

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 059**

21 Número de solicitud: 202231039

51 Int. Cl.:

C23C 18/42 (2006.01)

C23C 18/44 (2006.01)

B82Y 30/00 (2011.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

01.12.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.07.2024

Fecha de concesión:

27.12.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

08.01.2025

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (75.00%)
OTRI. EDIFICIO CENTRAL. C/PEDRO ZEROLO SN
38200 LA LAGUNA (Santa Cruz de Tenerife) ES y
UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
(25.00%)**

72 Inventor/es:

**GARCÍA SILVESTRO, Gonzalo;
PASTOR TEJERA, Elena;
LUIS SUNGA, Maximina y
PLANES, Gabriel Ángel**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

54 Título: **Método de fabricación de un recubrimiento inhibidor de corrosión para metales**

57 Resumen:

Método de fabricación de un recubrimiento inhibidor de corrosión para metales.

Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1) que comprende las etapas de i) dilución de un surfactante (4); ii) adición de un precursor metálico (5); iii) reducción del precursor metálico (5); iv) conformación de una redícula (31) nanoestructurada de surfactante (4) y precursor metálico (5) reducido sobre la superficie (2) del metal (1); y eliminación del surfactante (4) mediante un lavado, obteniendo un recubrimiento (3) de precursor metálico (5) reducido con una estructura mesoporosa (32) de modo que impide la corrosión del metal (1).

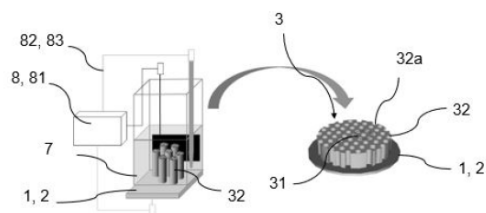


FIG 2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN**MÉTODO DE FABRICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO INHIBIDOR DE CORROSIÓN
PARA METALES**

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente solicitud de patente, se enmarca en el sector de la nanotecnología y ciencia de los materiales, y tiene por objeto un método de fabricación de un recubrimiento inhibidor de corrosión para metales que comprende las etapas de i) dilución de un surfactante; ii) adición de un precursor metálico; iii) reducción del precursor metálico; iv) conformación de una retícula nanoestructurada sobre la superficie del metal; v) eliminación del surfactante mediante un lavado, obteniendo un recubrimiento inhibidor de la corrosión, el cual presenta notables ventajas.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El fenómeno de la corrosión consiste en el deterioro de las estructuras metálicas debido a la reacción del metal con su entorno. Según una estimación del gasto económico causado por la corrosión y protección de los materiales, realizada en la década de 1970 por el gobierno británico, se concluyó que el importe de los gastos para restaurar las estructuras dañadas rondaba el 3% del producto interior bruto (PIB). Un estudio más reciente de la National Association of Corrosion Engineers (NACE) de los EEUU estima que el coste mundial de la corrosión es de unos 2.5 billones de dólares, lo que equivale a un 3,4% del PIB mundial.

25

En la actualidad, la corrosión es considerada un problema industrial de gran relevancia debido a que puede originar accidentes, al producirse la ruptura de la pieza, además de representar un coste importante tanto a nivel económico como ambiental. La corrosión es una reacción electroquímica, de oxidación-reducción espontánea, en la que, al igual que en una pila, tienen lugar dos reacciones: en el ánodo se oxida, es decir, se corroe el material manufacturado, mientras que en el cátodo se reduce una especie que en la mayoría de los casos es el oxígeno molecular. Así, para que exista la corrosión son necesarias estas dos reacciones, en el ánodo y en el cátodo. Actualmente la atención se centra en retardar la corrosión mediante la protección del ánodo a través de pinturas, aleaciones o recubrimientos, ignorando la

30

posibilidad de inhibir la reacción de reducción del oxígeno molecular en el cátodo, con el fin de impedir el proceso de corrosión en el ánodo.

5 Un documento ilustrativo de lo que es conocido en el estado de la técnica, sería lo descrito en la patente CN114774830, donde se explica un recubrimiento multifuncional, un método de preparación del mismo y un equipo de potencia. El revestimiento multifuncional comprende una capa superficial abrasiva, una capa de transición metálica, una capa intermedia de cerámica y una capa inferior de unión que están dispuestas en modo apilado. El método de preparación del recubrimiento multifuncional comprende el paso de que la capa inferior de
10 unión, la capa intermedia de cerámica, la capa de transición metálica y la capa superficial abrasiva se preparan secuencialmente en una cara de trabajo a través de un proceso de rociado térmico. El equipo de potencia comprende el revestimiento multifuncional. El revestimiento multifuncional proporcionado por la invención tiene las funciones triples de resistencia a la corrosión marina, control de la holgura y prevención de incendios de titanio,
15 supera los defectos de que un revestimiento existente no es resistente a la corrosión, y puede cumplir con los requisitos de uso de motores aeronáuticos y turbinas de gas de alto rendimiento.

20 Así, y a la vista de todo lo anterior, se aprecia aún una necesidad de minimizar el proceso de corrosión por la vía de inhibir la reacción de reducción de oxígeno, desarrollando para ello una estructura atómica superficial específica del material que se quiere proteger de modo que no permita su interacción con el oxígeno molecular, suprimiendo la reacción en el cátodo y, en consecuencia, impidiendo la corrosión del material.

25 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es minimizar el fenómeno de la corrosión siendo un importante problema industrial ya que puede causar accidentes, como la ruptura de piezas, y representando un gran coste; se calcula que en pocos segundos se disuelven cinco toneladas
30 de acero en el mundo.

La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. La corrosión es una reacción electroquímica, de oxidación-reducción, que se produce de modo espontáneo, y en la que, al igual que en una pila,
35 intervienen dos reacciones: en el ánodo se oxida, es decir, corroe, el material manufacturado,

y en el cátodo se reduce una especie que en la mayoría de los casos es el oxígeno molecular. Es importante recalcar que para que exista la corrosión deben producirse ambas reacciones: en el ánodo y en el cátodo.

5 Actualmente el mayor esfuerzo tecnológico para retardar la corrosión se ha enfocado a la protección del ánodo a través de pinturas, aleaciones o recubrimientos por otros materiales menos nobles. Así, la presente invención se centra en inhibir la reacción de reducción del oxígeno molecular en el cátodo. Para ello, se ha desarrollado una estructura atómica superficial específica del material a proteger que no permite la interacción de este con el
10 oxígeno suprimiendo reacción alguna en el cátodo, e inhibiéndose a partir de ahí la corrosión del material.

Cabe mencionar que en general existen dos métodos para reducir el precursor. Uno es el químico, en el cual se somete al metal a exposición directa por contacto, bien con un líquido
15 en el que se encuentra la sustancia reductora, bien con un gas formado por la sustancia reductora. Otro método es el electroquímico, el cual tiene lugar en una celda, en la que se disponen al menos dos electrodos: el que se está modificando, es decir, protegiendo con un recubrimiento, y otro auxiliar o de "sacrificio", e involucra el paso pasaje de una corriente eléctrica entre ambos. La energía eléctrica aplicada se puede medir en Amperios, como
20 corriente, en Voltios, como voltaje o potencial, y en Culombios, como cantidades de carga. Dependiendo que la variable que se controla se tienen diferentes modalidades. En el caso de aplicar una corriente controlada, el procedimiento se denomina galvanostático. En el caso de aplicar un potencial controlado, el procedimiento se denomina potencioestático, de ser un potencial constante, y potenciodinámico, de ser un potencial variable.

25 Señalar que en los procedimientos electroquímicos, la cantidad de carga está relacionada con la cantidad de material que pudo haberse depositado, de modo que representa un indicador aproximado de la cantidad de reacción que se ha producido, lo cual es especialmente útil en los procesos galvanostáticos.

30 Decir adicionalmente que la corrosión puede definirse como una reacción irreversible de un material con su medio, implicando la degradación del material o de sus propiedades. Y según el mecanismo de corrosión puede ocurrir la corrosión química o seca, o bien, corrosión electroquímica o húmeda. En la corrosión química se da la oxidación de metales a alta
35 temperatura en atmósferas gaseosas dando lugar a una película sólida de productos de

reacción sobre la superficie del metal. Por otra parte, en la corrosión electroquímica o húmeda, tiene lugar la actuación de pilas electroquímicas en las que el metal se disuelve en las regiones anódicas, lugar en el que se produce la oxidación. La corrosión electroquímica se produce a temperaturas moderadas y en presencia de un electrolito. Este tipo de corrosión tiene lugar en la interfase entre un material y una disolución acuosa. Así, para que ocurra el fenómeno de la corrosión debe existir, de forma simultánea, una reacción de oxidación y una reacción de reducción. De forma general la oxidación del metal da lugar, bien a cationes solubles, bien forma un óxido metálico. Y en el caso de la reducción de las especies presentes en la disolución da lugar a protones, agua u oxígeno disuelto.

Más en particular, el método de fabricación de un recubrimiento inhibidor de corrosión para metales comprende las etapas de i) dilución de un surfactante en un volumen de agua sobre el metal a recubrir de modo que el surfactante decanta sobre la superficie del metal; ii) adición de un precursor metálico en dicho volumen de agua; iii) reducción del precursor metálico de modo que se deposite sobre la superficie del metal con surfactante; iv) conformación de una redícula nanoestructurada de surfactante y precursor metálico reducido sobre la superficie del metal; v) eliminación del surfactante de la superficie del metal mediante un lavado con agua, obteniendo un recubrimiento de precursor metálico reducido con una estructura mesoporosa. De este modo se da lugar a un arreglo superficial nanoestructurado en forma de celdas hexagonales, específico para inhibir la reacción de reducción de oxígeno, evitando así que se produzca el fenómeno de la corrosión en el metal que recubre.

Preferentemente, la estructura mesoporosa resultante del método descrito comprende una pluralidad de poros con diámetros entre 2 y 50 nm, observándose que, de este modo, se acentúa el efecto de inhibir la reacción de reducción de oxígeno. Esto es así dado que el surfactante modifica la estructura geométrica superficial del material depositado, es decir del precursor metálico reducido, preferentemente platino, y a la vez esto último modifica la estructura electrónica superficial, lo cual inhibe la adsorción de oxígeno molecular.

Por otro lado, el surfactante es octaetilenglicol monohexadecil éter con un 45-55% en peso, siendo el % en peso el peso del surfactante en el peso total del preparado, el cual contiene la totalidad de elementos que son el surfactante, el precursor metálico y agua. Se observa experimentalmente que dicho componente, posibilita, en dicho porcentaje, la obtención de una estructura mesoporosa en el recubrimiento del precursor metálico reducido.

Adicionalmente, el precursor metálico es ácido hexacloroplatínico acuoso con un 5-20% en peso, siendo de igual modo el % en peso el peso del precursor metálico en el peso total del preparado que contiene tanto el surfactante, como el precursor metálico y agua. Se observa experimentalmente que dicho componente, posibilita, en dicho porcentaje, la obtención de un recubrimiento inhibidor de la corrosión con una alta eficacia.

Complementariamente, el precursor metálico reducido es uno del grupo de Platino, Rutenio, Oro, Hierro, Níquel, Cobalto, Cobre, Zinc, Estaño y Plomo, siendo dichos elementos de la tabla periódica lo que se han confirmado como más eficaces en la obtención de un recubrimiento inhibidor de la corrosión.

Más concretamente, y con respecto al método químico, la etapa iii) del método de fabricación comprende una exposición del precursor metálico a un agente reductor, de modo que el precursor metálico se reduce, y el precursor metálico reducido se deposita sobre la superficie del metal con surfactante, de modo que se va conformando una capa o película de recubrimiento inhibidor de corrosión. Precisar que dicho recubrimiento inhibidor de corrosión se puede obtener por medio de la exposición a agentes reductores, bien en forma de líquido, bien en forma de gas o vapor.

En una realización preferida de la invención, el agente reductor es uno del grupo de hidruro de litio y aluminio, borohidruro de sodio e hidracina, observándose experimentalmente una alta eficacia en la obtención de un precursor metálico reducido.

Por otra parte, y con respecto al método electroquímico de fabricación de un recubrimiento inhibidor, la etapa iii) comprende una aplicación de energía eléctrica sobre la dilución con un precursor metálico, de modo que el precursor metálico se reduce y se deposita sobre la superficie del metal con surfactante. El tiempo de aplicación puede oscilar entre $1,0 \times 10^{-6}$ hasta 86400 segundos, y la velocidad de barrido desde $1,0 \times 10^{-4}$ hasta 5,0 Voltios/segundo.

Cabe mencionar, con respecto al método electroquímico potencioestático, que la aplicación de energía eléctrica sobre la dilución con un precursor metálico es por medio de la aplicación de un voltaje eléctrico constante de entre -5 y 1 voltios. De este modo se observa experimentalmente que se alcanza un buen rendimiento en la reducción del precursor metálico.

Y con respecto al método electroquímico potenciodinámico, cabe señalar que la aplicación de energía eléctrica sobre la dilución con un precursor metálico es por medio de la aplicación de un voltaje eléctrico variable de entre -5 y 1 voltios. De igual modo se observa experimentalmente que se alcanza un buen rendimiento en la reducción del precursor metálico.

Y añadir con respecto al método electroquímico galvanostático, es decir, midiendo corriente, que la aplicación de energía eléctrica sobre la dilución con un precursor metálico es por medio de la aplicación de una corriente eléctrica de entre $1,0 \times 10^{-6}$ hasta -10 Amperios. De este modo se observa experimentalmente que se alcanza un buen rendimiento en la reducción del precursor metálico.

Y con respecto al método electroquímico galvanostático, midiendo corriente en este caso carga eléctrica, señalar que la aplicación de energía eléctrica sobre la dilución con un precursor metálico es por medio de la aplicación de una carga eléctrica de entre 0,01 y 1 $Cxcm^{-2}$. De este modo se observa experimentalmente que se alcanza un buen rendimiento en la reducción del precursor metálico. Precisar que la carga aplicada, dependerá del precursor metálico concreto y del grosor del recubrimiento deseado.

Según otro aspecto de la invención, al menos una de las etapas de i) a v) se desarrolla a una temperatura controlada de entre 55° y 65°C, advirtiéndose experimentalmente que en dicho rango se consigue un mejor rendimiento en la obtención del recubrimiento inhibidor de corrosión.

Es también objeto de la presente invención el propio recubrimiento inhibidor de corrosión para metales fabricado según el método detallado más arriba, así como el uso de dicho recubrimiento inhibidor.

En los dibujos adjuntos se muestra, a título de ejemplo no limitativo, un método de fabricación de un recubrimiento inhibidor de corrosión para metales, constituido de acuerdo con la invención. Otras características y ventajas de dicho método de fabricación de un recubrimiento inhibidor de corrosión para metales, objeto de la presente invención, resultarán evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1- Vista de un esquema del método químico de fabricación de un recubrimiento inhibidor de corrosión, de acuerdo con la presente invención;

5 Figura 2- Vista de un esquema del método electroquímico de fabricación de un recubrimiento inhibidor de corrosión, de acuerdo con la presente invención;

Figura 3- Vista ilustrativa de un diagrama del fenómeno de la corrosión, de acuerdo con la presente invención;

Figura 4- Vista ilustrativa de un voltamperograma cíclico de MP-Pt (paneles superiores) y alambre de Pt (paneles inferiores), siendo el precursor metálico para producir MP-Pt, el ácido hexacloroplatínico en H_2SO_4 0,5 M (paneles de la izquierda) y NaOH 0,1 M (paneles a la derecha), habiéndose utilizado en el caso del MP-Pt octaetilenglicol monohexadecil éter, en ausencia (líneas continuas) y presencia (líneas discontinuas) de O_2 , de acuerdo con la presente invención;

15

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

A la vista de las mencionadas figuras y, de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, comprendiendo las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

20

En la figura 1 se puede observar una vista de un esquema del método químico de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión. Se aprecia el metal (1) cuya superficie (2) se busca proteger con un recubrimiento (3) con una retícula (31) de estructura mesoporosa (32).

25 Es en los correspondientes poros (32a) que se aloja el surfactante (4), a eliminar finalmente con un baño de agua (7), quedando el precursor metálico (5) reducido con el agente reductor (6).

En la figura 2 se puede observar una vista de un esquema del método electroquímico de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión. Se aprecia también el metal (1) cuya superficie (2) se busca proteger con un recubrimiento (3) con una retícula (31) de estructura mesoporosa (32). De igual modo es en los correspondientes poros (32a) que se aloja el surfactante (4), a eliminar finalmente con un baño de agua (7), quedando el precursor metálico (5) reducido con el agente reductor (6). Se observa además un dispositivo aplicador

30

de energía eléctrica (8), bien en forma de voltaje eléctrico (81), de corriente eléctrica (82) o de carga eléctrica (83), según la tipología del método aplicado.

En dicha figura 2 se muestra una realización preferida de la invención con la actividad electrocatalítica de un electrodo de oro con un recubrimiento de Platino (Pt) originado mediante un método de reducción electroquímica para obtener una estructura mesoporosa (32) con un arreglo superficial nanoestructurado y específico para inhibir la reacción de reducción de oxígeno.

De modo preferente se realizan los pasos de, en primer lugar, sintetizar mediante la reducción electroquímica de una mezcla de ácido hexacloroplatínico acuoso (8%) y octaetilenglicol monohexadecil éter (C16EO8) al 50% en peso, en un electrodo de disco de Au ($\phi = 7$ mm) a 60 °C y 0,15 vs ERH. Los resultados corresponden a un electrodo obtenido después de pasar una carga de 272 mC durante la deposición. Finalmente, el electrodo se mantiene en agua (7) destilada durante 48 h reemplazando el líquido cada 2 h. Esta síntesis origina la deposición del platino (Pt) de la disolución sobre la superficie (2) del electrodo de oro dando lugar a un recubrimiento (3) de platino (Pt) con estructura mesoporosa (32) que se caracteriza por contener poros (32a) con diámetros entre 2 y 50 nm.

En la figura 3 se puede observar una vista ilustrativa de un diagrama del fenómeno de la corrosión, sobre la superficie (2) de un metal (1).

La corrosión se localiza sobre las regiones anódicas del metal (1), que es el lugar donde tiene lugar la oxidación, mientras que las regiones catódicas están protegidas dado que es donde se produce la reducción del medio. Al establecerse un circuito electroquímico, los electrones circulan a través del metal desde el ánodo hacia el cátodo, y el circuito se cierra a través del electrolito donde circulan los iones.

Desde el punto de vista termodinámico, el proceso de la corrosión es medido por la energía libre de Gibbs (ΔG). Cuanto más negativo sea este valor ($\Delta G < 0$), existirá mayor tendencia para que la reacción se lleve a cabo. El valor de ΔG se relaciona con la fuerza electromotriz (f.e.m.) o el potencial (E) de una celda de corrosión según la relación $\Delta G = -n \cdot F \cdot E$ donde 'n' es el número de electrones intercambiados, F es la constante de Faraday (96500 Coulomb/equivalente químico). Por tanto, a grandes valores de E, mayor es la tendencia de la celda a corroerse pero, cabe destacar, que aunque la termodinámica indique que una

reacción de corrosión puede ocurrir, puede o no darse debido a la formación de películas protectores o pasivas que retardan la cinética de la reacción.

Para evitar la corrosión pueden emplearse nanopartículas como material de recubrimiento (3), que actúe como una barrera para controlar la velocidad de la corrosión. La presente invención se centra en la inhibición de la reducción del oxígeno molecular, que actúa como reacción catódica, y es la más común (20 % del aire se compone de oxígeno molecular) e importante en los procesos de corrosión. Para ello, se ha desarrollado una estructura metálica atómica superficial específica, o estructura mesoporosa (32), sobre el metal (1) a proteger. Y de modo preferido se utiliza platino (Pt) para dicha estructura mesoporosa (32), debido a que es el material que exhibe la mayor eficiencia hacia la reacción de reducción de oxígeno, sobre una superficie (2) de oro policristalino (Au).

Y en la figura 4 se puede observar una vista ilustrativa de un voltamperograma cíclico en relación a un precursor metálico (5) (ácido hexacloroplatínico), y un surfactante (4) (octaetilenglicol monohexadecil éter). En concreto se han realizado experimentos en una estructura mesoporosa (32) de platino (Pt) y en un alambre de platino (Pt) policristalino, en ausencia y en presencia de oxígeno molecular en un amplio rango de pH.

Más concretamente precisar que para el estudio de la actividad electrocatalítica del electrodo con la estructura mesoporosa (32) de platino (Pt) hacia la reacción de reducción de oxígeno, se ha empleado una celda de tres electrodos, usando un electrodo reversible de hidrógeno (ERH) como referencia y un contraelectrodo de carbón vítreo. Como electrodo de trabajo se ha empleado el electrodo de Au con el recubrimiento (3) mesoporoso de platino (Pt). Y es en dicha figura 4 que se muestra el rendimiento del electrodo sintetizado hacia la reacción de reducción de oxígeno, por medio de una semi-reacción catódica dominante en medios acuosos aireados, usando ácido sulfúrico e hidróxido sódico como electrolito de fondo. El comportamiento en presencia o ausencia de oxígeno indica nula actividad electrolítica hacia la reducción de oxígeno al no observarse un incremento de la corriente catódica durante los experimentos en presencia de oxígeno.

Con fines comparativos se estudia la actividad electrocatalítica de un alambre de platino (Pt) sin modificar en ausencia y presencia de oxígeno en ácido sulfúrico e hidróxido sódico como electrolito de fondo. En dicha figura 4 se puede observar que en presencia de oxígeno aparecen corrientes catódicas correspondientes a la reducción de oxígeno en el caso del alambre de platino (Pt) debido a su elevada actividad electrocatalítica hacia esta reacción.

Finalmente se demuestra experimentalmente, mediante las realizaciones de la invención descritas, que el material sintetizado, es decir, el metal recubierto, no es electroactivo hacia la reacción de reducción de oxígeno en un amplio rango de pH, con un alto impacto en el campo de la corrosión.

Más en particular, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, el método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1) comprende las etapas de i) dilución de un surfactante (4) en un volumen de agua (7) sobre el metal (1) a recubrir de modo que el surfactante (4) decanta sobre la superficie (2) del metal (1); ii) adición de un precursor metálico (5) en dicho volumen de agua (7); iii) reducción del precursor metálico (5) de modo que se deposite sobre la superficie (2) del metal (1) con surfactante (4); iv) conformación de una retícula (31) nanoestructurada de surfactante (4) y precursor metálico (5) reducido sobre la superficie (2) del metal (1); v) eliminación del surfactante (4) de la superficie (2) del metal (1) mediante un lavado con agua (7), obteniendo un recubrimiento (3) de precursor metálico (5) reducido con una estructura mesoporosa (32). Precisar que el lavado con agua (7) consiste en mantener en agua (7) destilada durante 48 h reemplazando el líquido cada 2 h.

Preferentemente, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, la estructura mesoporosa (32) comprende una pluralidad de poros (32a) con diámetros entre 2 y 50 nm.

Más en detalle, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, el surfactante (4) es octaetilenglicol monohexadecil éter con un 45-55% en peso, siendo el valor preferido y óptimo el de un 50% en peso.

Por otro lado, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, el precursor metálico (5) es ácido hexacloroplatínico acuoso con un 5-20% en peso, siendo el valor preferido y óptimo es el de un 8% en peso.

Según otro aspecto de la invención, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, el precursor metálico (5) reducido es uno del grupo de Platino, Rutenio, Oro, Hierro, Níquel, Cobalto, Cobre, Zinc, Estaño y Plomo, siendo el precursor metálico reducido preferido el Platino.

Opcionalmente, tal y como se observa en la figura 1, el método de fabricación químico de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), se caracteriza por que la etapa iii)

comprende una exposición del precursor metálico (5) a un agente reductor (6), de modo que el precursor metálico (5) se reduce, y el precursor metálico (5) reducido se deposita sobre la superficie (2) del metal (1) con surfactante (4).

- 5 Y tal y como se observa en la figura 1, el agente reductor (6) es uno del grupo de hidruro de litio y aluminio, borohidruro de sodio e hidracina.

Alternativamente, tal y como se observa en la figura 2, el método de fabricación electroquímico de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), se caracteriza por que la etapa
10 iii) comprende una aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5), de modo que el precursor metálico (5) se reduce y se deposita sobre la superficie (2) del metal (1) con surfactante (4).

Opcionalmente, tal y como se observa en la figura 2, la aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5) es por medio de la aplicación de un voltaje
15 eléctrico (81) constante de entre -5 y 1 voltios.

Adicionalmente, tal y como se observa en la figura 2, la aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5) es por medio de la aplicación de un voltaje
20 eléctrico (81) variable de entre -5 y 1 voltios.

Alternativamente, tal y como se observa en la figura 2, la aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5) es por medio de la aplicación de una corriente eléctrica (82) de entre $1,0 \times 10^{-6}$ hasta -10 amperios.

25 Adicionalmente, tal y como se observa en la figura 2, la aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5) es por medio de la aplicación de una carga eléctrica (83) de entre 0,01 y 1 Cxcm^{-2} .

30 Complementariamente, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, al menos una de las etapas de i) a v) se desarrolla a una temperatura controlada de entre 55° y 65°C, siendo de modo preferente una temperatura de 60 °C.

Por otro lado, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, es objeto de la presente invención el recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1) fabricado según el método descrito anteriormente.

Finalmente, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, la invención también recoge el uso del
5 recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1).

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los componentes empleados en la implementación del método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), podrán ser convenientemente sustituidos por otros
10 que sean técnicamente equivalentes, y no se aparten de la esencialidad de la invención ni del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación de la siguiente lista.

Lista referencias numéricas:

- | | | |
|----|-----|-----------------------|
| 15 | 1 | metal |
| | 2 | superficie |
| | 3 | recubrimiento |
| | 31 | retícula |
| | 32 | estructura mesoporosa |
| 20 | 32a | poro |
| | 4 | surfactante |
| | 5 | precursor metálico |
| | 6 | agente reductor |
| | 7 | agua |
| 25 | 8 | energía eléctrica |
| | 81 | voltaje eléctrico |
| | 82 | corriente eléctrica |
| | 83 | carga eléctrica |

REIVINDICACIONES

1- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1) que comprende las etapas de:

- 5 i) dilución de un surfactante (4) en un volumen de agua (7) sobre el metal (1) a recubrir de modo que el surfactante (4) decanta sobre la superficie (2) del metal (1);
ii) adición de un precursor metálico (5) en dicho volumen de agua (7);
iii) reducción del precursor metálico (5) de modo que se deposite sobre la superficie (2) del metal (1) con surfactante (4);
10 iv) conformación de una retícula (31) nanoestructurada de surfactante (4) y precursor metálico (5) reducido sobre la superficie (2) del metal (1);
v) eliminación del surfactante (4) de la superficie (2) del metal (1) mediante un lavado con agua (7), obteniendo un recubrimiento (3) de precursor metálico (5) reducido con una estructura mesoporosa (32).

15

2- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según la reivindicación 1, caracterizado por que la estructura mesoporosa (32) comprende una pluralidad de poros (32a) con diámetros entre 2 y 50 nm.

- 20 3- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el surfactante (4) es octaetilenglicol monohexadecil éter con un 45-55% en peso.

- 4- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1),
25 según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el precursor metálico (5) es ácido hexacloroplatínico acuoso con un 5-20% en peso.

- 5- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el precursor
30 metálico (5) reducido es uno del grupo de Platino, Rutenio, Oro, Hierro, Níquel, Cobalto, Cobre, Zinc, Estaño y Plomo.

- 6- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la etapa iii)
35 comprende una exposición del precursor metálico (5) a un agente reductor (6), de modo que

el precursor metálico (5) se reduce, y el precursor metálico (5) reducido se deposita sobre la superficie (2) del metal (1) con surfactante (4).

5 7- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según la reivindicación 6, caracterizado por que el agente reductor (6) es uno del grupo de hidruro de litio y aluminio, borohidruro de sodio e hidracina.

10 8- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la etapa iii) comprende una aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5), de modo que el precursor metálico (5) se reduce y se deposita sobre la superficie (2) del metal (1) con surfactante (4).

15 9- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según la reivindicación 8, caracterizado por que la aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5) es por medio de la aplicación de un voltaje eléctrico (81) constante de entre -5 y 1 voltios.

20 10- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según la reivindicación 8, caracterizado por que la aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5) es por medio de la aplicación de un voltaje eléctrico (81) variable de entre -5 y 1 voltios.

25 11- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según la reivindicación 8, caracterizado por que la aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5) es por medio de la aplicación de una corriente eléctrica (82) de entre $1,0 \times 10^{-6}$ hasta -10 amperios.

30 12- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según la reivindicación 8, caracterizado por que la aplicación de energía eléctrica (8) sobre la dilución con un precursor metálico (5) es por medio de la aplicación de una carga eléctrica (83) de entre 0,01 y 1 Cxcm⁻².

13- Método de fabricación de un recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos una de las etapas de i) a v) se desarrolla a una temperatura controlada de entre 55° y 65°C.

5 14- Recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1) fabricado según el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

15- Uso del recubrimiento (3) inhibidor de corrosión para metales (1) según la reivindicación 1

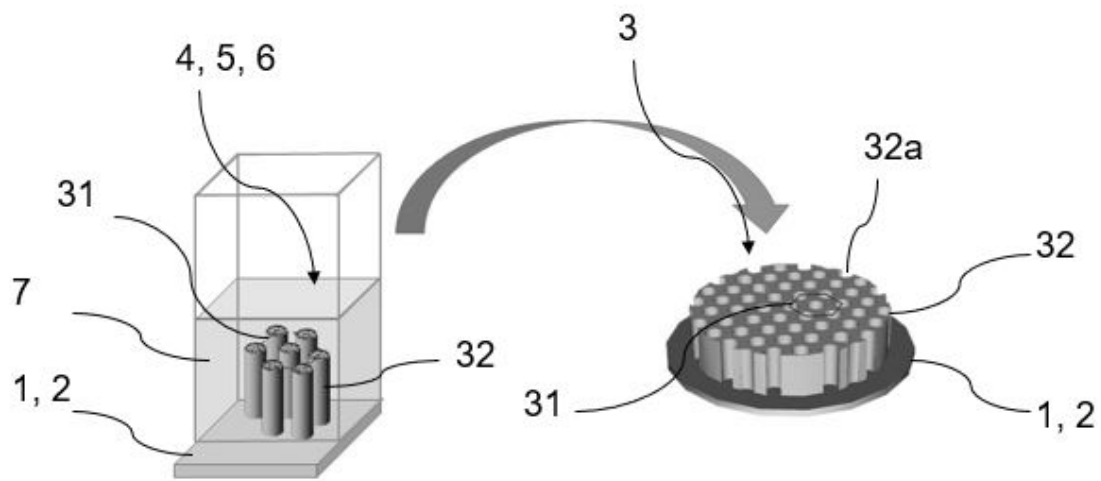


FIG 1

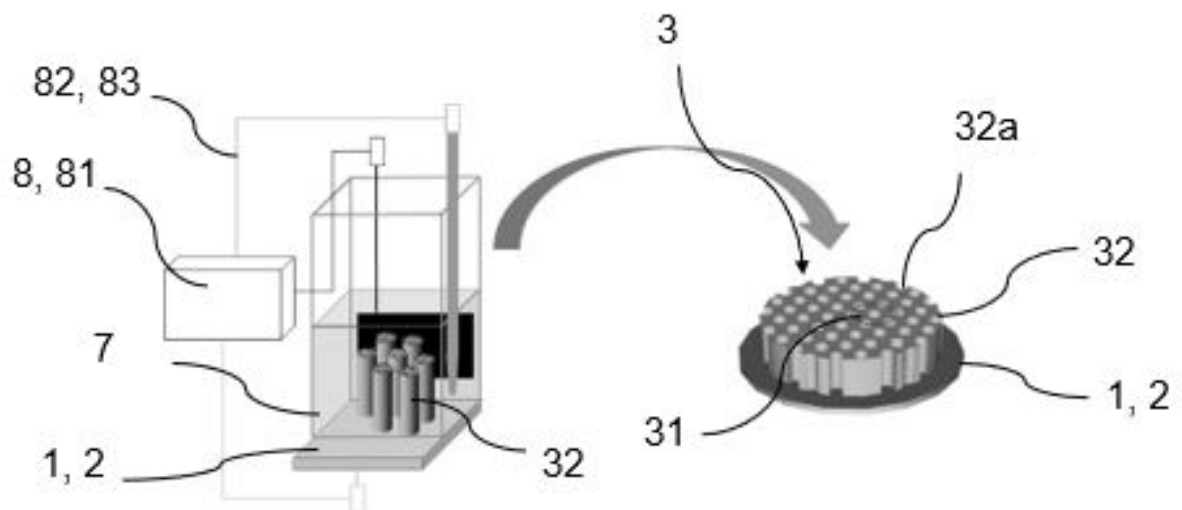


FIG 2

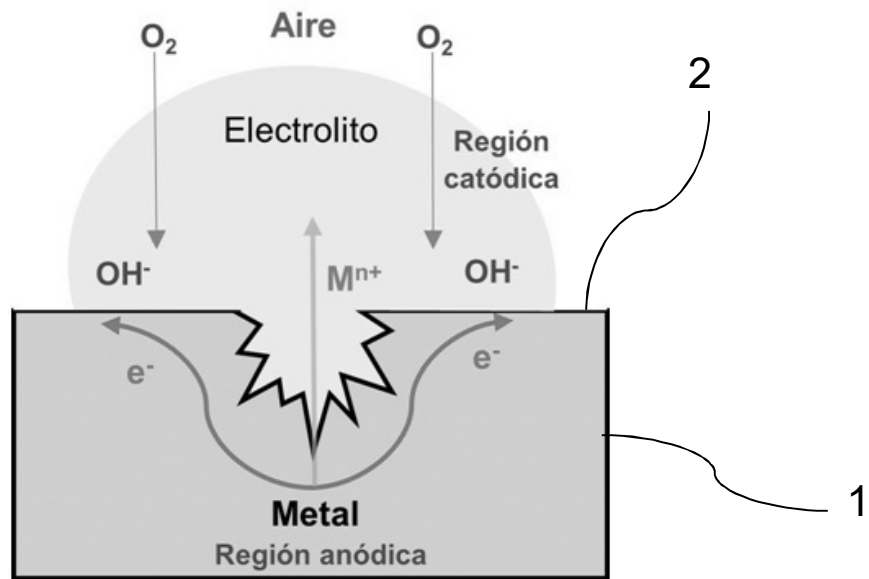


FIG 3

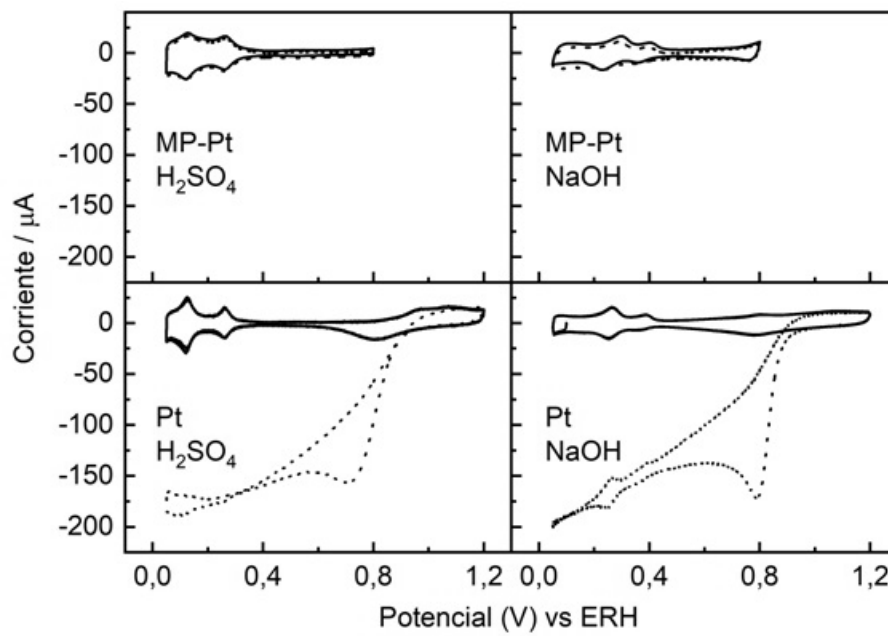


FIG 4