(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 655 715**

(51) Int. CI.:

C09D 5/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2014 E 14179516 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 2980167**

(54) Título: **Recubrimiento antifouling (antiincrustante) y su uso, así como procedimiento para proteger superficies frente al biofouling (bioincrustación)**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.02.2018

(73) Titular/es:

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (33.3%)
Hansastrasse 27c
80686 München, DE;
BIOPLAN GMBH (33.3%) y
SCHIFFSWERFT BARTH GMBH (33.3%)

(72) Inventor/es:

SPOHN, UWE;
RÜHL, MARCO;
ACKERMANN, STEFAN;
FÜTING, MANFRED;
SCHARF, EVA-MARIA;
SANDROCK, STEFAN y
KUNSCH, SEBASTIAN

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

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

Recubrimiento antifouling (antiincrustante) y su uso, así como procedimiento para proteger superficies frente al biofouling (bioincrustación)

La invención se refiere a un recubrimiento antiincrustante para superficies de sustratos que entran en contacto con líquidos basándose en un sistema de electrodos de capa de barniz con al menos dos capas de barniz eléctricamente conductivas, que están segmentadas en al menos dos zonas eléctricamente aisladas entre sí. Además, la invención se refiere a un procedimiento para proteger superficies de sustratos que entran en contacto con líquidos frente a la bioincrustación usando dicho recubrimiento antiincrustante. Los recubrimientos antiincrustantes encuentran aplicación en barcos, en el tratamiento del agua, para circuitos de intercambiadores de calor y de refrigeración, en procesos de separación de membrana, estructuras hidrotécnicas y electrólisis técnicas, por ejemplo, la electrólisis del agua.

Los procesos de electrólisis que funcionan en una gran superficie juegan un papel esencial en la técnica de procesos electroquímicos, ya que las reacciones electroquímicas transcurren principalmente en dos dimensiones en la superficie del electrodo. Una vía de salida se encontró con el desarrollo de células de electrólisis bipolares con ánodos y cátodos conectados alternadamente en serie, para lograr altos rendimientos espacio/tiempo incluso para densidades de corriente medias, pero esto requiere tensiones de celda relativamente altas. Para poder aplicar procesos electroquímicos para la funcionalización controlada de superficies grandes, incluso esféricas y otras, no planas, sobre superficies no conductoras o malas conductoras, por ejemplo para ajustar potenciales redox, valores de pH o para la deposición uniforme de capas delgadas, requiere la deposición húmeda en una gran superficie, completa y uniforme de capas que tienen una conductividad eléctrica suficientemente alta, espesores de capa reproducibles y ajustables con precisión. La consideración de la distribución del campo eléctrico y de los circuitos equivalentes eléctricos conduce a la conclusión de que existe una necesidad de una distribución homogénea superficialmente de la densidad de la corriente de electrólisis bajo la capa electroquímicamente activa de una capa de distribución de la corriente. Dichos electrodos son conocidos por el estado de la técnica.

Mientras que en el documento EP 1570010 A1 se utilizan láminas de grafito como capa de distribución de la corriente, en el documento US 7.025.013 se utiliza una resina con fibras eléctricamente conductivas suspendidas, una tela de fibra de carbono, fibras de carbono segmentadas, esteras prensadas de fibra de carbono, redes eléctricamente conductoras, láminas metálicas, mallas metálicas, hojas de metal o un tamiz eléctricamente conductor.

En el documento US 2010/0083893 se describe un proceso en el que la capa de distribución de la corriente está integrada en la fabricación de cascos de embarcaciones a base de plástico, pero esto requiere intervenciones técnicamente complicadas en la fabricación de los cascos de embarcaciones reforzados con fibras.

En el documento US 5.088.432, se incrustan en la capa de distribución de la corriente delgadas láminas metálicas o bandas metálicas.

En el documento EP 0369557 B1 se aplica como capa de distribución de la corriente una capa de finas laminillas metálicas o una capa de un óxido metálico, aplicada por pulverización, vaporizada o fundida. Al respecto se necesita uno o varios contraelectrodos que se sumergen en el agua de mar, de hierro, cobre o carbono.

En el documento US 6.514.401 B2 se conecta una capa eléctricamente conductiva aislada eléctricamente del casco del barco por varias capas frente a uno o varios cátodos exteriores que se sumergen en el agua de mar, pero ello conduce a distribuciones de la densidad de corriente muy desiguales y con ello a un efecto antiincrustante desigual.

El inconveniente de todos los recubrimientos antiincrustantes electroquímicos conocidos hasta ahora es el elevado trabajo técnico de montaje, por ejemplo la fijación o montaje técnicamente complicados, en particular de la capa de distribución de la corriente, por ejemplo mediante técnicas de pegado. Otros inconvenientes son las posibilidades extremadamente limitadas de reparar o renovar tales sistemas multicapa y los costes de materiales y mano de obra demasiado altos. Hasta ahora no se conoce ningún electrodo para capa de barniz que pueda aplicarse sólo pintando, por rodillo, pulverización o proyección a la temperatura ambiente mediante química húmeda que haga posible una superficie superior a 1500 cm^2 con una distribución de densidad de la corriente suficientemente uniforme en la electrólisis del agua.

Puesto que la capa de barniz exterior que entra en contacto con el agua tiene que tener una conductividad eléctrica mucho más baja que la capa de distribución de la corriente, generalmente contiene la misma partícula mucho menos conductiva eléctricamente, sobre las que se distribuye la distribución de la densidad de corriente macroscópica, lo que conduce a densidades de micro-corriente desestabilizadoras y con ello a una estabilidad electroquímica limitada.

La aplicación técnica del antiincrustante electroquímico o la desinfección electroquímica en superficies extensas no se ha impuesto por los motivos técnicos y de costes técnicos antes mencionados. Las soluciones técnicas anteriores

son aplicables sólo con un coste técnico desproporcionadamente alto, teniendo que adaptarse por ejemplo láminas de grafito, redes metálicas, telas de material eléctricamente conductivo sólo con un esfuerzo técnico adicional a superficies esféricas. Los materiales de composit de carbono alcanzan bajo las circunstancias más favorables solo una conductividad específica de ≤ 10 Scm^{-1}, que para la distribución de la densidad de corriente en superficies más grandes de una electrólisis muy frecuentemente no es suficiente. Es prácticamente imposible lograr una distribución uniforme de la densidad de corriente en electrólisis que operan con un contraelectrodo externo, que se sumerge en el electrolito acuoso. En muchos casos, incluso el efecto deseado, por ejemplo, el establecimiento de un estado redox, de un valor de pH o de un antiincrustante derivado, en particular con tiempos de proceso largos, es entonces poco homogéneo e incompleto en cuanto a la superficie. Cuando se produce bioincrustación, esto puede conducir, a partir de segmentos de superficie con una densidad de corriente demasiado baja, a una bioincrustación perjudicial, que luego se expande gradualmente por toda la superficie.

Para la aplicación a electrólisis técnicas en superficies muy grandes y con fuertes solicitaciones, planas y muy esféricas, incluyendo pequeños radios de curvatura, es necesario un sistema de recubrimiento aplicable sólo por rodillo, pintura e inyección (procesos airless, sin aire y otros procesos técnicos de pulverización), no debiendo ser la aplicación más costosa que con pinturas convencionales. Los sistemas de barnizado multicapa así generados se pueden disponer uno junto a otro en la superficie a modificar y se conectan alternadamente como ánodo y cátodo. Este es el requisito previo para la generación electroquímica homogénea en cuanto a superficie de valores de pH altos y bajos (estrés de pH), altas concentraciones cercanas a la superficie en agentes oxidantes y reductores (estrés de redox) u otras sustancias inhibidoras de la incrustación, como, por ejemplo, ciertos iones metálicos (Ag(I), Cu(II), Cu(I)). La distribución homogénea de la densidad de la corriente y por lo tanto del efecto electroquímico en la superficie, también permite trabajar en grandes depósitos de electrolitos en movimiento potenciostáticamente con alta selectividad y con mínima formación de subproductos tóxicos con corriente constante. Tampoco puede realizarse el control homogéneo en cuanto a la superficie del efecto antiincrustante electroquímico sin el coste técnico necesario hasta ahora, pero inaceptablemente alto al instalar sistemas multicapa conocidos con conductividades eléctricas óptimamente ajustadas.

Puesto que la distribución de una densidad de corriente homogénea ya en superficies relativamente pequeñas de 0,25 a 2 m^2 requiere relaciones muy altas de las conductividades específicas entre la capa conductiva interior y el barniz exterior, el número de partículas conductivas electrolíticamente accesibles en el barniz exterior que sirve como superficie del electrodo es relativamente bajo y las correspondientes densidades de corriente referidas a las partículas son muy altas, lo que reduce drásticamente la vida útil de las capas externas.

Para el efecto antiincrustante es esencial también la conmutación homogénea en cuanto a superficie de las reacciones del electrodo, lo que aumenta significativamente la eficiencia del efecto antiincrustante, al poderse alcanzar un mayor gradiente de pH y potencial redox. Según el estado de la técnica actual, el antiincrustante electroquímico en una gran superficie solo puede lograrse con láminas de grafito pegadas y telas metálicas y estructuras metálicas trenzadas fijadas en otra parte y un alto contenido en alambres y fibras metálicos, ya que no se pueden lograr conductividades específicas suficientemente altas con otras capas aplicadas hasta hoy. Entonces la densidad de microcorriente referida a las partículas conductivas puede ser tan alta en muchos casos que su estabilidad determina y limita la de los procesos de electrólisis respectivos, lo cual es un inconveniente técnico considerable.

Partiendo de esto, era objetivo del presente uso proporcionar un recubrimiento fácil de manejar al aplicarlo que elimine los inconvenientes descritos del estado de la técnica.

Este objetivo se logra mediante el recubrimiento antiincrustante con las características de la reivindicación 1 y el procedimiento para proteger superficies con las características de la reivindicación 14. Las reivindicaciones dependientes adicionales muestran variantes ventajosas. En la reivindicación 16 se indican usos según la invención.

Según la invención, se proporciona un recubrimiento antiincrustante para superficies de sustratos que entran en contacto con líquidos, que contiene al menos dos capas de barniz, que están segmentadas en al menos dos zonas eléctricamente aisladas entre sí, que pueden conectarse eléctricamente por pares una frente a otra como cátodo y ánodo, teniendo una primera capa de barniz una conductividad eléctrica específica de al menos 10 Scm^{-1} y una segunda capa de barniz una conductividad eléctrica específica inferior a la de la primera capa de barniz en un factor de 10 a 1.000.000. El recubrimiento antiincrustante se caracteriza porque los materiales de las capas de barniz eléctricamente conductivas, de las que al menos hay dos, tienen una viscosidad dinámica en la gama de 1 mPas a 10^7 mPas a temperaturas de como máximo 50 ºC, habiéndose elegido los materiales de las capas de barniz a partir del grupo compuesto por poliuretanos, poliurea, polisiloxanos, barnices sol-gel, resinas epoxi, resinas fenólicas, caucho, poliolefinas, así como sus copolímeros, combinaciones, aleaciones, mezclas y sistemas compuestos de los mismos.

El sistema de electrodos de capa de barniz según la invención para electrólisis en gran superficie consta de capas de barniz, conectadas por pares una respecto a otra y que pueden aplicarse mediante rodillo, pintura e inyección a temperaturas inferiores a 50 ºC, de espesor de capa ajustable y diferente conductividad eléctrica, habiéndose aplicado sobre la superficie a funcionalizar, si la misma es eléctricamente conductora, una capa aislante de barniz y

sobre la capa aislante está depositada una capa de barniz eléctricamente conductiva con una conductividad específica de > 10 Scm^{-1} y sobre la misma están depositadas una o varias capas eléctricamente conductivas, teniendo la exterior una conductividad eléctrica específica suficientemente alta para la electrólisis y presentando una estabilidad frente al agua, pH y redox suficientemente alta. Una capa depositada entre estas capas de distinta conductividad de una resistencia eléctrica superior origina una distribución de densidad de corriente aún mejor, que se puede utilizar para reducir la alta distribución de microcorriente que de otro modo sería directamente necesaria en la capa externa. De esta manera, se puede lograr una distribución homogénea de la densidad de corriente y la tensión (estrés) química generada electroquímicamente, y también se puede maximizar la estabilidad electroquímica de las partículas conductivas dispersas en la capa externa.

Según la invención, se reviste la respectiva superficie a funcionalizar electroquímicamente, si ésta es por sí misma eléctricamente conductiva, mediante recubrimiento con pintura, rodillo o pulverización con una capa eléctricamente aislante. A esta capa sigue una primera capa de barniz muy conductiva depositada con los mismos métodos, que contiene de 10 a 60 por ciento en volumen de partículas metálicas y de aleación metálica o partículas de carbono recubiertas con plata, cobre y otros metales o un polímero intrínsecamente conductivo o mezcla de polímeros con un contenido de volumen adaptado, debiendo tener las partículas conductivas una relación de aspecto suficientemente alta. Con los mismos métodos se deposita una segunda capa de barniz eléctricamente conductiva bastante menos conductiva, que presenta una conductividad de 10 a 1.000.000 de veces menor que la capa muy conductiva. Si esta capa entra en contacto con la solución de electrolito, preferiblemente se dispersan como partículas conductivas partículas de grafito, partículas de carbono vítreo y partículas metálicas inhibidoras de la corrosión con una fracción de volumen menor.

Para lograr una mayor estabilidad electroquímica, se deposita con los mismos métodos antes citados una capa eléctricamente conductiva adicional, la capa de distribución de corriente electroquímica, con una mayor proporción de las partículas previstas para la segunda capa eléctricamente conductiva u otras partículas.

Las partículas conductivas de las capas de barniz se dispersan en una matriz polímera de barniz de un poliuretano, una poliurea, un polisiloxano, una resina epoxídica, una resina fenólica, caucho, otra poliolefina o de un sol-gel o de combinaciones de estas sustancias, para fabricar componentes de barniz que pueden tratarse mediante pintura, rodillo o recubrimiento por pulverización. Estos componentes del barniz se depositan en relación con la capa depositada en la combinación respectiva y en cada caso secuencialmente mediante estos métodos de deposición como capas de barniz.

Las capas aquí descritas forman un electrodo de barniz multicapa, que preferiblemente se conecta frente a un electrodo de barniz multicapa de gran superficie y construido de la misma manera. Cada dos electrodos de barniz multicapa conectados alternadamente como cátodo y ánodo en un circuito de electrólisis forman un sistema de electrodos de barniz multicapa. Un número suficiente de tales sistemas de electrodos de barniz multicapa cubre una superficie de aplicación definida. Posibles campos de aplicación son el transporte marítimo y por vías navegables interiores de embarcaciones de recreo hasta cargueros de mar de altura, el tratamiento de aguas, desde el tratamiento de aguas residuales hasta el tratamiento de agua potable, circuitos de intercambiadores de calor y circuitos de refrigeración, procesos de separación de membrana desde la filtración, pasando por la microfiltración hasta la hiperfiltración (ósmosis inversa), estructuras hidrotécnicas y electrólisis técnica.

Una forma de realización preferida prevé que el sustrato esté compuesto por un material eléctricamente conductivo y entre la primera capa de barniz eléctricamente conductiva y el sustrato esté aplicada una capa de barniz eléctricamente aislante.

Se prefiere además que sobre el lado opuesto al sustrato de la segunda capa de barniz eléctricamente conductiva esté situada al menos una capa de barniz adicional con una conductividad eléctrica específica superior a la de la segunda capa de barniz eléctricamente conductiva.

Preferiblemente la capa de barniz que entra en contacto con el líquido es durante más de 6 meses de funcionamiento electroquímico continuo resistente al agua, resistente al pH y/o resistente químicamente al redox.

Las capas de barniz eléctricamente conductivas contienen con preferencia partículas eléctricamente conductivas seleccionadas del grupo compuesto por partículas metálicas y de aleaciones metálicas, partículas de carbono, en particular de grafito, grafeno, carbono vítreo, así como mezclas de las mismas.

Se prefiere además que la primera capa de barniz eléctricamente conductiva contenga de 1 a 70 % en volumen, con preferencia de 15 a 60 % en volumen y con especial preferencia de 30 a 55 % en volumen de las partículas eléctricamente conductivas y/o la segunda capa eléctricamente conductiva contenga de 1 a 40 % en volumen, preferiblemente de 10 a 30 % en volumen y con especial preferencia de 20 a 25 % en volumen de las partículas eléctricamente conductivas.

Una forma de realización preferida adicional prevé que las partículas metálicas o de una aleación metálica tengan además un recubrimiento de la superficie que inhibe la corrosión. Éste consiste con preferencia en una película

metálica pasivante o uno o varios compuestos orgánicos aglutinantes en la superficie de las partículas conductoras, que en un paso de electrones rápido no limitador inhiben la degradación anódica oxidativa o además la degradación catódica reductora de las partículas conductivas.

Con preferencia tienen las capas de barniz un espesor de capa en la gama de 10 a 2000 µm, preferentemente de 100 a 1000 µm y con especial preferencia de 200 a 500 µm.

El sustrato está compuesto con preferencia por un material elegido a partir del grupo compuesto por metal, aleaciones metálicas, madera, plástico, vidrio y sistemas compuestos de los mismos. El sustrato es entonces preferiblemente un casco de barco, una membrana, un intercambiador de calor, un componente de un circuito de refrigeración, un componente del sistema de tratamiento del agua, una estructura hidrotécnica o un componente de la electrólisis.

Las zonas segmentadas tienen preferiblemente una superficie de 0,1 a 50 m^2, en particular de 1 a 10 m^2.

Según la invención, se proporciona también un procedimiento para proteger superficies de sustratos que entran en contacto con líquido frente a la bioincrustación, en el que la superficie se recubre al menos parcialmente con un recubrimiento antiincrustante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y las zonas eléctricamente aisladas entre sí se conectan a intervalos durante un período de tiempo definido como cátodo o ánodo.

Se prefiere entonces que el período de tiempo del intervalo sea de 1 a 10.000 s, en particular de 10 a 500 s.

Los recubrimientos antiincrustantes según la invención antes descritos se usan para

- barcos en el transporte marítimo y por vías navegables interiores, en particular embarcaciones deportivas y buques de carga,

- el tratamiento del agua, especialmente en el tratamiento de aguas residuales y agua potable,

- intercambiadores de calor y circuitos de refrigeración,

- procesos de separación de membranas, en particular ultrafiltración, microfiltración, hiperfiltración (ósmosis inversa),

- estructuras hidrotécnicas, y

- electrólisis técnicas.

En base a las siguientes figuras y ejemplos se describirá el objeto de la presente invención más en detalle, sin pretender limitar el mismo a las formas de realización específicas que se muestran aquí.

La figura 1 muestra, en base a una representación esquemática, el circuito de un recubrimiento antiincrustante según la invención.

Allí significan:

PC - Ordenador personal,

(-) - ánodo y

(+) - cátodo.

Las figuras 2a y 2b muestran, en base a una representación esquemática, la estructura de dos recubrimientos antiincrustantes según la invención.

Allí significan:

1 capa eléctricamente aislante (aplicada cuando el sustrato es eléctricamente conductor)

2 primera capa de barniz (eléctricamente conductiva)

3 segunda capa de barniz (eléctricamente conductiva)

4 tercera capa de barniz (eléctricamente conductiva)

5 líquido, preferiblemente solución acuosa

6 sustrato (para proteger frente a la bioincrustación).

Ejemplo 1

- Sobre dos chapas de acero para barcos de gran superficie y que pueden conectarse como electrodos se aplican de 3 a 9 capas de una resina epoxi de 2 componentes con un espesor de capa total eléctricamente aislante de 100 a 350 µm (1 en la figura 2a y en la figura 2b).

- Primera capa eléctricamente conductiva 2 según la figura 2a y 2b: Después de secar la imprimación, se aplican entre 5 y 10 capas de un barniz de acrilato de 1 componente cargado con virutas de cobre plateadas y 2 % en masa de negro de humo, resultando un espesor de capa de 50 a 150 µm.

- Capa eléctricamente conductiva 3 según la figura 2a y 2b: Después de secar la capa 2, se aplican de 4 a 6 capas de un barniz de poliuretano aromático cargado con 30 a 40 por ciento en masa de virutas de grafito, fabricadas a partir de 2 partes en volumen de un poliol acrilado, 3 partes en volumen de un prepolímero de poliisocianato aromático y dos a tres partes de poli-n-butilacetato secas, resultando un espesor de capa de 100 a 500 µm.

Ejemplo 2

- Sobre dos chapas de acero para barcos (6) de gran superficie y que pueden conectarse como electrodos se aplican de 3 a 9 capas de una resina epoxi de 2 componentes con un espesor de capa total de 100 a 350 µm (capa eléctricamente aislante 1 en la figura 2a y en la figura 2b).

- Primera capa eléctricamente conductiva 2 según la figura 2a y 2b: Después de secar la imprimación, se aplican entre 5 y 10 capas de un barniz de acrilato de 1 componente cargado con virutas de cobre plateadas y 2 % en masa de negro de humo, resultando un espesor de capa de 50 a 150 µm.

- Segunda capa eléctricamente conductiva 3 según la figura 2a y 2b: Después de secar la capa 2, se aplican de 5 a 9 capas de un barniz sol-gel cargado con 15 a 25 por ciento en masa de virutas de grafito, resultando un espesor de capa de 100 a 500 µm.

- Tercera capa eléctricamente conductiva 4 según la figura 2b: Después de secar la capa 3, se aplican de 2 a 4 capas de un barniz sol-gel cargado con más de 30 por ciento en masa de virutas de grafito, resultando un espesor de capa de < 200 µm.

REIVINDICACIONES

1. Recubrimiento antiincrustante para superficies de sustratos que entran en contacto con líquidos que contiene:

al menos dos capas de barniz eléctricamente conductivas, que están segmentadas en al menos dos zonas eléctricamente aisladas entre sí, que pueden conectarse eléctricamente por pares una frente a otra como cátodo y ánodo,

en el que una primera capa de barniz eléctricamente conductiva tiene una conductividad eléctrica específica de al menos 10 Scm^{-1} y una segunda capa de barniz una conductividad eléctrica específica inferior a la de la primera capa de barniz en un factor de 10 a 1.000.000,

caracterizado porque los materiales de las capas de barniz eléctricamente conductivas, de las que al menos hay dos, presentan una viscosidad dinámica en la gama de 1 mPas a 10^7 mPas a temperaturas de como máximo 50 ºC, habiéndose elegido los materiales de las capas de barniz a partir del grupo compuesto por poliuretanos, poliurea, polisiloxanos, barnices sol-gel, resinas epoxi, resinas fenólicas, caucho, poliolefinas, así como sus copolímeros, combinaciones, aleaciones, mezclas y sistemas compuestos de los mismos.

2. Recubrimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque el sustrato está compuesto por un material eléctricamente conductivo y entre la primera capa de barniz eléctricamente conductiva y el sustrato está aplicada una capa de barniz eléctricamente aislante.

3. Recubrimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque sobre el lado opuesto al sustrato de la segunda capa de barniz eléctricamente conductiva está situada al menos una capa de barniz adicional con una conductividad eléctrica específica superior a la de la segunda capa de barniz.

4. Recubrimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa de barniz que entra en contacto con el líquido es durante más de 6 meses de funcionamiento electroquímico continuo resistente al agua, resistente al pH y/o resistente al redox.

5. Recubrimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las capas de barniz eléctricamente conductivas contienen partículas eléctricamente conductivas seleccionadas del grupo compuesto por partículas metálicas y de aleaciones metálicas, partículas de carbono, en particular de grafito, grafeno, carbono vítreo, así como mezclas de las mismas.

6. Recubrimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque la primera capa de barniz eléctricamente conductiva contiene de 1 a 70 % en volumen, con preferencia de 15 a 60 % en volumen y con especial preferencia de 30 a 55 % en volumen de partículas eléctricamente conductivas y/o la segunda capa eléctricamente conductiva contiene de 1 a 40 % en volumen, preferiblemente de 10 a 30 % en volumen y con especial preferencia de 20 a 25 % en volumen de partículas eléctricamente conductivas.

7. Recubrimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque las partículas metálicas o de aleaciones metálicas tienen un recubrimiento de la superficie que inhibe la corrosión.

8. Recubrimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las capas de barniz tienen un espesor de capa en la gama de 10 -2000 µm, preferentemente de 100-1000 µm y con especial preferencia de 200 a 500 µm.

9. Recubrimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el sustrato está compuesto por un material elegido a partir del grupo compuesto por metal, aleaciones metálicas, madera, plástico, vidrio y sistemas compuestos de los mismos.

10. Recubrimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el sustrato es un casco de barco, una membrana, un intercambiador de calor, un componente de un circuito de refrigeración, un componente del sistema de tratamiento del agua, una estructura hidrotécnica o un componente de la electrólisis.

11. Recubrimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las zonas segmentadas tienen una superficie de 0,1 a 50 m^2, en particular de 1 a 10 m^2.

12. Procedimiento para proteger superficies de sustratos que entran en contacto con líquido frente a la bioincrustación, en el que la superficie se recubre al menos parcialmente con un recubrimiento antiincrustante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y las zonas eléctricamente aisladas entre sí se conectan a intervalos durante un período de tiempo definido como cátodo o ánodo.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque el período de tiempo del intervalo es de 1 a 10.000 s, en particular de 10 a 500 s.

14. Uso del recubrimiento antiincrustante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para:

- barcos en el transporte marítimo y por vías navegables interiores, en particular embarcaciones deportivas y buques de carga,

- el tratamiento del agua, especialmente en el tratamiento de aguas residuales y de agua potable,

- intercambiadores de calor y circuitos de refrigeración,

- procesos de separación de membrana, en particular ultrafiltración, microfiltración, hiperfiltración (ósmosis inversa),

- estructuras hidrotécnicas, y

- electrólisis técnicas.

Fig. 1

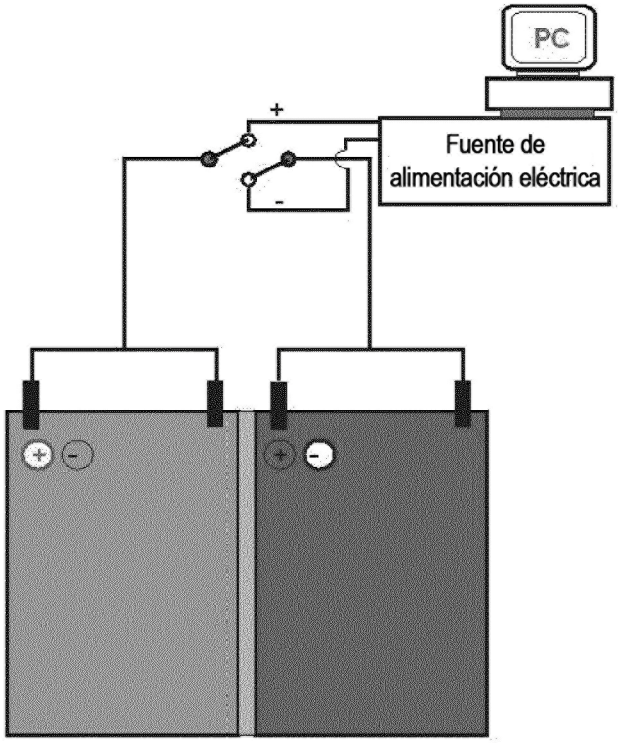


Fig. 2a

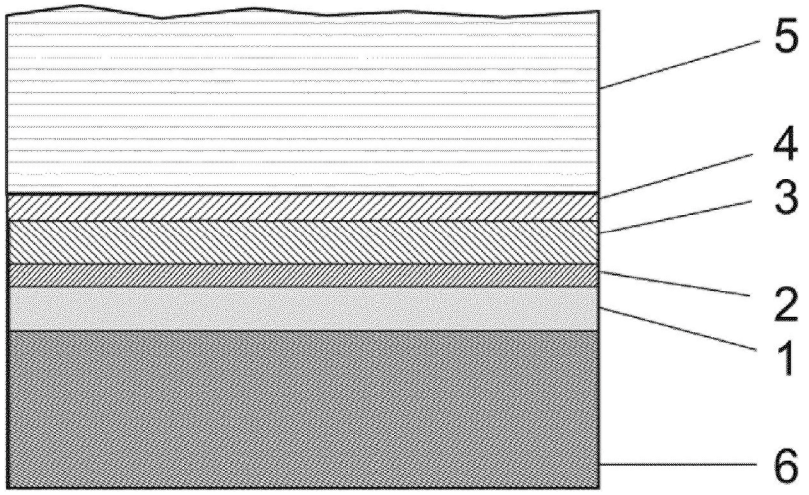


Fig. 2b

