta aproximadamente 20% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta
	aproximadamente 19% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde
	aproximadamente 15% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta
	aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 16% hasta aproximadamente 25% p/p, o desde
	aproximadamente 16% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde aproximadamente 16% hasta
55	aproximadamente 23% p/p, o desde aproximadamente 16% hasta aproximadamente 22% p/p, o desde
	aproximadamente 16% hasta aproximadamente 21% p/p, o desde aproximadamente 16% hasta
	aproximadamente 20% p/p, o desde aproximadamente 16% hasta aproximadamente 19% p/p, o desde
	aproximadamente 16% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 16% hasta
	aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 17% hasta aproximadamente 25% p/p, o desde
60	aproximadamente 17% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde aproximadamente 17% hasta
	aproximadamente 23% p/p, o desde aproximadamente 17% hasta aproximadamente 22% p/p, o desde
	aproximadamente 17% hasta aproximadamente 21% p/p, o desde aproximadamente 17% hasta
	aproximadamente 20% p/p, o desde aproximadamente 17% hasta aproximadamente 19% p/p, o desde
	aproximadamente 17% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 18% hasta
65	aproximadamente 25% p/p, o desde aproximadamente 18% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde

aproximadamente 18% hasta aproximadamente 23% p/p, o desde aproximadamente 18% hasta aproximadamente 22% p/p, o desde aproximadamente 18% hasta aproximadamente 21% p/p, o desde aproximadamente 18% hasta aproximadamente 20% p/p, o desde aproximadamente 18% hasta aproximadamente 19% p/p, o desde aproximadamente 19% hasta aproximadamente 25% p/p, o desde aproximadamente 19% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde aproximadamente 19% hasta aproximadamente 23% p/p, o desde aproximadamente 19% hasta aproximadamente 22% p/p, o desde aproximadamente 19% hasta aproximadamente 21% p/p, o desde aproximadamente 19% hasta aproximadamente 20% p/p, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 25% p/p, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 23% p/p, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 22% p/p, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 21% p/p, o desde aproximadamente 21% hasta aproximadamente 25% p/p, o desde aproximadamente 21% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde aproximadamente 21% hasta aproximadamente 23% p/p, o desde aproximadamente 22% hasta aproximadamente 25% p/p, o desde aproximadamente 22% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde aproximadamente 22% hasta aproximadamente 23% p/p, o desde aproximadamente 23% hasta aproximadamente 25% p/p, o desde aproximadamente 23% hasta aproximadamente 24% p/p, o desde aproximadamente 24% hasta aproximadamente 25% p/p, o aproximadamente 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, o aproximadamente 20.32% o aproximadamente 21,67% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

aproximadamente 43% p/p, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 42% p/p, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 41% p/p, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 40% p/p, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 39% p/p, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 38% p/p, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 37% p/p, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 36% p/p, o desde aproximadamente 36% hasta aproximadamente 43% p/p, o desde aproximadamente 36% hasta aproximadamente 42% p/p, o desde aproximadamente 36% hasta aproximadamente 41% p/p, o desde aproximadamente 36% hasta aproximadamente 40% p/p, o desde aproximadamente 36% hasta aproximadamente 39% p/p, o desde aproximadamente 36% hasta aproximadamente 38% p/p, o desde aproximadamente 36% hasta aproximadamente 37% p/p, o desde aproximadamente 37% hasta aproximadamente 43% p/p, o desde aproximadamente 37% hasta aproximadamente 42% p/p, o desde aproximadamente 37% hasta aproximadamente 41% p/p, o desde aproximadamente 37% hasta aproximadamente 40% p/p, o desde aproximadamente 37% hasta aproximadamente 39% p/p, o desde aproximadamente 37% hasta aproximadamente 38% p/p, o desde aproximadamente 38% hasta aproximadamente 43% p/p, o desde aproximadamente 38% hasta aproximadamente 42% p/p, o desde aproximadamente 38% hasta aproximadamente 41% p/p, o desde aproximadamente 38% hasta aproximadamente 40% p/p, o desde aproximadamente 38% hasta aproximadamente 39% p/p, o desde aproximadamente 39% hasta aproximadamente 43% p/p, o desde aproximadamente 39% hasta aproximadamente 42% p/p, o desde aproximadamente 39% hasta aproximadamente 41% p/p, o desde aproximadamente 39% hasta aproximadamente 40% p/p, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 43% p/p, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 42% p/p, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 41% p/p, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 40% p/p, o desde aproximadamente 41% hasta aproximadamente 43% p/p, o desde aproximadamente 41% hasta aproximadamente 42% p/p, o desde aproximadamente 42% hasta aproximadamente 43% p/p, o 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, 26%, 27%, 28%, 29%, 30%, 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 42%, 43%, o 31.58% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

Según algunas realizaciones, el contenido molar equivalente de Li_2O debe estar comprendido entre aproximadamente el 17% y aproximadamente el 74% de la composición. El contenido molar equivalente de Li_2O puede obtenerse a partir de un saito de litio que puede seleccionarse del grupo formado por carbonato de litio (Li_2CO_3), bicarbonato de litio (LiHCO_3), LiF , una mezcla de LiF y NaF , y una combinación de todos los anteriores.

La relación molar equivalente para las sales de litio puede obtenerse de la siguiente manera

Reacción	Equivalente molar
$\text{LbCQ3} = \text{Li}_2\text{O} + \text{CO}_2$	1 mol de LbCQ3 = 2 moles de Litio y por tanto 1 mol de LbO equivalente
$2 \text{LiHCQ3} = \text{Li}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 moles of LiHCQ3 = 1 mole of Li_2O equivalent
LiF	1 mol de LiF = 1 mol de litio y por tanto 1/2 mol de LbO equivalente

El contenido molar equivalente de Li_2O puede oscilar entre el 17% y el 74% de la composición, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 30% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 45% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 50% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 55% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 60% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 65% hasta aproximadamente 74%, o desde aproximadamente 70% hasta aproximadamente 74%, o desde 17% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 30% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 45% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 50% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 55% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 60% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 65% hasta aproximadamente 70%, o de 17% hasta aproximadamente 65%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 65%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 65%, o desde aproximadamente 30% hasta aproximadamente 70%, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 65%, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 65%, o desde aproximadamente 45% hasta aproximadamente 65%, o desde aproximadamente 50% hasta aproximadamente 65%, o desde aproximadamente 55% hasta aproximadamente 65%, o desde aproximadamente 60% hasta aproximadamente 65%, o de 17% hasta aproximadamente 60%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 60%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 60%, o desde aproximadamente 30% hasta

aproximadamente 60%, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 60%, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 60%, o desde aproximadamente 45% hasta aproximadamente 60%, o desde aproximadamente 50% hasta aproximadamente 60%, o desde aproximadamente 55% hasta aproximadamente 60%, o de 17% hasta aproximadamente 55%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 55%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 55%, o desde aproximadamente 30% hasta aproximadamente 55%, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 55%, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 55%, o desde aproximadamente 45% hasta aproximadamente 55%, o desde aproximadamente 50% hasta aproximadamente 55%, o de 17% hasta aproximadamente 50%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 50%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 50%, o desde aproximadamente 30% hasta aproximadamente 50%, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 50%, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 50%, o desde aproximadamente 45% hasta aproximadamente 50%, o de 17% hasta aproximadamente 45%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 45%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 45%, o desde aproximadamente 30% hasta aproximadamente 45%, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 45%, o desde aproximadamente 40% hasta aproximadamente 45%, o de 17% hasta aproximadamente 40%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 40%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 40%, o desde aproximadamente 30% hasta aproximadamente 40%, o desde aproximadamente 35% hasta aproximadamente 40%, o de 17% hasta aproximadamente 35%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 35%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 35%, o de 17% hasta aproximadamente 30%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 30%, o desde aproximadamente 25% hasta aproximadamente 30%, o de 17% hasta aproximadamente 25%, o desde aproximadamente 20% hasta aproximadamente 25%, o de 17% hasta aproximadamente 20%, o 17%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, o 74% de la composición.

En una realización preferida, el carbonato de litio es carbonato de litio. En una realización preferida, el carbonato de litio puede estar en suspensión en la composición acuosa de recubrimiento. El carbonato de litio puede ser cualquier forma de carbonato de litio en polvo. Sin embargo, pueden utilizarse partículas más pequeñas para favorecer la homogeneidad de la suspensión. Por ejemplo, pueden utilizarse partículas nanométricas de carbonato de litio para obtener suspensiones estables

El bicarbonato de litio también puede utilizarse en la composición de la presente invención. Sin embargo, está disponible principalmente en forma de solución con una concentración máxima de 5,39% p/p.

Según realizaciones, la concentración del carbonato de litio puede ser de aproximadamente 8% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 15% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 14% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 13% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 12% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 11% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 10% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 9% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 15% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 14% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 13% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 12% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 11% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 10% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 15% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 14% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 13% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 12% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 11% p/p, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 15% p/p, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 14% p/p, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 13% p/p, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 12% p/p, o desde aproximadamente 12% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 12% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 12% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 12% hasta aproximadamente 15% p/p, o desde aproximadamente 12% hasta aproximadamente 14% p/p, o desde aproximadamente 12% hasta aproximadamente 13% p/p, o desde aproximadamente 13% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 13% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 13% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 13% hasta aproximadamente 15% p/p, o desde

aproximadamente 13% hasta aproximadamente 14% p/p, o desde aproximadamente 14% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 14% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 14% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 14% hasta aproximadamente 15% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 15% hasta aproximadamente 16% p/p, o desde aproximadamente 16% hasta aproximadamente 18% p/p, o desde aproximadamente 17% hasta aproximadamente 17% p/p, o desde aproximadamente 17% hasta aproximadamente 18% p/p, o 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, o 13.83% hasta aproximadamente 14.74% p/p, o 13.83% p/p, o 14.74% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

Según otra realización, el LiF o el LiF mezclado con NaF pueden utilizarse como sales de litio según concentraciones que proporcionen el contenido molar Li₂O equivalente adecuado.

Según otra realización, el recubrimiento acuoso de la presente invención puede comprender además un aglutinante líquido. Tal como se utiliza aquí, el término "aglutinante líquido" significa un líquido o una suspensión coloidal que puede, aglutinar a temperatura ambiente, tras transformaciones químicas tales como reacciones, gelificación o hidratación, un conjunto de partículas. Estas últimas, originalmente en estado pulverulento, se transforman por la acción del aglutinante líquido en un material rígido (módulo de elasticidad distinto de cero). El aglutinante líquido puede comprender sílice coloidal, alúmina coloidal, un defloculante y combinaciones de los mismos.

En algunas realizaciones, la concentración de sílice coloidal puede llegar a 5% p/p, o hasta 4% p/p, o hasta 3% p/p, o hasta 2% p/p, o hasta 1% p/p, o hasta 0.5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 1%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 5%, o aproximadamente 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, o 0.65% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

En algunas realizaciones, la concentración de alúmina coloidal puede ser de hasta 8% p/p, o hasta 7% p/p, o hasta 6% p/p, o hasta 5% p/p, o hasta 4% p/p, o hasta el 3% p/p, o hasta el 2% p/p, o hasta el 1% p/p, o hasta el 0.5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 1%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 8%, o aproximadamente 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, o 5.55% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

En algunas realizaciones, el aglutinante líquido también puede incluir un defloculante, que es un compuesto que se añade a la composición para minimizar la sedimentación, evitar la floculación y dispersar los demás ingredientes, aumentar la fluidez de la composición y ayudar a formar un coloide o una suspensión. El defloculante puede seleccionarse del grupo formado por polímeros de injerto de polietilenglicol, como castament® FS10, FS20 o FS60.

En algunas realizaciones, la concentración del defloculante puede ser de hasta 6% p/p, o hasta 5% p/p, o hasta 4% p/p, o hasta 3% p/p, o hasta 2% p/p, o hasta 1% p/p, o hasta 0,5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 1%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 6%, o aproximadamente 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

Según otro ejemplo, se divulga una composición de revestimiento de imprimación acuosa para su aplicación a un material de carbono que comprende una mezcla de óxido de aluminio (Al_2O_3), que comprende una combinación de óxido de aluminio seleccionada del grupo que consiste en óxido de aluminio calcinado, óxido de aluminio reactivo y óxido de aluminio fundido blanco; y agua.

Los materiales de carbono, como los ánodos de carbono, no son humedecidos por las sales fundidas. El revestimiento acuoso de la presente invención se aplica preferentemente sobre un sustrato intermedio, como una composición de revestimiento de imprimación descrita en el presente documento. La composición de revestimiento de imprimación de la presente invención es una formulación de pintura a base de agua (designada composición de revestimiento de imprimación acuosa) que se adhiere mecánicamente en gran medida a los materiales de carbono, como los ánodos, rellenando sus defectos superficiales, como poros abiertos y microgrietas o microfisuras. Esta pintura contiene preferentemente hasta un 94 a 96% p/p de alúmina -óxido de aluminio- (en base seca). Pueden incluirse aglutinantes coloidales para actuar como sustrato de la composición acuosa de recubrimiento. Durante la aplicación de la composición de revestimiento acuoso sobre el revestimiento de imprimación acuoso, las sales disueltas de carbonato de sodio y potasio contenidas en la composición de revestimiento acuoso penetran en los poros abiertos del revestimiento de imprimación acuoso, mientras que la mayor parte del salit de carbonato de litio (por ejemplo, Li_2CO_3) de la composición de revestimiento acuoso se acumula en la superficie del revestimiento de imprimación acuoso. Debido a la solubilidad mucho menor de las sales NaHCO_3 y KHCO_3 en comparación con Na_2CO_3 y K_2CO_3 , respectivamente, se obtiene un menor grado de penetración en el revestimiento de imprimación acuoso con la composición de revestimiento acuoso alternativa cuya adherencia es, en consecuencia, menor, ya que se ha observado que es más fácil desprender un revestimiento hecho con bicarbonatos.

Por ejemplo, la concentración de óxido de aluminio calcinado puede ser de aproximadamente 32% a 41% p/p, o de aproximadamente 32% a 40% p/p, o de aproximadamente 32% a 39% p/p, o de aproximadamente 32% a 38% p/p, o de aproximadamente 32% a 37% p/p, o de aproximadamente 32% a 36% p/p, o de aproximadamente 32% a 35% p/p, o de aproximadamente 32% a 34% p/p, o de aproximadamente 32% a 33% p/p, o de aproximadamente 33% a 41% p/p, o de aproximadamente 33% a 40% p/p, o de aproximadamente 33% a 39% p/p, o de aproximadamente 33% a 38% p/p, o de aproximadamente 33% a 37% p/p, o de aproximadamente 33% a 36% p/p, o de aproximadamente 33% a 35% p/p, o de aproximadamente 33% a 34% p/p, o de aproximadamente 34% a 41% p/p, o de aproximadamente 34% a 40% p/p, o de aproximadamente 34% a 39% p/p, o de aproximadamente 34% a 38% p/p, o de aproximadamente 34% a 37% p/p, o de aproximadamente 34% a 36% p/p, o de aproximadamente 34% a 35% p/p, o de aproximadamente 35% a 41% p/p, o de aproximadamente 35% a 40% p/p, o de aproximadamente 35% a 39% p/p, o de aproximadamente 35% a 38% p/p, o de aproximadamente 35% a 37% p/p, o de aproximadamente 35% a 36% p/p, o de aproximadamente 36% a 41% p/p, o de aproximadamente 36% a 40% p/p, o de aproximadamente 36% a 39% p/p, o de aproximadamente 36% a 38% p/p, o de aproximadamente 36% a 37% p/p, o de aproximadamente 37% a 41% p/p, o de aproximadamente 37% a 40% p/p, o de aproximadamente 37% a 39% p/p, o de aproximadamente 37% a 38% p/p, o de aproximadamente 38% a 41% p/p, o de aproximadamente 38% a 40% p/p, o de aproximadamente 38% a 39% p/p, o de aproximadamente 39% a 41% p/p, o de aproximadamente 39% a 40% p/p, o es de aproximadamente 35.29% a 38.07% p/p o de aproximadamente 40% a 41% p/p, o de aproximadamente 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 41%, 35.29% o 38.07% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

Por ejemplo, la concentración de óxido de aluminio reactivo puede ser de aproximadamente 6% a 9% p/p, o desde aproximadamente 6% a 8% p/p, o desde aproximadamente 6% a 7% p/p, o desde aproximadamente 7% a 9% p/p, o desde aproximadamente 7% a 8% p/p, o desde aproximadamente 8% a 9% p/p, o desde aproximadamente 7.41% a 7.99% p/p o 6%, 7%, 8%, 9%, o 7.41% o 7.99% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

Por ejemplo, la concentración de óxido de aluminio fundido blanco puede ser de aproximadamente 31% a 40% p/p, o desde aproximadamente 31% a 39% p/p, o desde aproximadamente 31% a 38% p/p, o desde aproximadamente 31% a 37% p/p, o desde aproximadamente 31% a 36% p/p, o desde aproximadamente 31% a 35% p/p, o desde aproximadamente 31% a 34% p/p, o desde aproximadamente 31% a 33% p/p, o desde aproximadamente 31% a 32% p/p, o desde aproximadamente 32% a 40% p/p, o desde aproximadamente 32% a 39% p/p, o desde aproximadamente 32% a 38% p/p, o desde aproximadamente 32% a 37% p/p, o desde aproximadamente 32% a 36% p/p, o desde aproximadamente 32% a 35% p/p, o desde aproximadamente 32% a 34% p/p, o desde aproximadamente 32% a 33% p/p, o desde aproximadamente 33% a 40% p/p, o desde aproximadamente 33% a 39% p/p, o desde aproximadamente 33% a 38% p/p, o desde aproximadamente 33% a 37% p/p, o desde aproximadamente 33% a 36% p/p, o desde aproximadamente 33% a 35% p/p, o desde aproximadamente 33% a 34% p/p, o desde aproximadamente 34% a 40% p/p, o desde aproximadamente 34% a 39% p/p, o desde aproximadamente 34% a 38% p/p, o desde aproximadamente 34% a 37% p/p, o desde aproximadamente 34% a 36% p/p, o desde aproximadamente 34% a 35% p/p, o desde aproximadamente 35% a 40% p/p, o desde aproximadamente 35% a 39% p/p, o desde aproximadamente 35% a 38% p/p, o desde aproximadamente 35% a 37% p/p, o desde aproximadamente 35% a 36% p/p, o desde aproximadamente 36% a 40% p/p, o desde aproximadamente 36% a 39% p/p, o desde aproximadamente 36% a 38% p/p, o desde aproximadamente 36% a 37% p/p, o desde aproximadamente 37% a 40% p/p, o desde aproximadamente 37% a 39% p/p, o desde aproximadamente 37% a 38% p/p, o desde aproximadamente 38% a 40% p/p, o desde aproximadamente 38% a 39% p/p, o desde aproximadamente 39% a 40% p/p, or is from about 34.13% a 36.81% p/p, or about 31%, 32%, 33%, 34%, 35%, 36%, 37%, 38%, 39%, 40%, 34.13% or 36.81% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

Por ejemplo, el óxido de aluminio fundido blanco puede tener un tamaño de partícula de hasta 0,2 mm o menos (es decir, que pase a través del tamiz ASTM Tyler Mesh nº 70).

En algunos ejemplos, la composición acuosa de imprimación puede comprender además un saito de carbonato cálcico, y el saito de carbonato cálcico puede seleccionarse del grupo que consiste en carbonato cálcico (CaCO_3), bicarbonato cálcico [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$], y combinaciones de los mismos.

Por ejemplo, la concentración de carbonato de calcio puede ser de hasta el 5% p/p, o hasta el 4% p/p, o hasta el 3% p/p, o hasta el 2% p/p, o hasta el 1% p/p, o hasta el 0.5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 1%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 5%, o aproximadamente 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, o 3.8% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

En algunos ejemplos, la composición acuosa de revestimiento de imprimación puede comprender además un aglutinante líquido. El aglutinante líquido puede comprender sílice coloidal, alúmina coloidal, un defloculante y combinaciones de los mismos.

Por ejemplo, la concentración de sílice coloidal puede ser de hasta 12% p/p, o hasta el 11% p/p, o hasta el 10% p/p, o hasta el 9% p/p, o hasta el 8% p/p, o hasta el 7% p/p, o hasta el 6% p/p, o hasta el 5% p/p, o hasta el 4% p/p, o hasta el 3% p/p, o hasta el 2% p/p, o hasta el 1% p/p, o hasta el 0,5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 9%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 0.5% hasta aproximadamente 1%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 9%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 1% hasta aproximadamente 2%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 9%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 3%, o desde aproximadamente 2% hasta aproximadamente 2%

7%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 3% hasta aproximadamente 4%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 9%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 4% hasta aproximadamente 5%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 9%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 7%, o desde aproximadamente 5% hasta aproximadamente 6%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 9%, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 9%, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 8%, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 9%, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 10%, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 11%, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 11% hasta aproximadamente 12%, o desde aproximadamente 12% hasta aproximadamente 14%, o desde aproximadamente 12% hasta aproximadamente 13%, o desde aproximadamente 13% hasta aproximadamente 14%, o aproximadamente 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14% o 10.36% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

En algunos ejemplos, el aglutinante líquido también puede incluir un defloculante, que es un compuesto que se añade a la composición para minimizar la sedimentación, evitar la floculación y dispersar los demás ingredientes, aumentar la fluidez de la composición y ayudar a formar un coloide o una suspensión. El defloculante puede seleccionarse del grupo formado por polímeros de injerto de polietilenglicol como castament® FS10, FS20 o FS60.

Por ejemplo, el defloculante puede ser de aproximadamente un 6% hasta aproximadamente 10% p/p, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 9% p/p, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 8% p/p, o desde aproximadamente 6% hasta aproximadamente 7% p/p, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 10% p/p, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 9% p/p, o desde aproximadamente 7% hasta aproximadamente 8% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 10% p/p, o desde aproximadamente 8% hasta aproximadamente 9% p/p, o desde aproximadamente 9% hasta aproximadamente 10% p/p, o aproximadamente 7.42% hasta aproximadamente 7.64% p/p, o aproximadamente 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, o 7.42%, o 7.64% p/p de la composición acuosa de revestimiento de imprimación.

Procedimiento de aplicación de revestimientos

Los baños de la composición acuosa de revestimiento y de la composición acuosa de revestimiento de imprimación pueden aplicarse sobre las superficies del material de carbono (es decir, las superficies de los ánodos) mediante técnicas bien conocidas en la técnica, como cepillado, laminado, inmersión y pulverización. En el caso de la pulverización, puede utilizarse pulverización a presión o sin aire. La pulverización sin aire es la técnica preferida, sobre todo porque es rápida y favorece la máxima homogeneidad del revestimiento.

Por lo tanto, también se divulga un tratamiento químico para prevenir o reducir la oxidación por aire de un material de carbono que comprende una primera capa que comprende una composición acuosa de revestimiento de imprimación según la presente invención (y descrita anteriormente), que cubre una superficie externa expuesta al aire del material de carbono; y una segunda capa, que cubre la primera capa,

que comprende una composición acuosa de revestimiento según la presente invención y descrita anteriormente.

En los ejemplos, independientemente de la técnica de aplicación utilizada, la composición acuosa de revestimiento de imprimación debe aplicarse primero sobre las superficies del material de carbono (es decir, las superficies de los ánodos) para formar la primera capa. Aplicación múltiple de la composición acuosa de revestimiento de imprimación. En la presente divulgación, la primera capa debe tener un espesor de película húmeda (WFT) entre aproximadamente 0,3 hasta aproximadamente 1 mm, o aproximadamente 0.3 hasta aproximadamente 0.9 mm, o aproximadamente 0.3 hasta aproximadamente 0.8 mm, o aproximadamente 0.3 hasta aproximadamente 0.7 mm, o aproximadamente 0.3 hasta aproximadamente 0.6 mm, o aproximadamente 0.3 hasta aproximadamente 0.5 mm, o aproximadamente 0.3 hasta aproximadamente 0.4 mm, o aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 1 mm, o aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.9 mm, o aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.8 mm, o aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.7 mm, o aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.6 mm, o aproximadamente 0.4 hasta aproximadamente 0.5 mm, o aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 1 mm, o aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 0.9 mm, o aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 0.8 mm, o aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 0.7 mm, o aproximadamente 0.5 hasta aproximadamente 0.6 mm, o aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 1 mm, o aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 0.9 mm, o aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 0.8 mm, o aproximadamente 0.6 hasta aproximadamente 0.7 mm, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 1 mm, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 0.9 mm, o aproximadamente 0.7 hasta aproximadamente 0.8 mm, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 1 mm, o aproximadamente 0.8 hasta aproximadamente 0.9 mm, o aproximadamente 0.9 hasta aproximadamente 1 mm, o aproximadamente 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 mm, y preferiblemente de aproximadamente 0.5 ± 0.1 mm.

Tras el recubrimiento de la superficie con la composición acuosa de recubrimiento de imprimación, la composición acuosa de recubrimiento (precalentada a 50°C) debe aplicarse sobre la primera capa (la composición acuosa de recubrimiento de imprimación) en un plazo de entre 5 minutos y 2 horas tras la aplicación de la composición acuosa de recubrimiento de imprimación (es decir, durante el periodo de secado de la composición acuosa de revestimiento de imprimación) y preferiblemente después de al menos 5 minutos de la aplicación de la composición acuosa de revestimiento de imprimación (es decir, después de que se inicie el fortalecimiento de la composición acuosa de revestimiento de imprimación). Debe tenerse en cuenta que un periodo de secado a temperatura ambiente más largo puede promover la formación de una fina capa de gel en la composición acuosa de revestimiento de imprimación que reduciría significativamente la adherencia de la composición acuosa de revestimiento. Dicha formación de capa de gel puede evitarse precalentando la superficie que contiene la composición de revestimiento de imprimación acuosa a unos 110°C antes de aplicar la pintura de composición de revestimiento acuosa.

Como se muestra en el Ejemplo 13, es necesario precalentar la composición acuosa de recubrimiento para alcanzar la viscosidad de trabajo preferida (o recomendada) para la pulverización sin aire.

En la presente divulgación, la segunda capa (es decir, la composición de revestimiento acuoso) debe tener un espesor de película húmeda de entre 0,15 y 0,50 aproximadamente. mm, o aproximadamente 0.15 y aproximadamente 0.45 mm, o aproximadamente 0.15 y aproximadamente 0.40 mm, o aproximadamente 0.15 y aproximadamente 0.35 mm, o aproximadamente 0.15 y aproximadamente 0.30 mm, o aproximadamente 0.15 y aproximadamente 0.25 mm, o aproximadamente 0.15 y aproximadamente 0.20 mm, o aproximadamente 0.20 y aproximadamente 0.50 mm, o aproximadamente 0.20 y aproximadamente 0.45 mm, o aproximadamente 0.20 y aproximadamente 0.40 mm, o aproximadamente 0.20 y aproximadamente 0.35 mm, o aproximadamente 0.20 y aproximadamente 0.30 mm, o aproximadamente 0.20 y aproximadamente 0.25 mm, o aproximadamente 0.25 y aproximadamente 0.50 mm, o aproximadamente 0.25 y aproximadamente 0.45 mm, o aproximadamente 0.25 y aproximadamente 0.40 mm, o aproximadamente 0.25 y aproximadamente 0.35 mm, o aproximadamente 0.25 y aproximadamente 0.30 mm, o aproximadamente 0.30 y aproximadamente 0.50 mm, o aproximadamente 0.30 y aproximadamente 0.45 mm, o aproximadamente 0.30 y aproximadamente 0.40 mm, o aproximadamente 0.30 y aproximadamente 0.35 mm, o aproximadamente 0.35 y aproximadamente 0.50 mm, o aproximadamente 0.35 y aproximadamente 0.45 mm, o aproximadamente 0.35 y aproximadamente 0.40 mm, o aproximadamente 0.40 y aproximadamente 0.50 mm, o aproximadamente 0.40 y aproximadamente 0.45 mm, o aproximadamente 0.45 y aproximadamente 0.50 mm, o aproximadamente 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, y preferiblemente 0.25 ± 0.05 mm).

Niveles de humedad

La composición acuosa de recubrimiento que utiliza carbonatos de sodio y potasio (Ejemplo 10), a diferencia de la composición acuosa de recubrimiento de imprimación, puede ser muy sensible a los niveles de humedad atmosférica debido a la higroscopicidad del carbonato de sodio y sobre todo de potasio del baño. La fórmula alternativa de composición acuosa de recubrimiento (Ejemplo 11), que utiliza bicarbonatos de sodio y potasio, puede ser mucho menos sensible a la humedad, ya que la higroscopicidad de los bicarbonatos de sodio y

potasio del baño es mucho menor en comparación con los carbonatos de sodio y potasio, respectivamente. Véase el ejemplo 14.

Cuando se exponen al aire con una humedad relativa superior al 40%, estas sales se convierten en bicarbonatos y/o en una cantidad excesiva de hidratos que alteran el revestimiento debido al aumento del volumen molar. Por lo tanto, de acuerdo con la presente divulgación, la aplicación de la composición acuosa de revestimiento debe realizarse bajo una condición de humedad relativa máxima del 40%, que debe mantenerse hasta que el contenido de agua residual del tratamiento químico (composición acuosa de revestimiento + composición acuosa de revestimiento de imprimación) alcance el 2,5% p/p o menos. Por ejemplo, a una temperatura de 30°C y una humedad relativa del 40%, este último contenido máximo de agua residual se alcanza después de unas 12 horas tras la aplicación de la composición acuosa de recubrimiento. Tras el periodo mencionado, los ánodos recubiertos pueden ponerse en funcionamiento sin sufrir daños en el recubrimiento por choque térmico (véase el Ejemplo 15).

Los ánodos revestidos también pueden almacenarse a una temperatura superior o igual a 5°C, independientemente del nivel de humedad relativa de la atmósfera (preferiblemente inferior al 70%). Si el almacenamiento se realiza a una humedad relativa superior al 40%, los ánodos revestidos tal vez deban secarse antes de su uso para reducir su contenido de agua residual de revestimiento al 2,5% p/p o menos, como se demuestra en el Ejemplo 16 a continuación.

Según otro ejemplo, se divulga un método de preparación de una formulación acuosa de recubrimiento que comprende las etapas de

a) a) solubilización en agua de un saito de carbonato de sodio en presencia de un saito de carbonato de potasio para proporcionar una relación molar equivalente $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ que varíe entre aproximadamente 0,4 y 1,8, con suficiente energía mecánica y térmica para obtener una solución estable que no presente precipitación ni formación de hidratos, para obtener una primera solución de saito;

b) b) mezclar en la primera solución saito un contenido molar equivalente de Li_2O que varíe entre aproximadamente 17% y aproximadamente 74%, para obtener la formulación acuosa de recubrimiento.

El saito sódico de carbonato puede seleccionarse del grupo formado por el carbonato sódico (Na_2CO_3), y el bicarbonato sódico (NaHCO_3), y sus combinaciones.

El saito de potasio del carbonato se puede seleccionar del grupo que consiste en el carbonato de potasio (K_2CO_3), y el bicarbonato de potasio (KHCO_3), y las combinaciones de eso.

El contenido molar equivalente de Li_2O puede obtenerse a partir de un carbonato de litio seleccionado del grupo formado por carbonato de litio (Li_2CO_3), bicarbonato de litio (LiHCO_3) y sus combinaciones, LiF , una mezcla de LiF y NaF y combinaciones de todos los anteriores.

El saito de carbonato de sodio y el saito de carbonato de potasio pueden ser una combinación de carbonato de sodio y carbonato de potasio.

El saito de carbonato de sodio y el saito de carbonato de potasio pueden ser una combinación de bicarbonato sódico y bicarbonato potásico.

La concentración de carbonato de sodio puede ser de aproximadamente 7% a aproximadamente 17% p/p de la composición acuosa de recubrimiento, de aproximadamente 12% a aproximadamente 14% p/p de la composición acuosa de recubrimiento, o de aproximadamente 12,75% a aproximadamente 13,59% p/p de la composición acuosa de recubrimiento

La concentración del bicarbonato de sodio puede ser de aproximadamente 11% a aproximadamente 31% p/p de la composición acuosa de recubrimiento, o de aproximadamente 21,68% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración de carbonato de potasio puede ser de aproximadamente 15% a aproximadamente 25% p/p de la composición acuosa de recubrimiento, o de aproximadamente 20% a aproximadamente 22% p/p de la composición acuosa de recubrimiento, o de aproximadamente 20,32% a aproximadamente 21,67% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La concentración del bicarbonato potásico puede ser de aproximadamente 19% a aproximadamente 43% p/p de la composición acuosa de recubrimiento o de aproximadamente 31,58% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

El saito de carbonato de litio puede ser carbonato de litio. El carbonato de litio puede estar en suspensión en la composición acuosa de recubrimiento. La concentración del carbonato de litio puede ser de

aproximadamente 8% a aproximadamente 18% p/p de la composición acuosa de recubrimiento. La concentración de carbonato de litio puede ser de aproximadamente 13,83% a aproximadamente 14,74% p/p de la composición de revestimiento acuoso.

5 En el método de la presente invención, la composición puede comprender además un aglutinante líquido. El aglutinante líquido puede comprender sílice coloidal, alúmina coloidal, un defloculante y combinaciones de los mismos.

La concentración de sílice coloidal es de hasta 5% p/p de la composición acuosa de recubrimiento, o 0,65% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

10 La concentración de alúmina coloidal es de hasta 8% p/p de la composición acuosa de recubrimiento, o 5,55% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

El defloculante puede ser un polímero de injerto de polietilenglicol. La concentración del defloculante es de hasta el 6% p/p de la composición acuosa de recubrimiento.

La energía térmica suficiente puede ser de al menos 50°C.

15 La energía mecánica suficiente (o potencia) puede ser de aproximadamente 2 a 5 mJoule/seg, o de aproximadamente 2 a 4 mJoule/seg, o de aproximadamente 2 a 3 mJoule/seg, o de aproximadamente 3 a 5 mJoule/seg, o de aproximadamente 3 a 4 mJoule/seg, o de aproximadamente 3 a 5 mJoule/seg.

El método puede comprender además la etapa, tras la etapa b), de mezclar en el aglutinante líquido

La solución estable sin precipitación ni formación de hidratos puede ser estable durante al menos un mes a temperatura ambiente.

20 La presente invención se comprenderá más fácilmente si se hace referencia a los siguientes ejemplos, que se dan para ilustrar la invención y no para limitar su alcance

EJEMPLOS

Disolución de carbonatos de sodio y potasio

25 Se ha descubierto inesperadamente que la cantidad de carbonatos de sodio y de potasio que puede disolverse en agua puede superar su límite de solubilidad respectivo cuando se mezclan en condiciones específicas. 5% p/p Na_2CO_3 exenta de precipitado e hidrato, incluso a una temperatura tan baja como 5°C. Cabe señalar que estas dos concentraciones son las que intervienen en la primera fórmula preferida de composición de revestimiento acuoso cuando se considera el 50% p/p de contenido en agua de la alúmina coloidal de baño y de la sílice coloidal utilizada.

30 Como se muestra en los siguientes ejemplos, las mejores condiciones para lograr la disolución total de la mezcla de sales anterior en agua es calentar esta última a 40-50°C y mezclar las sales a 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de altas revoluciones.

EJEMPLO 1

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN SALINA ACUOSA DE K_2CO_3 Y Na_2CO_3 1

35 Primero se introdujeron 533,07 g de agua destilada en un vaso de precipitados. A continuación, se calentó el agua hasta 50°C (evitando la evaporación) antes de añadir 216,66 g de carbonato de potasio (K_2CO_3) (es decir, 40,64% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 72,5°C. Tras 1 min de mezcla a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de altas revoluciones, el carbonato de potasio se disolvió totalmente, como era de esperar (véanse la Tabla 1 y la Fig. 1). A continuación, se
40 añadieron 135,93 g de carbonato sódico (Na_2CO_3) (es decir, 25,50% p/p) a la solución mientras se mezclaba a la misma velocidad. Transcurridos diez minutos, se completó la disolución de carbonato sódico mientras la temperatura descendía a 69,5°C. Según la Tabla 1, el 13,85% p/p del carbonato sódico no debería haberse disuelto, basándose en su límite de solubilidad a 70°C. Después de 1 mes de almacenamiento a temperatura ambiente (25 a 31°C), la solución acuosa seguía sin mostrar signos de precipitación o formación de hidratos,
45 ni después de 3 días adicionales de almacenamiento a 18°C dentro de una sala de temperatura controlada.

	Contenido en agua	Contenido en carbonatos	Solubilidad a 70°C	Contenido de agua necesario para la disolución completa de K ₂ CO ₃	Contenido de agua disponible para la disolución de Na ₂ CO ₃	Na ₂ CO ₃ disuelto disuelto en agua disponible	Contenido de Na ₂ CO ₃ no disuelto	
	(g)	(g)	(g/100g H ₂ O)	(g)	(g)	(g)	(g)	(o/op/p)
K ₂ CO ₃	533.07	216.66	139.5	155.31	377.76	----	----	----
Na ₂ CO ₃		135.93	31	----		117.11	18.82	13.85

Tabla 1

EJEMPLO 2**PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN SALINA ACUOSA 2 DE K₂CO₃ Y Na₂CO₃**

- 5 Primero se introdujeron 533,07 g de agua destilada en un vaso de precipitados. El agua se calentó hasta 50°C (evitando la evaporación) antes de añadir 135,93 g de carbonato sódico (es decir, 25,50% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 63,2°C. Tras 5 min de mezcla a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de altas revoluciones, el carbonato se disolvió totalmente como se esperaba (véanse la Tabla 2 y la Fig. 2). A continuación, se añadieron 216,66 g de carbonato potásico (es decir, 40,64% p/p) a la solución mientras se mezclaba a la misma velocidad. Transcurridos cinco minutos, se completó la disolución del carbonato sódico, mientras que la temperatura alcanzó los 70,8°C. Según la Tabla 2, el 39,10% p/p del carbonato de potasio no debería haberse disuelto en función de su límite de solubilidad a 70°C. Después de 1 mes de almacenamiento a temperatura ambiente (25 a 31°C), la solución acuosa seguía sin mostrar signos de precipitación o formación de hidratos, ni después de 3 días adicionales de almacenamiento a 18°C en una sala de temperatura controlada.

	Contenido en agua	Contenido en carbonatos	Solubility at 70°C	Contenido de agua necesario para la disolución completa del Na ₂ CO ₃	Contenido de agua disponible para la disolución de K ₂ CO ₃	K ₂ CO ₃ disuelto en el agua disponible	Contenido de K ₂ CO ₃ no disuelto	
	(g)	(g)	(g/100 g H ₂ O)	(g)	(g)	(g)	(g)	(% w/w)
K ₂ C O ₃	533.07	216.66	139.5	----	94.59	131.95	84.71	39.10
Na ₂ C O ₃		135.93	31	438.48		----	----	----

15 Tabla 2

EJEMPLO 3**PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ACUOSA DE K₂CO₃ Y Na₂CO₃ 3**

- 20 En primer lugar, se introdujeron 533,07 g de agua destilada en un vaso de precipitados y se calentaron hasta 50 °C (evitando la evaporación). A continuación, se añadió al agua una mezcla prehomogenizada de 135,93 g de carbonato de sodio (es decir, 25,50% p/p) y 216,66 g de carbonato de potasio (es decir, 40,64% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 75,8°C. Tras 10 minutos de mezclado a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de altas revoluciones, los dos carbonatos se disolvieron totalmente y la temperatura descendió a 66°C. Después de 1 mes de almacenamiento a

temperatura ambiente (25 a 31°C), la solución acuosa seguía sin mostrar ningún signo de precipitación o formación de hidratos, ni después de 3 días adicionales de almacenamiento a 18°C (dentro de una habitación con temperatura controlada) o después de 5,5 horas de almacenamiento a 5°C (dentro del líquido refrigerante de un baño termostático).

5 **EJEMPLO 4**

PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ACUOSA DE K₂CO₃ Y Na₂CO₃ 4

Primero se introdujeron 211,84 g de agua destilada en un vaso de precipitados y se calentaron hasta 45°C (evitando la evaporación). A continuación, se añadió al agua una mezcla prehomogenizada de 54,37 g de carbonato de sodio (es decir, 25,50% p/p) y 86,66 g de carbonato de potasio (es decir, 40,64% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 66°C. Después de 8 minutos de mezcla a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de alta revolución, los dos carbonatos se disolvieron totalmente y la temperatura bajó a 55,6°C. A continuación, se añadieron 2,78 g de sílice coloidal (Levasil™ 50/80) a la solución y se mezclaron a la misma velocidad angular descrita anteriormente durante 1 min. Después de 3 días de almacenamiento a 18°C dentro de una sala de temperatura controlada, no se observó ningún signo de precipitación ni de formación de hidratos, pero se produjo la coagulación de la sílice coloidal, como era de esperar, debido a la elevada basicidad de la solución (pH > 12).

EJEMPLO 5

PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ACUOSA DE K₂CO₃ Y Na₂CO₃ 5

En primer lugar, se introdujeron 201,39 g de agua destilada en un vaso de precipitados y se calentaron hasta 45,6 °C (evitando la evaporación). A continuación, se añadió al agua una mezcla prehomogenizada de 54,37 g de carbonato de sodio (es decir, 25,50% p/p) y 86,66 g de carbonato de potasio (es decir, 40,64% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 66,6°C. Tras 10 minutos de mezcla a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de alta revolución, los dos carbonatos se disolvieron totalmente y la temperatura descendió a 51°C. A continuación, se añadieron 23,68 g de alúmina coloidal (Aerodisp® W450 ZX) a la solución y se mezclaron a la misma velocidad angular descrita anteriormente durante 1 min. Tras 3 días de almacenamiento a 18°C en una sala de temperatura controlada, no se observó ningún signo de precipitación ni de formación de hidratos, pero se produjo la coagulación de la alúmina coloidal, como era de esperar, debido a la elevada basicidad de la solución (pH > 12).

EJEMPLO 6

PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ACUOSA DE K₂CO₃ Y Na₂CO₃ 6

En primer lugar, se introdujeron 200 g de agua destilada en un vaso de precipitados y se calentaron hasta 43,5 °C (evitando la evaporación). A continuación, se añadió al agua una mezcla prehomogeneizada de 54,37 g de carbonato de sodio (es decir, 25,50% p/p) y 86,66 g de carbonato de potasio (es decir, 40,64% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 64,3°C. Tras 20 minutos de mezcla a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de alta revolución, los dos carbonatos se disolvieron totalmente y la temperatura descendió a 43,1°C. A continuación, se añadieron a la solución 2,78 g de sílice coloidal (Levasil™ 50/80) y 23,68 g de alúmina coloidal (Aerodisp® W450 ZX) y se mezclaron a la misma velocidad angular descrita anteriormente durante 1 min. Después de 3 días de almacenamiento a 18°C dentro de una sala de temperatura controlada, no se observaron signos de precipitación ni de formación de hidratos, pero se produjo la coagulación de la sílice coloidal y la alúmina del baño, como era de esperar, debido a la elevada basicidad de la solución (pH > 12).

EJEMPLO 7

PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ACUOSA DE K₂CO₃ Y Na₂CO₃ 7

Primero se introdujeron 533,07g de agua destilada en un vaso de precipitados y se calentó hasta 40°C (evitando la evaporación). A continuación, se añadió al agua una mezcla prehomogenizada de 135,93 g de carbonato de sodio (es decir, 25,50% p/p) y 216,66 g de carbonato de potasio (es decir, 40,64% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 63°C. Tras 15 minutos de mezclado a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de altas revoluciones, los dos carbonatos se disolvieron totalmente y la temperatura descendió a 50,9°C. Tras 1 mes de almacenamiento a temperatura ambiente (25 a 31°C), la solución acuosa seguía sin mostrar signos de precipitación o formación de hidratos. Tras el periodo de almacenamiento anterior, se añadieron 147,41g de carbonato de litio (es decir, 27,65% p/p) a la solución y se mezcló a una velocidad de 400-500 RPM durante 15min. Durante el mezclado, la temperatura de la mezcla varió de 25,1 a 26,1°C. Después de aproximadamente 1 hora de almacenamiento a temperatura ambiente (~25°C) se observó la sedimentación del polvo de carbonato de litio en el recipiente sellado. A continuación, este último se almacenó en el interior de una sala de temperatura controlada a 18°C durante 3 días. Después de este periodo, no se observaron signos de precipitación ni de formación de hidratos.

EJEMPLO 8**PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ACUOSA DE K₂CO₃ Y Na₂CO₃ 8**

Primero se introdujeron 533,07g de agua destilada en un vaso de precipitados y se calentó hasta 35°C (evitando la evaporación). A continuación, se añadió al agua una mezcla prehomogenizada de 135,93 g de carbonato de sodio (es decir, 25,50% p/p) y 216,66 g de carbonato de potasio (es decir, 40,64% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 58,2°C. Tras 20 minutos de mezclado a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de altas revoluciones, los dos carbonatos se disolvieron totalmente y la temperatura descendió a 48,6°C. Tras 1 mes de almacenamiento a temperatura ambiente (25 a 31°C), la solución acuosa seguía sin mostrar signos de precipitación o formación de hidratos. Sin embargo, tras 2 días adicionales de almacenamiento a 18°C en una sala de temperatura controlada, se produjo precipitación y/o formación de hidratos.

EJEMPLO 9**PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ACUOSA DE K₂CO₃ Y Na₂CO₃ 9**

Primero se introdujeron en un vaso de precipitados 533,07g de agua destilada a temperatura ambiente (21.7°C). A continuación, se añadió al agua una mezcla prehomogenizada de 135,93 g de carbonato de sodio (es decir, 25,50% p/p) y 216,66 g de carbonato de potasio (es decir, 40,64% p/p), lo que provocó un aumento repentino de la temperatura hasta 48 °C. Tras 25 minutos de mezcla a una velocidad de 400-500 RPM utilizando un agitador magnético de altas revoluciones, los dos carbonatos se disolvieron totalmente y la temperatura descendió a 38,7°C. Tras 1 mes de almacenamiento a temperatura ambiente (25 a 31°C), la solución acuosa seguía sin mostrar signos de precipitación o formación de hidratos. Sin embargo, tras 2 días adicionales de almacenamiento a 18°C en una sala de temperatura controlada, se produjo precipitación y/o formación de hidratos.

EJEMPLO 10**COMPOSICIONES ACUOSAS DE RECUBRIMIENTO**

REVESTIMIENTO ACUOSO formulación (% p/p)	REVESTIMIENTO ACUOSO formulación (% p/p)			
Sólido básico	1	2	Min	Max
Carbonato de litio (1)	13.83	14.74	8.00	18.00
Carbonato sódico (1)	12.75	13.59	7.00	17.00
Carbonato de potasio (1)	20.32	21.67	15.00	25.00
Subtotal:	46.90	50.00	----	----
Aglutinante líquido			----	----
Sílice coloidal (2)	0.65	----	0.00	5.00
Alúmina coloidal (2)	5.55	----	0.00	8.00
Defloculante (3)	----	----	0.00	6.00
Agua	46.90	50.00	35.00	55.00
Subtotal:	53.10	50.00	----	----
Total:	100.00	100.00	----	----

- (1) Puntilloso > 98%;
- (2) Concentración = 50 % en peso; tamaño de las partículas < 100 nm.
- (3) A altas concentraciones, los defloculantes monoméricos como Castament FS10 pueden formar una fina capa polimérica en la superficie expuesta de la pintura que puede protegerla contra la hidratación y/o la adsorción de agua en condiciones de alta humedad relativa atmosférica (> 40%).

Materias primas para composición acuosa de revestimiento		
Materia prima	Nombre comercial	Malla Tyler
Carbonato de litio	----	-325
Sílice coloidal	Levasil™ 50/80	----
Alúmina coloidal	W450ZX	----
Defloculante	Castament™ FS10	----
Agua	Destilado	----

Composición química de las fórmulas de la composición acuosa de recubrimiento {en base drv}		
Componentes	1	2
	(% p/p)	(% p/p)
AbO3	5.55	----
CO2	40.00	42.65
K2O	27.70	29.53
LbO	11.18	11.92
Na2O	14.91	15.90
SiO2	0.65	----
Total:	100	100

La sílice y la alúmina coloidales en baño se coagulan en la composición acuosa de revestimiento debido a su elevada basicidad (pH>12). No obstante, se prefiere su uso ya que se cree que sus partículas no se coagulan en la pintura favorecen la adherencia de esta última en la imprimación acuosa del revestimiento composición a temperatura superior a 800°C.

5

EJEMPLO 11

COMPOSICIONES DE REVESTIMIENTO ACUOSAS ALTERNATIVAS

Fórmula alternativa de la composición acuosa de recubrimiento (% p/p)			
Sólido Básico	Preferido	Min	Max
Carbonato de litio < ¹	14.84	6.00	23.00
Bicarbonato sódico < ¹	21.68	11.00	31.00
Bicarbonato potásico < ¹	31.58	19.00	43.00
Subtotal:	68.10	----	----
Aglutinante líquido		----	----
Sílice coloidal < ²	0.75	0.00	5.00
Alúmina coloidal < ²	5.99	0.00	8.00
Defloculante < ³	0.00	0.00	6.00

Fórmula alternativa de la composición acuosa de recubrimiento (% p/p)			
Sólido Básico	Preferido	Min	Max
Agua	25.16	14.00	46.00
Subtotal:	31.90	----	----
Total:	100.00	----	----

(1) Pureza > 98%;

(2) Concentración = 50 % en peso; tamaño de las partículas < 100 nm

(3) A altas concentraciones, los defloculantes monoméricos como Castament™ FS10 pueden formar una fina capa polimérica en la superficie expuesta de la pintura que puede protegerla contra la hidratación y/o adsorción de agua en condiciones de alta humedad relativa atmosférica (> 40%).

5

Materias primas para una composición de revestimiento acuoso alternativa		
Materia prima	Nombre comercial	Malla Tyler
Carbonato de litio	----	-325
Sílice coloidal	Levasil™ 50/80	----
Alúmina coloidal	W450ZX	----
Defloculante	Castament™ FS10	----
Agua	Destilado	----

Composición química de la Fórmula alternativa de la composición acuosa de recubrimiento (excluida el agua libre)	
Componentes	(% p/p)
AbO3	4.19
CO2	47.68
H2O (combinado)	7.22
K2O	20.79
LbO	8.40
Na2O	11.19
SiO2	0.52
Total:	100

EJEMPLO 12**COMPOSICIONES ACUOSAS DE REVESTIMIENTO DE IMPRIMACIÓN**

Fórmula de la composición acuosa del revestimiento de imprimación (% p/p)				
Sólido básico	1	2	Min	Max
Alúmina calcinada < ¹ _I	35.29	38.07	32.00	41.00
Alúmina reactiva < ¹ _I	7.41	7.99	6.00	9.00
Alúmina fundida blanca. 0-0.2mm < ¹ _I	34.13	36.81	31.00	40.00
Carbonato cálcico < ¹ _I	3.80	----	0.00	5.00
Subtotal:	80.63	82.87	----	----
Aglutinante líquido				
Sílice coloidal < ² _I	1.22	9.49	0.00	12.00
Alúmina coloidal < ² _I	10.36	----	0.00	14.00
Defloculante	0.3744	----	0.00	0.50
Agua	7.42	7.64	6.00	10.00
Subtotal:	19.37	17.13	----	----
Total:	100.00	100.00	----	----

(1) Pureza > 98%;

(2) Concentración = 50% p/p ; Tamaño de partícula < 100nm

Materias primas para composición acuosa de revestimiento de imprimación		
Materia prima	Nombre comercial	Malla Tyler
Alúmina calcinada	CL370	----
Alúmina reactiva	CT3000SG	----
Carbonato de calcio	----	-325
Sílice coloidal	Levasil™ 50/80	----
Alúmina coloidal	W450ZX	----
Defloculante	Castament™ FS10	----
Agua	Destilado	----

Composición química de las fórmulas de posición del maíz del revestimiento de imprimación acuoso preferido (en base seca)		
Componentes	Primero preferido	Segundo preferido
	(% p/p)	(% p/p)
AbO3	96.38	94.18

Composición química de las fórmulas de posición del maíz del revestimiento de imprimación acuoso preferido (en base seca)		
Componentes	Primero preferido	Segundo preferido
	(% p/p)	(% p/p)
CaO	2.54	0.03
Fe ₂ O ₃	0.01	0.01
MgO	0.10	0.11
Na ₂ O	0.11	0.12
SiO ₂	0.80	5.50
Otros	0.05	0.05
Total:	100	100

La coagulación de la sílice coloidal y de la alúmina coloidal no tiene lugar en la fórmula de la composición de recubrimiento acuoso alternativa anterior debido a su baja basicidad (pH entre 8 y 9).

EJEMPLO 13

VISCOSIDAD DE LA COMPOSICIÓN ACUOSA DE REVESTIMIENTO

- 5 La viscosidad de la composición acuosa de recubrimiento (realización 1 del ejemplo 10) se midió en función de la temperatura utilizando un viscosímetro Brookfield, Model No. LVOV-II+ y Serie No. RT 62296.

Las condiciones de la prueba fueron las siguientes:

Viscosímetro		Temperatura de la pintura	
Eje	RPM	MIN	MAX
No. 2	50	28	71

Los resultados se muestran en la Fig. 3, que muestran que una temperatura de unos 50°C ±1,5°C es la mejor para alcanzar una viscosidad entre 16,5 y 17 cPoise.

EJEMPLO 14

HIGROSCOPICIDAD DE CARBONATOS Y BICARBONATOS

- 10 Las muestras de polvo de Na₂CO₃, Li₂CO₃, NaHCO₃ y KHCO₃ (20 g cada una) se expusieron a la atmósfera ambiente durante un periodo de 445 horas en el que la temperatura y la humedad relativa variaron entre 25 y 31 °C y 35 y 81%, respectivamente. Durante ese periodo, se determinó la variación de masa de las muestras como se muestra en la Fig. 4.

EJEMPLO 15

PROCEDIMIENTO DE REVESTIMIENTO PARA ÁNODOS DE CARBONO

- 20 Este método cubre un procedimiento para la aplicación del tratamiento químico de la presente invención (es decir, un sistema de pintura) en ánodos utilizados en la producción de aluminio. El tratamiento químico comprende una primera capa de composición acuosa de revestimiento de imprimación, en contacto con el ánodo de carbono, y una segunda capa de composición acuosa de revestimiento.

- 25 La pulverización puede realizarse utilizando un pulverizador de pintura sin aire, como un Graco Ultra MAX II 495 PC Pro TM, con una pistola de tipo contratista, con el modelo de punta LTX y número de punta 521 (composición acuosa de recubrimiento de imprimación) y 517 (composición acuosa de recubrimiento). La composición de revestimiento de imprimación acuosa se aplica a una presión: 1100-1200 psi (7584,2 - 8273,7 kPa, con una punta nueva, o 600-700 psi (4136,9 - 4826,3 kPa con una punta desgastada). La composición acuosa del revestimiento se aplica a una presión: 800-900 psi (5515,81 - 6205,28 kPa con una punta nueva) y 400- 500 psi (2757,9 - 3447,38 con una punta desgastada). La anchura del abanico disminuye cuando la punta está desgastada, pero sigue siendo útil. También se puede utilizar un pulverizador manual de aire comprimido como el Wagner™ FLEXIO 570 Sprayer.

Las dos composiciones pueden mezclarse antes de su uso con diversos mezcladores, como taladros manuales, mezcladores de pintura, taladro de columna, con mezclador de látigo de alambre utilizado a bajas velocidades. La temperatura puede controlarse utilizando un controlador de temperatura que incluya termopar y cable.

- 5 Preparación del sustrato: el ánodo debe estar seco. El sustrato se limpia aplicando aire a alta presión sobre la superficie, asegurándose de que se ha eliminado todo el polvo y el carbono pulverizado. Definir la zona que se va a pintar y proteger las que no se van a pintar.

Preparación de una composición acuosa de revestimiento de imprimación

- 10 1- Mezclar la pintura y eliminar cualquier sólido que pudiera haberse sedimentado en el cubo
- 2- Usando una mano con un guante limpio asegúrese de que no hay ningún sólido en el fondo del cubo.
- 3- Colocar un colador en el tubo de entrada de la máquina para evitar que la pintura se seque.
- 4- Colocar un colador en el tubo de aspiración y el cubo con la composición acuosa de imprimación.
- 5- Ajustar la máquina a la presión requerida.
- 15 6- Vacíe la máquina girando la válvula de cebado hacia abajo hasta que aparezca pintura y, a continuación, vuelva a colocar la válvula de cebado en posición horizontal.
- 7- Vacíe la pistola y la cubeta hasta que aparezca pintura

Aplicación de la composición acuosa de revestimiento de imprimación

- 20 1- Para comenzar a pintar mantenga la pistola a 46 cm (18") de la superficie para alcanzar un ancho de abanico de 51 cm (20") aproximadamente.
- 2- Aplique la pintura pulverizando perpendicularmente sobre el soporte. El patrón debe ser uniforme y sin mostrar bordes gruesos.
- 3- El espesor total de la película húmeda (WFT) debe ser de $0,5 \pm 0,1$ mm. Cada pasada debe tener un espesor máximo de 0,2 mm para evitar el goteo.
- 25 4- Se debe utilizar un medidor de película húmeda para medir el Espesor de Película Húmeda tan pronto como se haya completado cada pasada y la pintura aún esté húmeda.
- 5- Coloque el calibrador en una sección fija que permita que la mayor parte de los dientes del calibrador entren en contacto con la superficie y, a continuación, presione firme y uniformemente sobre ella.
- 30 6- La pintura deja un rastro en el calibrador, imprímalo inmediatamente en papel oscuro para confirmar la medición. Repita el procedimiento en todos los lados del ánodo.
- 7- Aplique tres pasadas de un lado a la vez para alcanzar el espesor deseado esperando 16 minutos entre cada pasada. Repetir el procedimiento hasta completar los 4 lados y la parte superior.
- 35 8- Si es necesario, retire la pistola y límpiela con agua entre las pasadas. Después de quitar la pistola, tapar con un tapon de plástico para mantener la pintura fresca.
- 9- Tan pronto como las 3 pasadas estén aplicadas en todas las secciones del ánodo hacer retoques con el pulverizador de aire manual aplicando composición acuosa de revestimiento de imprimación en aquellos puntos donde la rugosidad es alta y la pintura no alcanza completamente la superficie más profunda.
- 40 10-Si es necesario, elimine el exceso de pintura causado por los retoques.

Preparación de la composición acuosa de recubrimiento

- 1- Mezcle la pintura y elimine cualquier sólido que pudiera haberse sedimentado en el cubo.
- 2- Usando una mano con un guante limpio asegúrese de que no hay ningún sólido en el fondo del cubo.

- 3- Añadir la composición acuosa de recubrimiento en un recipiente metálico.
- 4- Colocar el recipiente sobre la placa calefactora. El calentador debe estar conectado a un controlador de temperatura para mantener la temperatura a 50°C.
- 5- Colocar las dos boquillas en el tubo de entrada e introducir el mezclador. La pintura debe mezclarse constantemente.
- 6- Asegúrese de que el recipiente está bien cerrado para evitar lasses por evaporación.
- 7- Ajustar la máquina a la presión requerida.
- 8- Vacíe la máquina girando la válvula de cebado hacia abajo hasta que aparezca pintura y, a continuación, vuelva a colocar la válvula de cebado en posición horizontal.
- 9- Vaciar la pistola y el hase hasta que aparezca pintura

Aplicación de la composición acuosa de recubrimiento

- 1- La composición acuosa de recubrimiento debe aplicarse entre 5 y 15 minutos después de que se haya completado la última pasada de la composición acuosa de recubrimiento de imprimación. En este momento la composición acuosa de revestimiento de imprimación debe estar seca a la vista.
- 2- Para comenzar a pintar mantenga la pistola a 30,5 cm (12") de la superficie para obtener un ancho de abanico de 25,4 cm (10") aproximadamente.
- 3- Aplique la pintura pulverizando perpendicularmente sobre el sustrato un lado a la vez hasta completar 4 lados y la sección superior.
- 4- Comience la aplicación en la sección superior del ánodo pulverizando 3 pasadas continuas. Repetir el procedimiento en la sección inferior del ánodo hasta alcanzar su anchura. El patrón debe ser uniforme y sin mostrar bordes gruesos.
- 5- El WFT final de las tres pasadas debe ser de $0,25 \pm 0,05$ mm.
- 6- Se debe utilizar un medidor de película húmeda para medir el WFT tan pronto como se hayan completado las 3 pasadas y la pintura esté todavía húmeda.
- 7- Coloque el calibrador en una sección fija que permita que la mayor parte de los dientes del calibrador entren en contacto con la superficie y, a continuación, presione con firmeza y de manera uniforme sobre ella.
- 8- La pintura deja un rastro en el calibrador, imprímalo inmediatamente en papel oscuro para confirmar la medición. Repita el procedimiento en todos los lados del ánodo.

Solución de problemas

Partículas sólidas obstruidas en la punta: gire la punta 180 grados y pulse el gatillo hasta que la punta se desbloquee, luego vuelva a colocar la punta en la posición original.

Si la punta continúa bloqueada retire la punta de la pistola y lávela con agua hasta que el agua fluya fácilmente por la punta. Vuelva a colocar la punta en la pistola

La potencia de la bomba es baja o el caudal se ha detenido por completo: Limpie la válvula de admisión

EJEMPLO 16

REVESTIMIENTO DEL ÁNODO RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO

Las muestras de ánodo de carbono se recubrieron mediante pulverización sin aire, de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente en el Ejemplo 15, y después se secaron a temperatura ambiente bajo diferentes condiciones atmosféricas para obtener recubrimientos con diferentes contenidos de agua residual antes de la prueba de choque térmico. La superficie recubierta era de aproximadamente 130x85 mm². La prueba de choque térmico consistió en: (1) introducir las muestras revestidas en un horno eléctrico que ya funcionaba a 1000°C, (2) mantener las muestras a esa temperatura durante 15 minutos y (3) retirar las muestras del horno y dejar que se enfriaran a temperatura ambiente por convección natural.

En las Figs. 5 y 6 se muestra el aspecto visual de las muestras ensayadas después del enfriamiento. Los recubrimientos con 2,4 a 2,6% p/p de agua residual antes del ensayo no sufrieron daños por choque térmico (véase la Fig. 5). Sin embargo, los recubrimientos con 2,9 a 3,3% p/p de agua residual mostraron grietas y desprendimientos (pop-out) tras el choque térmico (ver Fig. 6). Por lo tanto, el contenido de agua residual del revestimiento antes de la inserción del ánodo en las celdas de electrólisis en fundonamiento, a unos 1000°C, debe ser inferior al 12% p/p para evitar daños en el revestimiento por choque térmico.

EJEMPLO 17

PRODUCCIÓN DE COMPOSICIONES ACUOSAS DE REVESTIMIENTO N° 1

Este procedimiento se aplica a la composición acuosa de recubrimiento de fórmula 1 y 2 del Ejemplo 10, así como a todas las demás cuyos carbonatos de sodio y potasio puedan disolverse totalmente

Este procedimiento comprende dos etapas principales: (1) la preparación de la solución de carbonatos de sodio y potasio mediante un sistema de agitación por calentamiento de alta revolución y (2) la mezcla de dicha solución con los demás componentes de la composición mediante un mezclador adecuado. El procedimiento para la primera etapa, en la que se utiliza un sistema de agitación por calentamiento magnético, y para la segunda, en la que se utiliza un mezclador de tipo planetario, es el siguiente:

Etapas	Descripción	
1	Preparación de soluciones de carbonatos de sodio y potasio	
	1.1	Añadir el agua en el agitador magnético
	1.2	Calentar el agua hasta 50°C evitando la evaporación
	1.3	Cuando la temperatura del agua alcance los 50°C, empezar a agitar a 400-500 RPM
	1.4	Añadir el carbonato potásico y mezclar hasta su completa disolución (menos de 5min)
	1.5	Añadir el carbonato sódico y mezclar hasta su completa disolución (menos de 10min)
	1.6	Dejar de agitar y dejar enfriar la solución hasta 30°C o menos evitando su evaporación.
2	Preparación de la mezcla final	
	2.1	Añadir la solución anterior en el mezclador de tipo planetario
	2.2	En su caso, añadir el defloculante y mezclar a 90 a 120 RPM hasta su completa disolución (unos 2-3min)
	2.1	Añadir el carbonato de litio y mezclar a 95-105 RPM durante 5min.
	3.1	En su caso, añadir los aglutinantes coloidales y mezclar a 50-60 RPM durante 2min.
	3.2	Seguir mezclando a 115-125 RPM hasta que se forme una suspensión líquida homogénea (unos 5-10min)
4	Embalaje	
	4.1	Transfiera la pintura a un recipiente de plástico cerrado y manténgala a temperatura ambiente

EJEMPLO 18

PRODUCCIÓN DE COMPOSICIÓN ACUOSA DE REVESTIMIENTO N° 2

Este método se aplica a las fórmulas acuosas de composición de recubrimiento que quedan fuera de los

rangos preferidos y cuyos carbonatos de sodio y potasio no pueden disolverse totalmente. También debe utilizarse cuando no se dispone de un agitador de calentamiento de alta revolución. En tal caso, los carbonatos de sodio y potasio parcialmente disueltos en la pintura, tras su preparación, tienden a cristalizar heterogéneamente al enfriarse a partir de las sales no disueltas, lo que conduce a la formación de grandes cristales monoclinicos y/u ortorrómbicos (de hasta 1 cm de longitud y más). Durante el almacenamiento, esta cristalización de la pintura sigue produciéndose cuando se expone a un descenso de la temperatura. Se ha encontrado una solución para evitar o minimizar la formación de cristales tan grandes. Consiste en disminuir la energía de iniciación de los cristales, aumentando al mismo tiempo su energía de crecimiento, mediante el enfriamiento rápido de una mezcla acuosa concentrada de carbonatos de sodio y potasio que conduce a la formación de sólo pequeños cristales (de 0,4 a 0,5 mm) que pueden dispersarse bien en la pintura después de la dilución.

El procedimiento para fabricar la pintura acuosa de composición de revestimiento según el presente método comprende tres pasos principales: (1) preparación de una mezcla acuosa concentrada de los componentes de la pintura, (2) enfriamiento rápido de la mezcla concentrada y (3) dilución de la mezcla concentrada enfriada.

Aunque se pueden utilizar varios tipos de mezcladora y sistema de refrigeración, se prefiere la mezcladora de tipo planetario y el sistema de refrigeración por agua.

A continuación se detalla el procedimiento.

Etapa	Descripción	
1	Preparación del concentrado	
	1.1	Añadir agua en la mezcladora cuya cantidad debe corresponder al 85% del peso total de las sales que intervienen en el lote de pintura preparado.
	1.2	En su caso, añadir el defloculante y mezclar a 90 a 120 RPM hasta su completa disolución (unos 2-3min)
	1.3	Mientras se mezcla a 35-40 RPM, añadir progresivamente las cantidades totales requeridas de carbonatos de sodio y luego de potasio en el agua.
	1.4	Aumentar la velocidad angular de mezcla a 50-80 RPM y mezclar durante 10- 15min. Al final de este periodo, la temperatura de la mezcla debe ser superior a 40°C y preferiblemente entre 50 y 60°C.
	1.5	Reducir la velocidad angular de mezcla a 35-45 RPM y añadir progresivamente la cantidad total necesaria de carbonato de litio y aglutinantes coloidales (cuando proceda).
	1.6	Aumentar la velocidad angular de mezcla a 50-80 RPM y mezclar durante 2-5min. Al final de este período, la temperatura de la mezcla debe ser de al menos 40°C.
2	Enfriamiento rápido	
	2.1	Enfriar la mezcla con agua a un ritmo de al menos 1,5-2,0°C/min, mientras se mezcla a 50-80 RPM, hasta que su temperatura alcance un valor de remojo situado entre 25 y 30°C durante al menos 5-10min (los pequeños cristales se producen durante ese periodo de remojo) (véase el Ejemplo 21).
	2.2	Proseguir el enfriamiento de la mezcla hasta 20°C con una velocidad de enfriamiento que podría ser inferior a 0,5°C/hora.
3	Dilución	
	3.1	Añadir agua en la mezcla cuya cantidad debe corresponder al 15% del peso total de sales que intervienen en el lote de pintura preparado. Esto debe promover un descenso brusco de la temperatura de la mezcla de al menos 5°C
4	PackaQinQ	
	4.1	Verter la pintura en un recipiente de plástico cerrado y dejar que alcance la temperatura ambiente.

Una variación típica de la temperatura de la mezcla que tiene lugar durante el procedimiento de preparación anterior se muestra esquemáticamente en la Fig. 7, donde 1) es el final del paso 1.4, 2) es el inicio del paso 1.5, 3) es el inicio del paso 2.1, 4) es el paso 3.1 y 5) es al inicio del paso 4.1.

EJEMPLO 19

5 PRODUCCIÓN DE COMPOSICIONES ACUOSAS DE REVESTIMIENTO N° 3

Este método se aplica a las fórmulas alternativas de composición de recubrimiento acuoso que utilizan bicarbonatos sódico y potásico. Se pueden utilizar varios procedimientos con varios tipos de mezcladores. El procedimiento preferido que utiliza mezcladores de tipo planetario es el siguiente:

Etapa	Descripción
1	Añadir el agua en la batidora
2	En su caso, añadir el defloculante y mezclar a 90 a 120 RPM hasta su completa disolución (unos 2-3min)

Etapas	Descripción
3	En su caso, añadir los aglutinantes coloidales y mezclar a 50-60 RPM durante 2min.
4	Añadir el bicarbonato potásico y mezclar a 95-105 RPM durante 5min.
5	Añadir el bicarbonato sódico y mezclar a 95-105 RPM durante 5min.
6	Añadir el carbonato de litio y mezclar a 95-105 RPM durante 5min.
7	Seguir mezclando a 115-125 RPM hasta que se forme una suspensión líquida homogénea (unos 5-10min)
8	Vierte la pintura en un recipiente de plástico cerrado y mantenlo a temperatura ambiente

EJEMPLO 20**PRODUCCIÓN DE COMPOSICIÓN ACUOSA DE REVESTIMIENTO DE IMPRIMACIÓN**

Un procedimiento que utiliza una mezcla planetaria es el siguiente:

Etapas	Descripción	Designación
1 Preparación de la mezcla de componentes líquidos		
1.1	Preparación de la mezcla de agua y defloculante	M1
1.1.1	Añadir el agua en la mezcladora. Cuando se utilice un defloculante, añadir éste en el agua y mezclar a 90 a 120 RPM hasta su completa disolución (unos 2-3min).	
1.2	Preparación de la mezcla aglutinante M1/Líquido	M2
1.2.1	Añadir los aglutinantes coloidales en la mezcla M1 y mezclar a 50-60 RPM durante 0,5-1,0min.	
2 Preparación de la mezcla de componentes sólidos		M3
2.1	Añadir los componentes sólidos en un mezclador limpio del mismo tipo que el anterior y mezclar a 50-60 RPM durante 2min.	
3 Preparación de la mezcla M2/M3		M4
3.1	Añadir 70-80wt. % de la mezcla líquida M2 a la mezcla sólida M3 y mezclar a 50-60 RPM hasta que se forme una pasta que no deje polvo libre en el fondo de la mezcladora (unos 4-6min).	
3.2	Añadir el resto de la mezcla líquida M2 a la mezcladora y mezclar durante 9-11min aumentando progresivamente la velocidad angular de mezclado de 50-60 RPM a 130-135 RPM.	
3.3	Seguir mezclando a 130-135 RPM hasta que se forme una suspensión líquida homogénea (unos 5-10min)	Paint
4 Embalaje		
4.1	Verter la pintura en un recipiente de plástico cerrado	

EJEMPLO 21**FABRICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN ACUOSA DE RECUBRIMIENTO SEGÚN EL EJEMPLO 18 CON ENFRIAMIENTO RÁPIDO**

- 5 La primera fórmula de composición acuosa de recubrimiento del Ejemplo 10 se preparó en un mezclador de tipo planetario según el Ejemplo 18. El sistema de refrigeración por agua utilizado para conseguir la etapa de enfriamiento rápido en este método se muestra en las Figs. 8 y 9, y la variación de temperatura de la mezcla registrada al enfriarse se muestra en la Fig. 10.

EJEMPLO 22**RESULTADOS DE LA PRUEBA DE REACTIVIDAD DEL AIRE DE LOS MATERIALES DE CARBONO**10 **Ejemplo 22.1**

- Se sometieron dos electrodos de grafito de 3x3x3 pulgadas (7,62x7,62x7,62 cm) a un ensayo de oxidación al aire a 650°C durante 112 horas. Uno de estos dos electrodos se recubrió mediante cepillado utilizando la composición acuosa de recubrimiento de imprimación¹ (composición acuosa de recubrimiento de imprimación, Ejemplo 12) y la composición acuosa de recubrimiento 1 (composición acuosa de recubrimiento, Ejemplo 10), como se ha divulgado anteriormente. Los resultados se muestran en la Fig. 11 y muestran que un electrodo de carbono sin recubrimiento sólo tiene un contenido de carbono residual del 2,75%, mientras que el electrodo recubierto tiene un contenido de carbono residual del 97,16%.

Ejemplo 22.2

- 20 Dos muestras cilíndricas de ánodo de carbono con un diámetro de 50 mm y una altura de 100 mm se sometieron a un ensayo de oxidación al aire a 650°C durante 20 horas. Uno de estos dos electrodos se recubrió mediante cepillado utilizando la composición acuosa de recubrimiento de imprimación 1 (composición acuosa de recubrimiento de imprimación, Ejemplo 12) y la composición acuosa de recubrimiento 1 (composición acuosa de recubrimiento, Ejemplo 10). Los resultados se muestran en la Fig. 12 y muestran que un electrodo de carbono sin recubrimiento sólo tiene un contenido de carbono residual del 2,52%, mientras que el electrodo recubierto tiene un contenido de carbono residual del 99,66%.

Ejemplo 22.3

- 30 Se utilizó un montaje experimental para probar la resistencia a la oxidación de muestras de núcleo de ánodo (L=35,5cm; cp=5cm) en condiciones de gradiente térmico (Cara caliente: 650°C; Cara fría: 260°C) en presencia de vapor de baño fundido de NaF-AlF₃. Sin protección, utilizando la composición acuosa de revestimiento de imprimación 1 (composición acuosa de revestimiento de imprimación, Ejemplo 12) y la composición acuosa de revestimiento 1 (composición acuosa de revestimiento, Ejemplo 10), la muestra de núcleo de ánodo perdió el 47% de su peso tras 18 horas de ensayo. Con el recubrimiento no se detectó ninguna pérdida de peso significativa. En la Fig. 13 se muestra el aspecto de las muestras de núcleo sometidas a ensayo, así como el montaje experimental.

35 **Ejemplo 22.4**

- Dos muestras de ánodo de carbono paralelepédico con una masa inicial de 740 y 619 g se sometieron a un ensayo de oxidación al aire a 950 °C durante 4 horas. La muestra más ligera se recubrió mediante cepillado utilizando la composición acuosa de recubrimiento de imprimación 2 (composición acuosa de recubrimiento de imprimación, Ejemplo 12) y la composición acuosa de recubrimiento 1 (composición acuosa de recubrimiento, Ejemplo 10). A diferencia de la muestra no recubierta, que sufrió una pérdida de peso del 73%, el contenido de carbono residual de la muestra recubierta fue superior al 99%.

Ejemplo 22.5

- 45 Dos muestras de ánodo de carbono paralelepédico con una masa inicial de 1439 y 1350 g se sometieron a un ensayo de oxidación al aire a 450 °C durante 38,17 horas. La muestra más pesada se recubrió con brocha utilizando la composición acuosa de recubrimiento de imprimación 1 (composición acuosa de recubrimiento de imprimación, Ejemplo 12) y la composición acuosa de recubrimiento alternativa preferida (composición acuosa de recubrimiento, Ejemplo 11) y la pintura de composición acuosa de recubrimiento alternativa preferida. A diferencia de la muestra no recubierta que sufrió una pérdida de peso del 66,10%, el contenido de carbono residual de la muestra recubierta fue del 98,41%. El aspecto de las dos muestras después de la prueba se muestra en la Fig. 14.

EJEMPLO 23**RESULTADOS DE LA PRUEBA DE REACTIVIDAD DEL AIRE DE MATERIALES DE CARBONO**

5 Se ensayaron seis conjuntos de ánodos de carbono recubiertos, cada uno de ellos fabricado con dos negros, en una célula de electrólisis de aluminio que funcionaba a una intensidad de corriente superior a 370 KAmperios. El rendimiento de estos ánodos, así como el aspecto de sus culatas, se compararon con los obtenidos a partir de ánodos no recubiertos del mismo origen y características. La Fig. 15 muestra ejemplos de ánodos recubiertos y no recubiertos después de su uso. En estas condiciones, se observó una disminución del 5% en el consumo neto de carbono, combinada con una disminución del 5% en la densidad de corriente, y un
10 aumento del 5% en la producción de aluminio para el ánodo revestido respecto al ánodo sin revestir. Por lo tanto, inesperadamente, se produjo más aluminio a partir de una densidad de corriente menor, con una conservación proporcional del ánodo, lo que constituye una mejora significativa con respecto al ánodo sin recubrimiento utilizado tradicionalmente.

Aunque las realizaciones preferidas se han descrito anteriormente y se ilustran en los dibujos adjuntos, será evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar modificaciones sin apartarse de la presente divulgación. Tales modificaciones se consideran como posibles variantes comprendidas en el alcance de la divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Composición de revestimiento acuoso para prevenir o reducir la oxidación por el aire de un material de carbono que comprende:
 - 5 una solución acuosa que comprende una combinación de una sal de carbonato de sodio y una sal de carbonato de potasio que proporciona una relación molar $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ equivalente de 0,4 a 2,0, y agua, dicho revestimiento acuoso tiene una temperatura de fusión de 400°C y hasta 600°C para prevenir y/o reducir la oxidación por aire de dicho material de carbono a partir de dicha temperatura de fusión, en el que dicho material de carbono está hecho de carbono seleccionado del grupo que consiste en grafito, petróleo, coque metalúrgico, carbono parcialmente grafitizado y carbono amorfo.
- 10 2. El recubrimiento acuoso de la reivindicación 1, que comprende además un sal de litio que proporciona un contenido molar equivalente de Li_2O que varía entre el 17% y el 74% de dicha composición.
3. La composición de recubrimiento acuoso de la reivindicación 2, en la que dicho recubrimiento acuoso tiene una temperatura de fusión de 400°C.
- 15 4. El recubrimiento acuoso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que dicho sal de carbonato sódico se selecciona del grupo que consiste en carbonato sódico (Na_2CO_3), y bicarbonato sódico (NaHCO_3), y combinaciones de los mismos, y en el que dicho sal de carbonato de potasio se selecciona del grupo que consiste en carbonato de potasio (K_2CO_3), y bicarbonato de potasio (KHCO_3), y combinaciones de los mismos.
5. El recubrimiento acuoso de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que dicho sal de litio comprende:
 - 20 un sal de litio de carbonato seleccionado del grupo que consiste en carbonato de litio (Li_2CO_3), bicarbonato de litio (LiHCO_3), y combinaciones de los mismos, LiF , una mezcla de LiF y NaF , y combinaciones de todos los anteriores.
6. El recubrimiento acuoso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha combinación de un sal de carbonato sódico y un sal de carbonato potásico es una combinación de carbonato sódico y carbonato potásico, y
 - 25 donde dicha combinación de un sal de carbonato sódico y un sal de carbonato potásico es una combinación de bicarbonato sódico y bicarbonato potásico.
7. El recubrimiento acuoso de cualquiera de las reivindicaciones 4 y 6, en el que la concentración de dicho carbonato sódico es de 7% a 17% p/p, o de 12% a 14% p/p, o de 12,75% a 13,59% p/p de dicha composición de recubrimiento acuoso.
 - 30 8. El recubrimiento acuoso de cualquiera de las reivindicaciones 4 y 6, en el que la concentración de dicho bicarbonato sódico es de 11% a 31% p/p, o 21,68% p/p de dicha composición de recubrimiento acuoso.
 9. El recubrimiento acuoso de cualquiera de las reivindicaciones 4 y 6, en el que la concentración de dicho carbonato potásico es de 15% a 25% p/p, o de 20% a 22% p/p, o de 20,32% a 21,67% p/p de dicha composición de recubrimiento acuoso.
 - 35 10. El recubrimiento acuoso de cualquiera de las reivindicaciones 4 y 6, en el que la concentración de dicho bicarbonato potásico es de 19% a 43% p/p, o 31,58% p/p de dicha composición de recubrimiento acuoso.
 11. El recubrimiento acuoso de la reivindicación 5, en el que dicho sal de litio es carbonato de litio, preferentemente en suspensión en dicha composición acuosa de recubrimiento.
 - 40 12. El recubrimiento acuoso de cualquiera de las reivindicaciones 5 y 11, en el que la concentración de dicho carbonato de litio es de 8% a 18% p/p, o de 13,83% a 14,74% p/p de dicha composición de recubrimiento acuoso.
 13. El recubrimiento acuoso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende además un aglutinante líquido.
 14. El recubrimiento acuoso de la reivindicación 13, en el que dicho aglutinante líquido comprende sílice coloidal, alúmina coloidal, un defloculante y combinaciones de los mismos.
 - 45 15. El revestimiento acuoso de la reivindicación 14, en el que la concentración de dicha sílice coloidal es de hasta el 5% p/p, o el 0,65% p/p de dicha composición de revestimiento acuoso, o en el que la concentración de dicha alúmina coloidal es de hasta el 8% p/p, o el 5,55% p/p de dicha composición de revestimiento acuoso, o en la que la concentración de dicho defloculante es de hasta el 6% p/p de dicha composición acuosa de revestimiento.

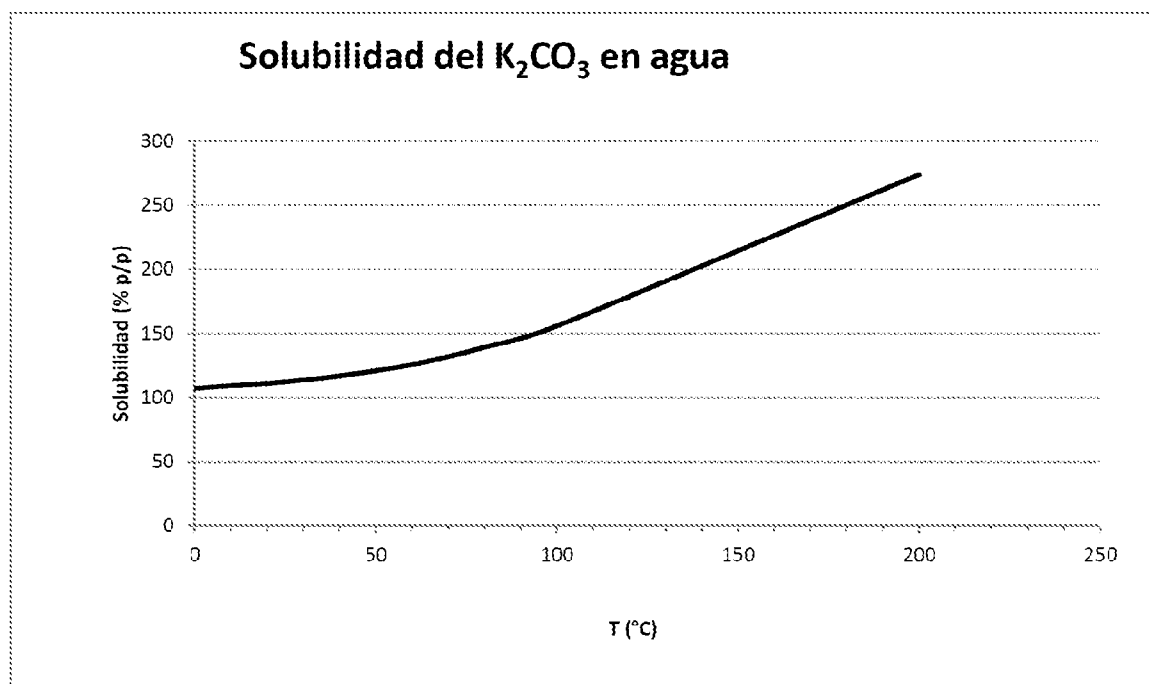


FIG. 1

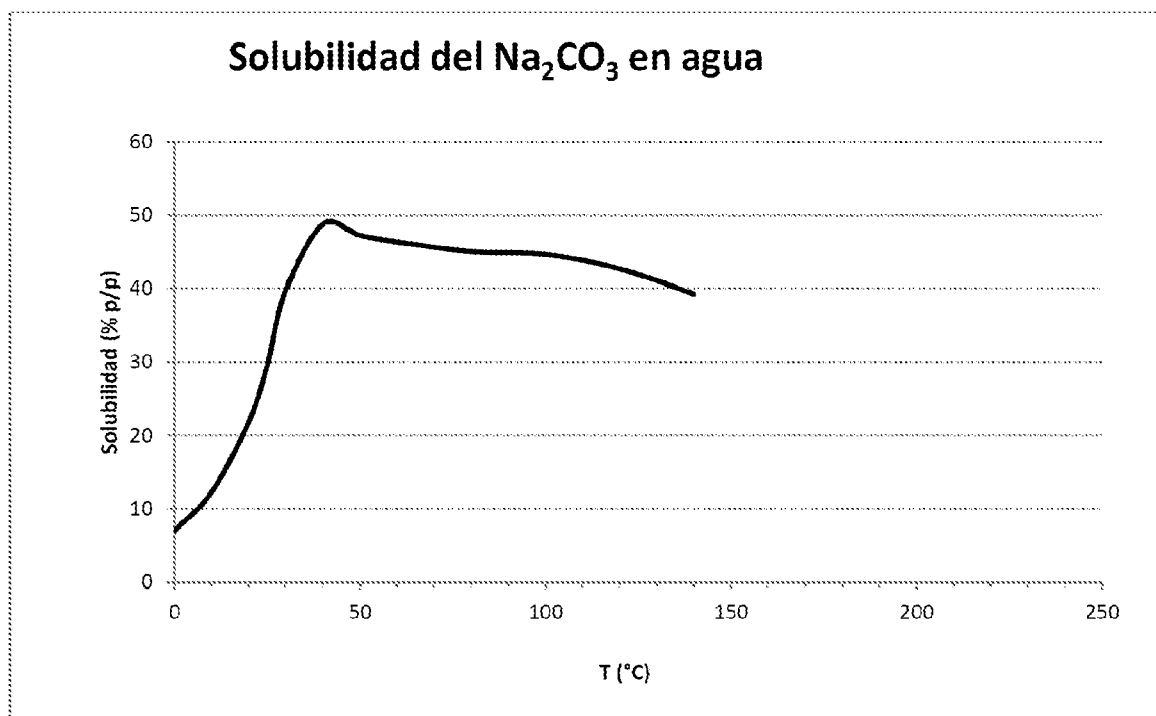


FIG. 2

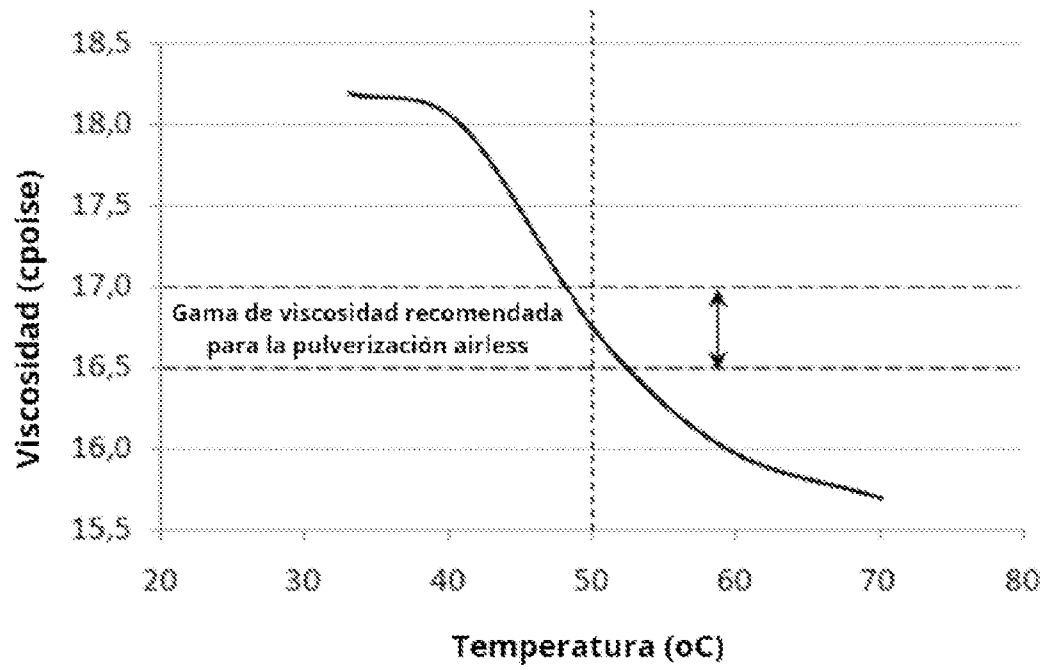


FIG. 3

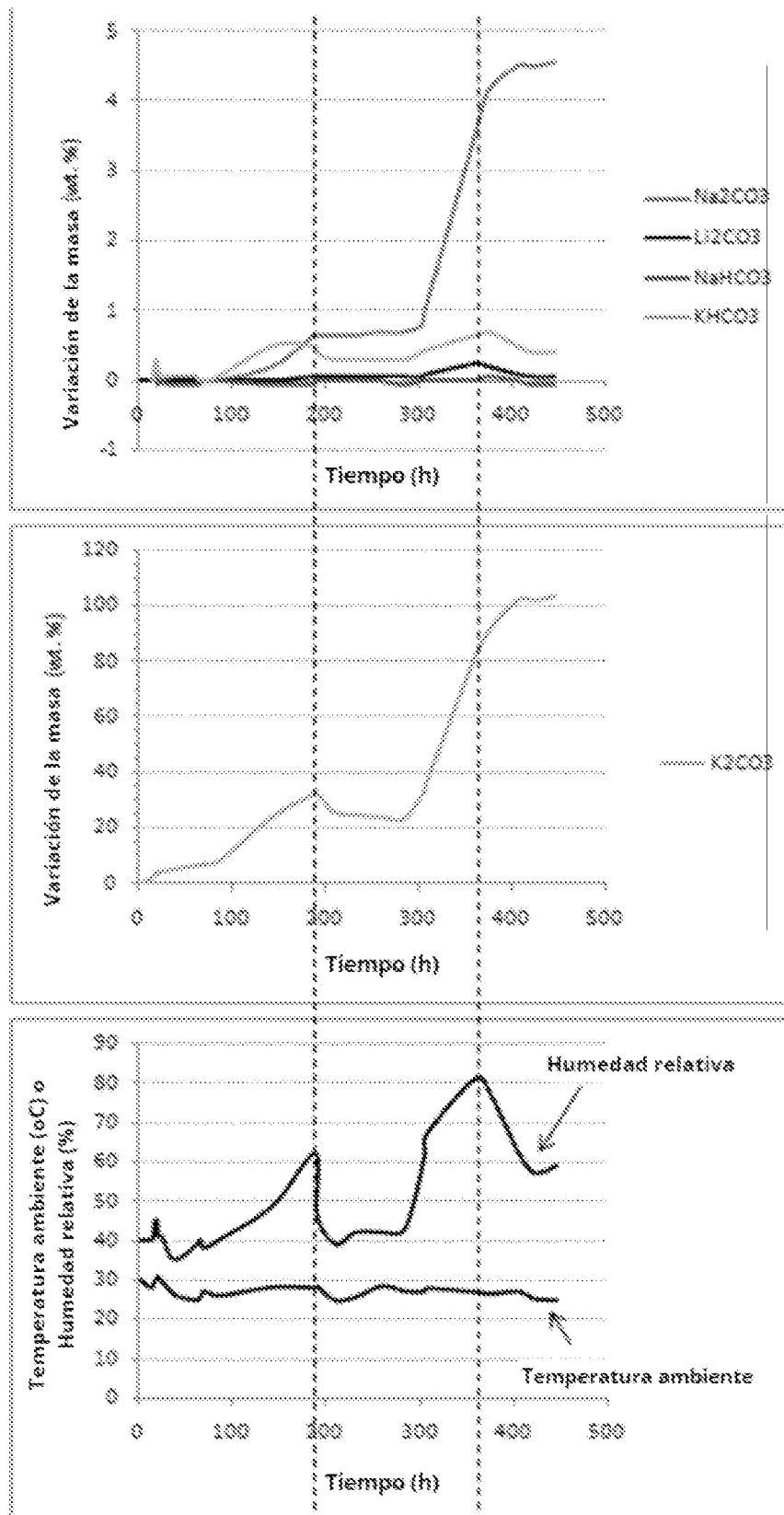


FIG. 4

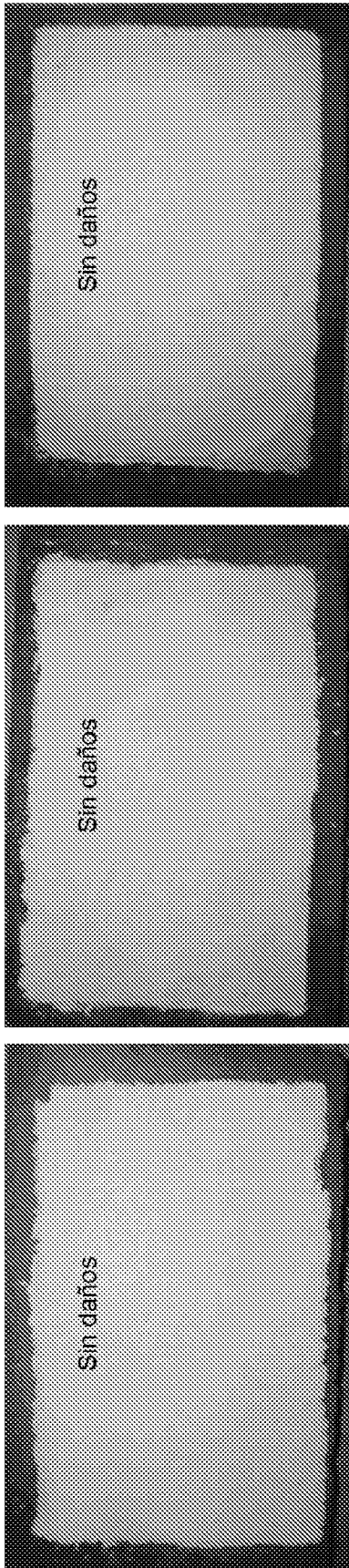


FIG. 5



FIG. 6

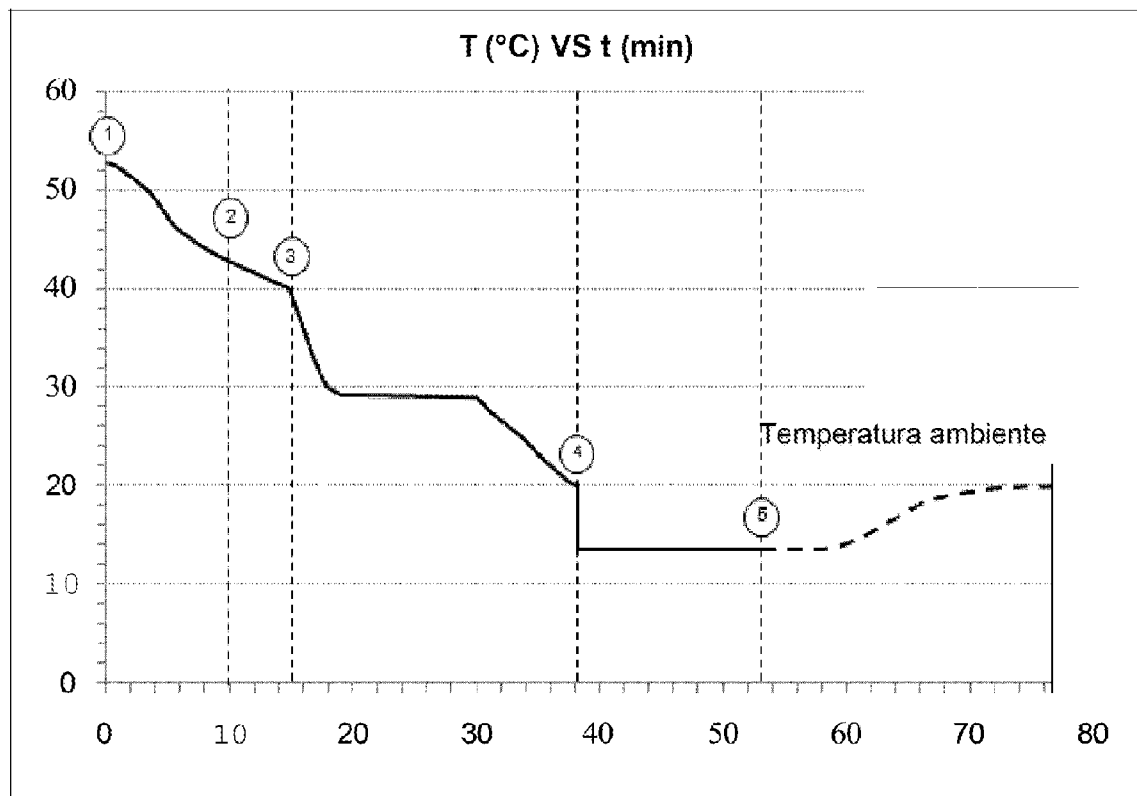


FIG. 7

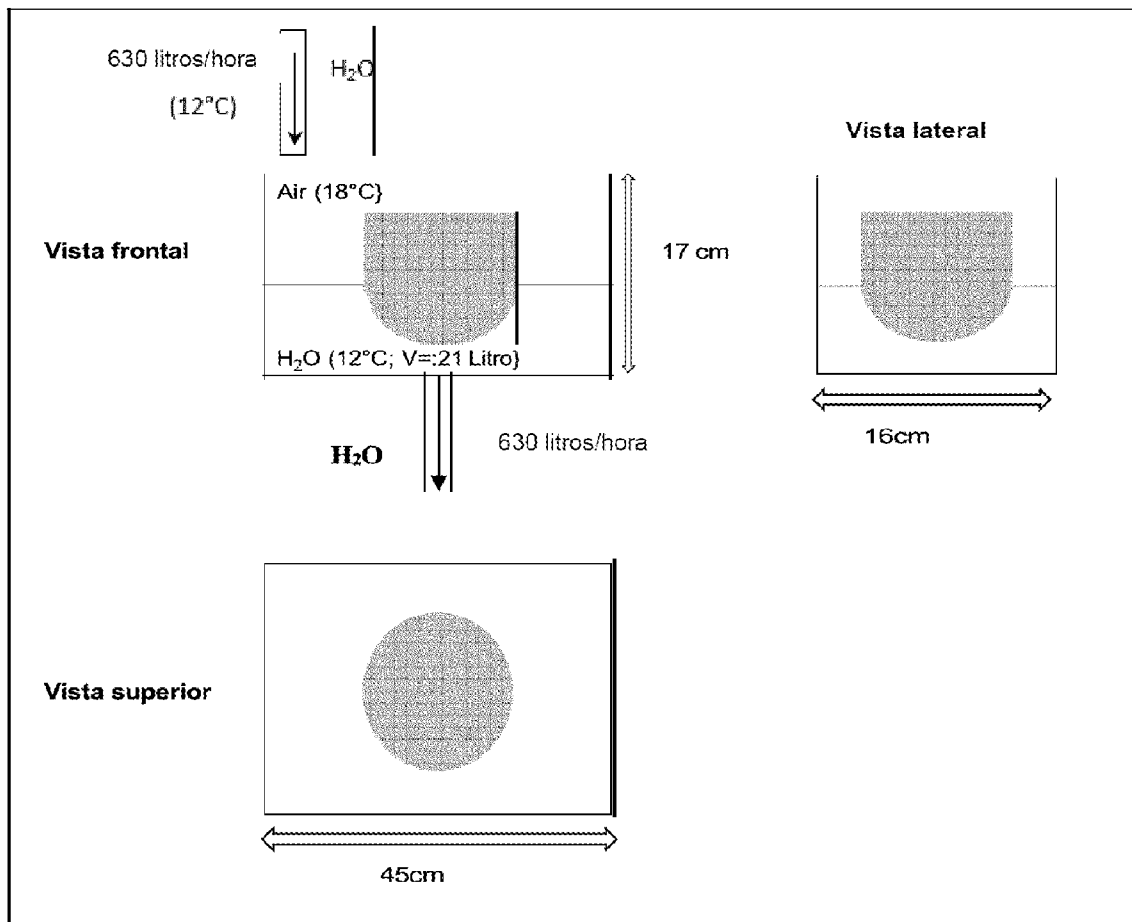


FIG. 8

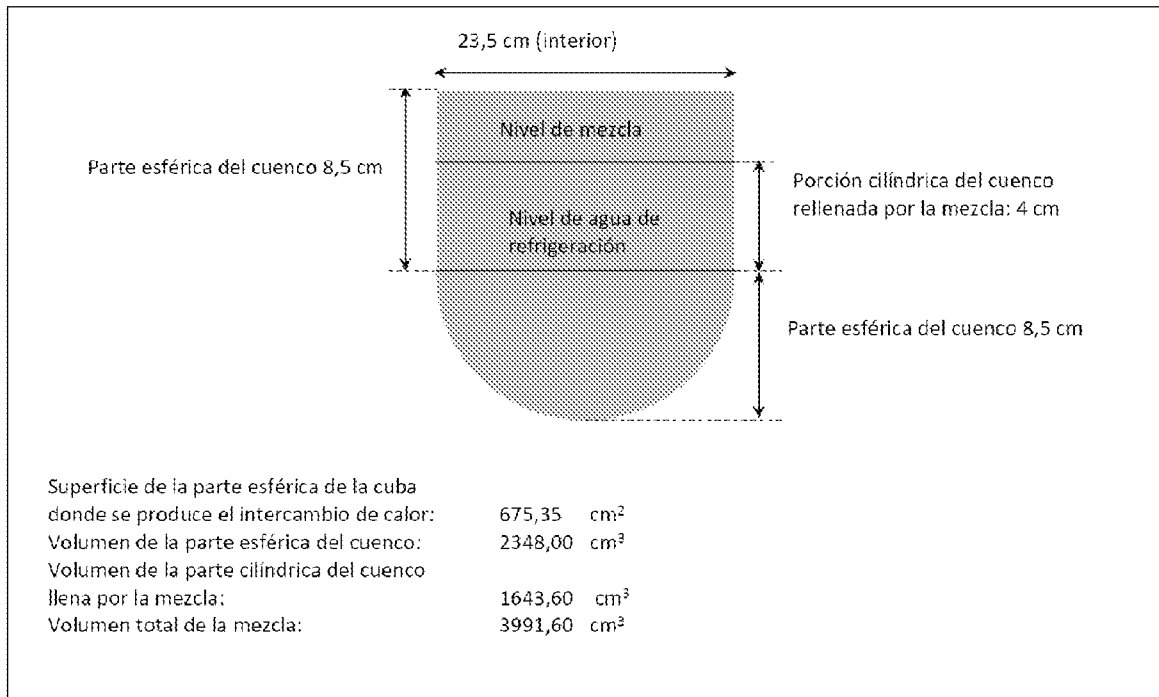


FIG. 9

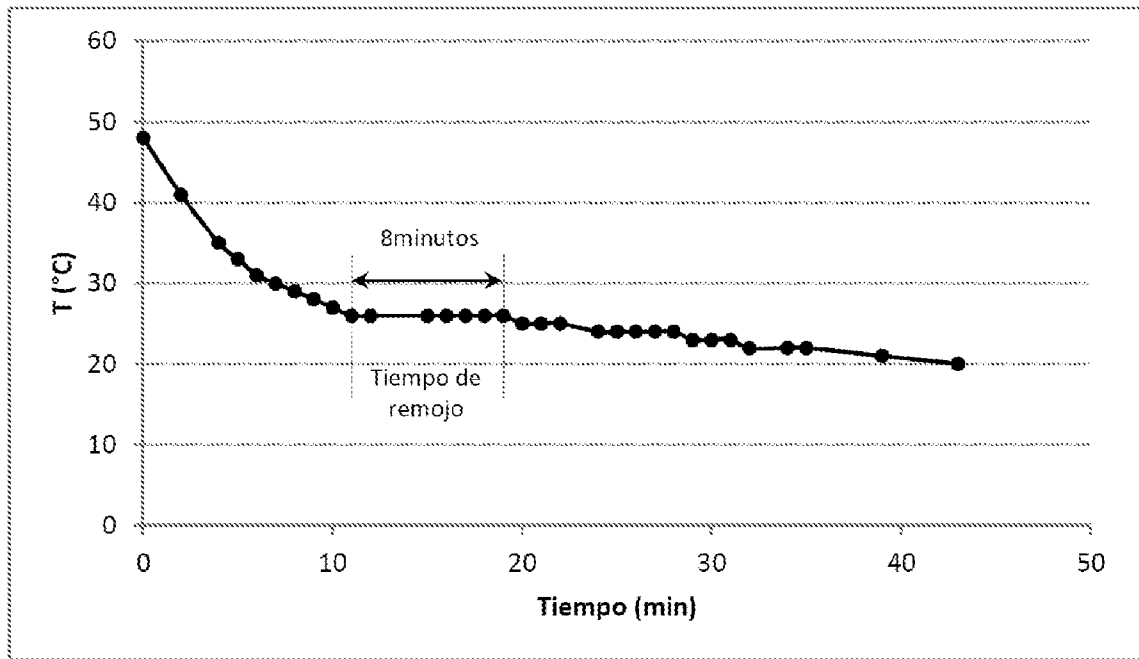


FIG. 10

Electrodo de grafito después de oxidación con aire a 650 °C x 112

h.

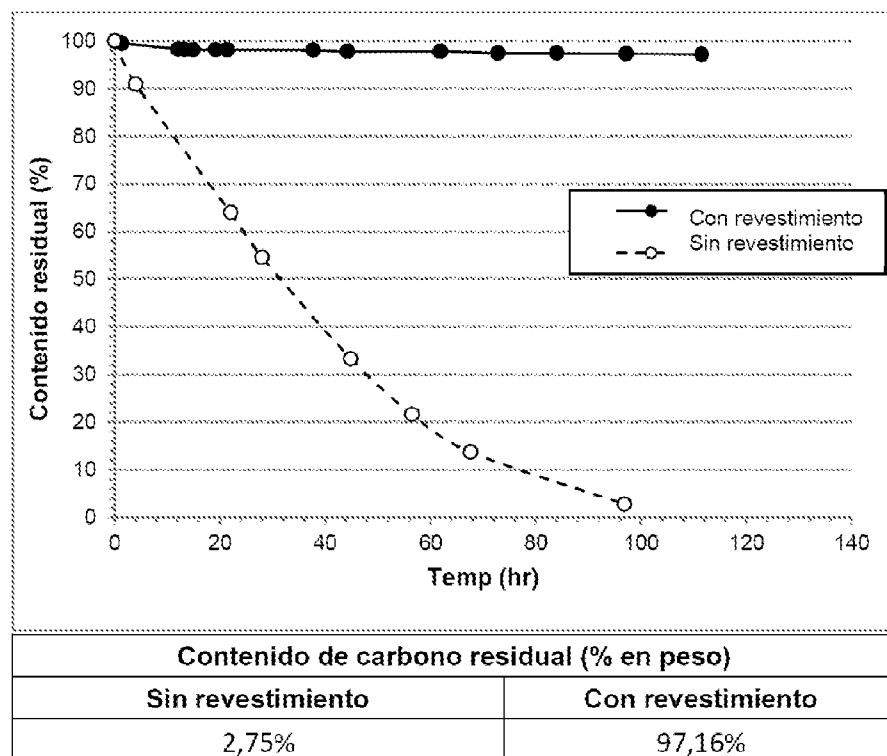
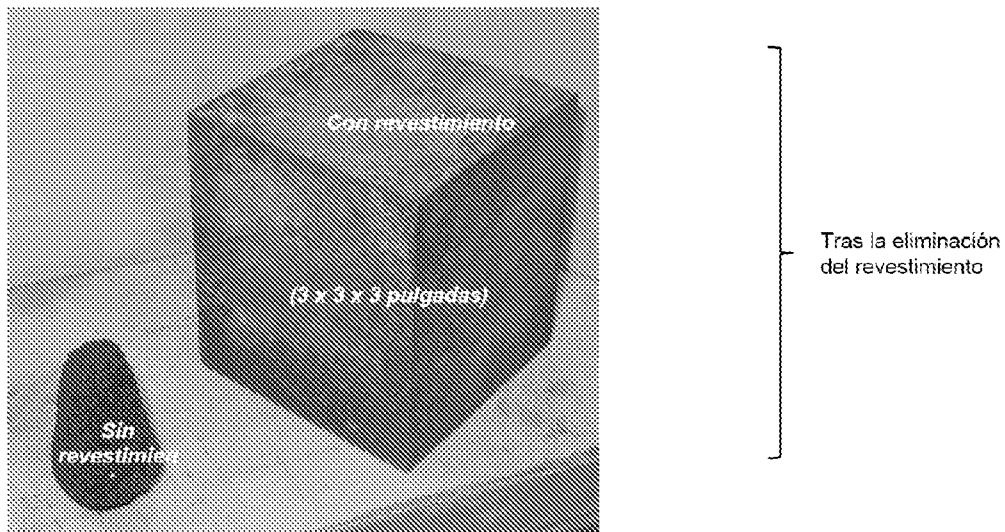


FIG. 11

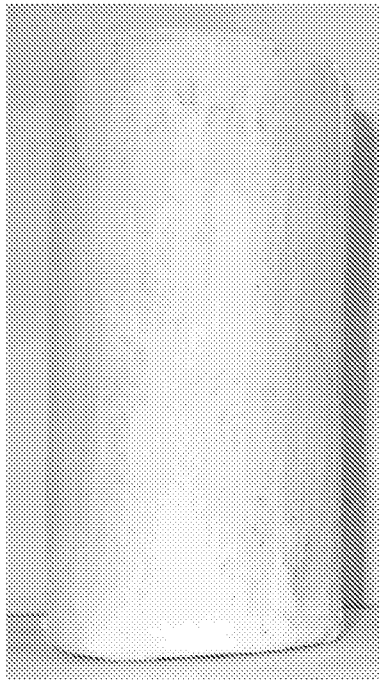
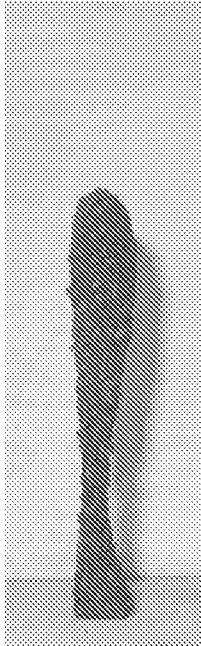
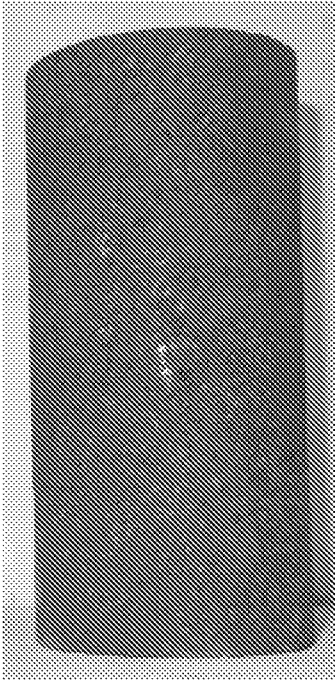
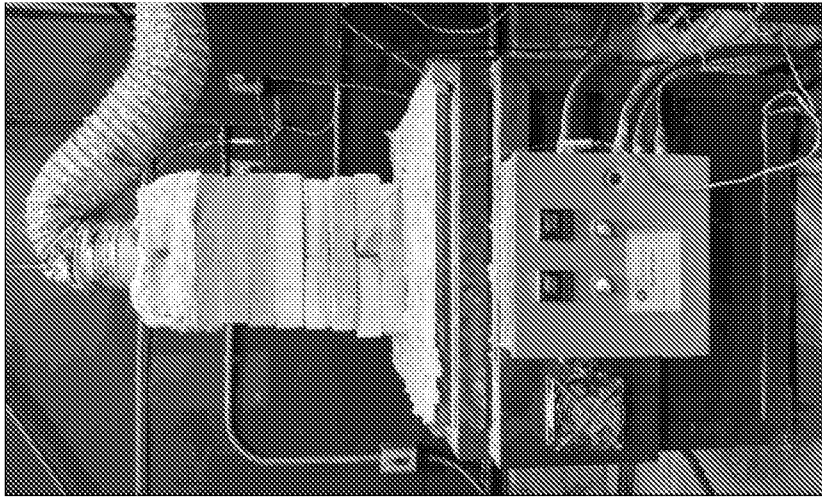
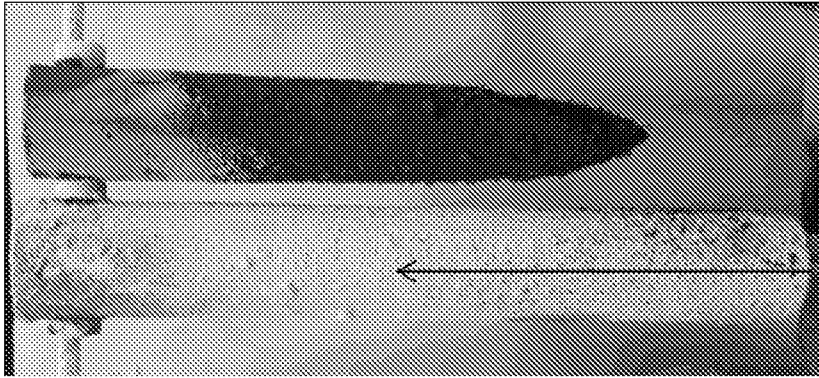
@ 650°C X 20 h al aire		Aspecto de la muestra original del ánodo
Con revestimiento	Aspecto de la muestra original del ánodo	
		
Contenido de carbono residual (% en peso)		
99,66	2,52	No aplicable

FIG. 12

Montaje experimental

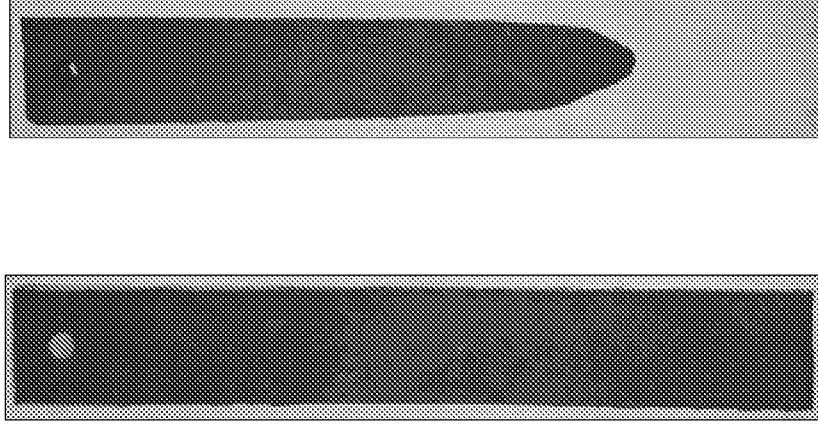


Aspecto de las muestras tras las pruebas



Revestimiento protector

Sección transversal de las muestras tras las pruebas



Con revestimiento Sin revestimiento

FIG. 13

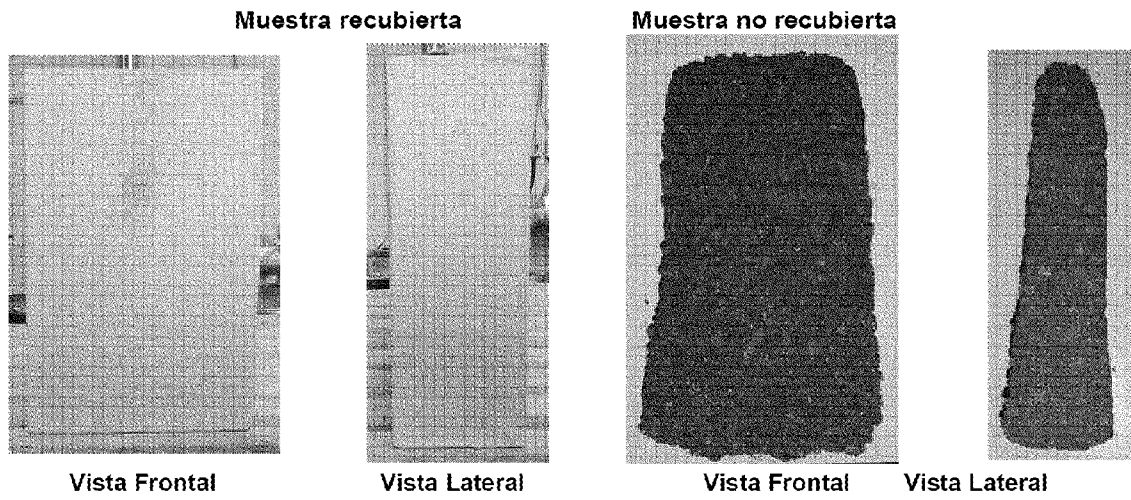
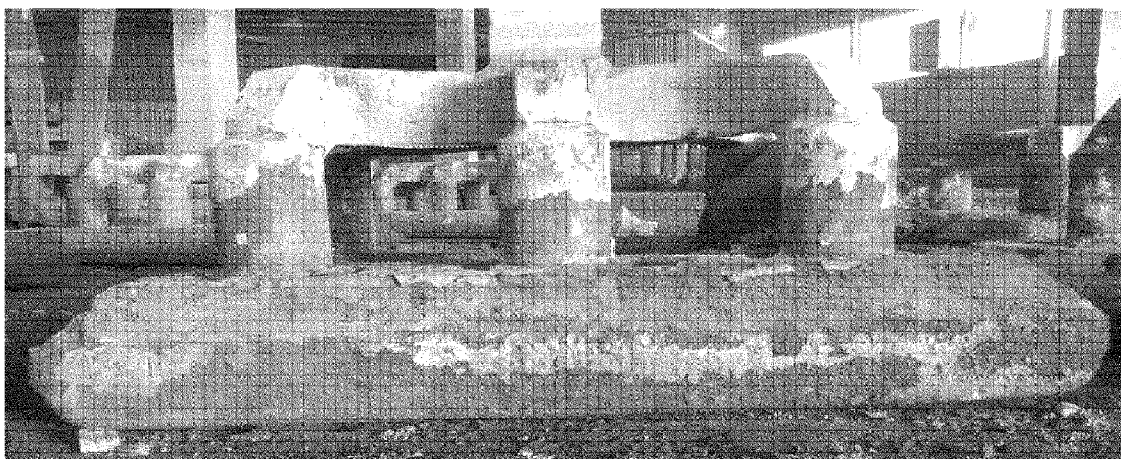
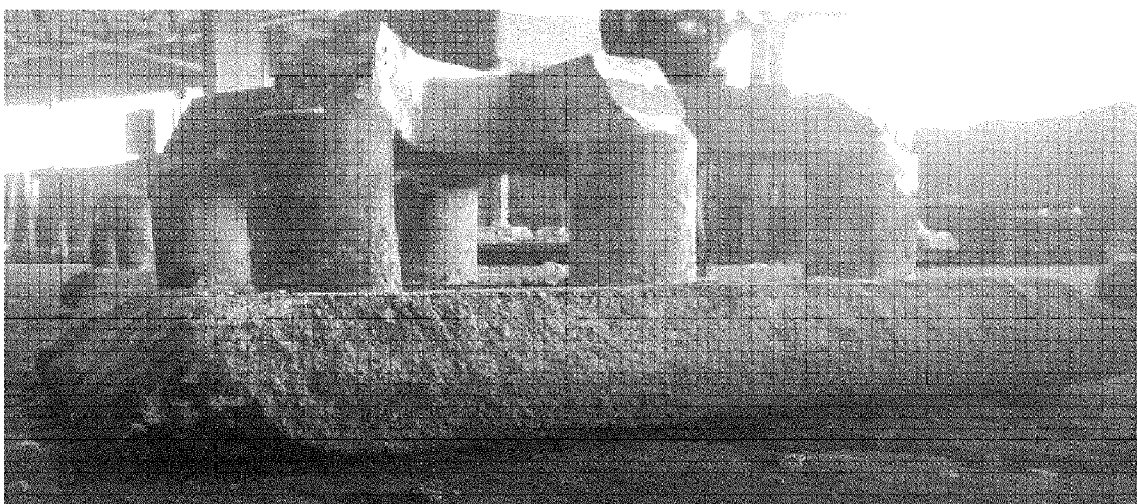


FIG. 14



Aspecto de la colilla obtenida de un ánodo recubierto



Aspecto de la colilla obtenida de un ánodo no recubierto

FIG. 15