

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 800**

51 Int. Cl.:

C25B 11/12 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2009** **E 09165675 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020** **EP 2145985**

54 Título: **Electrodo para la electrolisis**

30 Prioridad:

17.07.2008 DE 102008033567

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

21.12.2020

73 Titular/es:

**SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH
(100.0%)
Rodheimer Strasse 59
35452 Heuchelheim, DE**

72 Inventor/es:

**REYNVAAN, CONRAD, DR.;
SCHNEWEIS, STEFAN, DR. y
REISER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 799 800 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

Electrodo para la electrolisis

5 La presente invención se refiere a un electrodo para electrólisis según el término genérico de la reivindicación 1.

Se sabe desde hace tiempo aprovechar un proceso de electrólisis en sistemas de solución acuosa para producir hidrógeno, ozono, peróxido de hidrógeno y otros compuestos de oxígeno. En otras aplicaciones se sabe que se usa el proceso de electrólisis o la sobretensión de oxígeno que dado el caso puede generarse durante la electrólisis y que
10 permite tratar soluciones acuosas con un potencial superior al que sería necesario para producir las sustancias mencionadas anteriormente como ejemplo, a fin de usar los oxidantes generados durante la electrólisis para el tratamiento de aguas residuales, especialmente para el tratamiento de gérmenes.

Como material de un electrodo (ánodo) para la electrólisis, que se usa para realizar una oxidación de este tipo de la solución acuosa, recientemente se ha empleado el diamante policristalino o el carbono diamantado, que se aplican como recubrimiento sobre un sustrato de electrodo hecho de un material metálico. El carbono similar al diamante es conocido por los expertos como DLC (carbono como diamante).

20 Del documento EP 1 468 965 B1 se sabe aplicar un polvo de diamante sobre un sustrato de electrodo metálico para producir un electrodo adecuado.

El documento EP 0 994 074 A1 muestra un electrodo de diamante para electrólisis, que tiene un cuerpo de base recubierto con una capa de diamante producida por deposición química de vapor CVD (Chemical Vapour Deposition).

25 Independientemente de las diferentes formas de producir un recubrimiento de diamante policristalino sobre el sustrato del electrodo, los electrodos conocidos presentan una estructura en la que el recubrimiento de diamante se aplica sobre un sustrato de electrodo metálico.

En el recubrimiento directo del sustrato del electrodo metálico con material de diamante policristalino, durante el funcionamiento del electrodo usado como ánodo se pueden producir defectos en el revestimiento, lo que puede dar lugar a corrientes locales demasiado altas y a que del electrodo se produzca una carga térmica alternante. Debido a los muy diferentes coeficientes de expansión térmica del diamante y del metal, se pueden formar microfisuras en la superficie del metal, exponiendo en especial al metal a los procesos electroquímicos que tienen lugar durante la electrólisis. La consecuencia de esto es una mayor formación de defectos en el revestimiento, que puede llevar a la destrucción completa del electrodo, por lo que se hace necesario un reemplazo frecuente de los electrodos de
35 diamante conocidos debido a la correspondiente reducción de su vida útil.

Del documento EP 1 703 001 A2 se conoce un electrodo para electrólisis, que tiene el sustrato del electrodo con un recubrimiento de un material de diamante conductor de la electricidad aplicado sobre él. Se forma una capa de contacto entre el cuerpo de base y el recubrimiento de diamante mediante el pulido de la superficie del cuerpo de base, que tiene por objeto mejorar la adhesión entre el cuerpo de base, hecho de grafito, del sustrato del electrodo y el recubrimiento de diamante.

45 El documento DE 299 16 126 U1 revela un electrodo con un sustrato de electrodo y un recubrimiento con un material de diamante, consistiendo el sustrato de electrodo en un cuerpo de base de material de carbono y una capa de contacto del sustrato de electrodo, que lleva el recubrimiento, hecho de carburo de silicio. El revestimiento del electrodo se fabrica por medio de un proceso de CVD.

50 El documento US 5 900 127 A también revela un electrodo con un sustrato de electrodo que consiste en un cuerpo de base de material de carbono y un recubrimiento de un material de diamante, en donde una capa de contacto del sustrato del electrodo que, soporta el recubrimiento, está hecha de carburo de silicio.

La invención se basa, por tanto, en el objetivo de proponer un electrodo para la electrólisis que se caracterice por una mayor fiabilidad de funcionamiento y una mayor vida útil en comparación con los electrodos conocidos.

55 Para lograr este objetivo, el electrodo según la invención tiene las características de la reivindicación 1.

60 El electrodo según la invención tiene un sustrato de electrodo que consiste en un cuerpo de base hecho de material de carbono y presenta al menos una capa de contacto de un material no metálico, conductor de la electricidad y que lleva el revestimiento.

En el electrodo según la invención, en lugar de un sustrato de electrodo metálico, se usa un sustrato de electrodo de un material de carbono que, debido a su similitud en cuanto a tipo con el recubrimiento de diamante, tiene una diferencia considerablemente menor en el coeficiente de temperatura que en el caso de una pareja de metal-diamante. La capa de contacto del sustrato del electrodo, que forma la capa límite entre el cuerpo de base y el revestimiento, también está hecha de un material no metálico que aunque es conductor de la electricidad, sin embargo tampoco tiene
65

el coeficiente de temperatura desfavorable del metal en relación con el coeficiente de temperatura del diamante. Para aumentar la conductividad, es ventajoso si el diamante o el carbono diamantado están dopados con boro.

5 El electrodo de acuerdo con la invención tiene un cuerpo de base que, en particular con respecto a su conductividad y a la capacidad de recubrimiento en el área de contacto con el diamante policristalino, o DLC, es ciertamente comparable con un sustrato de electrodo metálico, pero sin las desventajas específicas del material que resultan en el caso de un sustrato de electrodo hecho de metal, que se deben en particular al coeficiente de temperatura del metal. Según la invención, la capacidad de recubrimiento o la adherencia al recubrimiento, y por lo tanto el riesgo de la formación de defectos, mejoran o se reducen gracias a un tamaño reducido de los poros, en conjunción con una superficie alisada de la capa de contacto.

10 Si, de acuerdo con una forma de realización preferente, la capa de contacto está configurada para que tenga una rugosidad $R_a < 15 \mu\text{m}$ o, de manera particularmente preferente, una rugosidad máxima $< 15 \mu\text{m}$, se forma un sustrato de electrodos que, por un lado, debido al material de carbono, se caracteriza por una buena conductividad eléctrica con un coeficiente de temperatura relativamente bajo en comparación con el metal y, por otro lado, debido a la superficie de la capa de contacto configurada con una baja rugosidad, impide la formación de poros en la zona de contacto para el recubrimiento con material de diamante policristalino, o DLC, de modo que se evita la formación de defectos en el recubrimiento y de grietas en el sustrato del electrodo de una manera especialmente duradera.

15 En el caso de una forma de realización preferente del electrodo, el sustrato del electrodo está formado por un cuerpo de base de carbono vítreo con una capa de contacto formada por una superficie del cuerpo de base que ha sido rectificada, en particular por medio de pulido. Por lo tanto, en esta forma de realización, el cuerpo de base y la capa de contacto son de un mismo material, por lo que las propiedades esenciales para la capa de contacto se logran mediante el tratamiento de la superficie del cuerpo de base. Como resultado, con una forma de realización de este tipo, el revestimiento con material de diamante policristalino, o DLC, puede aplicarse directamente al propio cuerpo de base sin que se tenga que fabricar la capa de contacto por medio de una capa intermedia formada a partir de otro material.

20 De acuerdo con otra forma de realización ventajosa, la capa de contacto está formada por un recubrimiento de un material cerámico, en particular un carburo y preferiblemente carburo de silicio, formado en el cuerpo de base. El revestimiento puede aplicarse mediante una aplicación posterior de una capa de carburo al cuerpo de base del sustrato del electrodo, o el cuerpo de base formado a partir de un material de carbono puede convertirse en una zona exterior de tal manera que, por ejemplo, mediante esta conversión el carburo de silicio se forma en la zona exterior del cuerpo de base.

25 Para lograr la conductividad eléctrica deseada del revestimiento, el carburo puede ser dopado con un semiconductor, tal como, por ejemplo, boro.

30 Las pruebas también han demostrado que el dopaje con nitrógeno también puede conducir a la conductividad eléctrica deseada del revestimiento.

35 Se ha demostrado que es particularmente ventajoso, en lo que respecta a la vida útil y al rendimiento del electrodo, que el cuerpo de base del sustrato del electrodo esté hecho de un material de grafito con una densidad (densidad aparente) inferior a $2,1 \text{ g/cm}^3$. Se han obtenido resultados particularmente buenos cuando se ha usado un material de grafito para el sustrato del electrodo con una densidad de entre $1,6$ y $1,85 \text{ g/cm}^3$.

40 Con respecto al espesor de la capa de carburo de silicio, un espesor de capa de $< 150 \mu\text{m}$ ha resultado ser ventajoso. Un grosor de capa entre $0,2 \mu\text{m}$ y $100 \mu\text{m}$ es particularmente ventajoso.

45 A continuación, se explican con más detalle formas de realización preferidas de los electrodos basándose en los dibujos.

Se muestra:

50 **Fig. 1:** un electrodo en una primera forma de realización;

Fig. 2: un electrodo en una segunda forma de realización;

55 **Fig. 3:** un electrodo en una tercera forma de realización.

60 La Fig. 1 muestra un electrodo 10 con un sustrato de electrodo 11 formado por un carbono vítreo con una porosidad definida. En este caso, el carbono vítreo del sustrato de electrodos 11 tiene poros 12 con un tamaño máximo de poro o un diámetro de poro de $12 \mu\text{m}$. En el electrodo 10 que se muestra en la Fig. 1, una capa de contacto 13 entre un cuerpo de base 14 del sustrato del electrodo 11 y un revestimiento 15 de una superficie pulida del sustrato del electrodo 11 está formada de tal manera que, como resultado del proceso de pulido, los poros de la región de la superficie se nivelan o al menos se rellenan parcialmente por medio la abrasión de carbono producida durante el proceso de pulido.

El resultado es una rugosidad superficial R_a de la superficie del sustrato del electrodo 11 que es más pequeña que el tamaño de los poros 12.

5 **La Fig. 2** muestra un electrodo 16 que tiene un sustrato de electrodo 17 con un cuerpo de base 18 hecho de un material de carbono, en particular grafito, presentando el cuerpo de base una densidad de $1,6 \text{ g/cm}^3$. Una capa de contacto 20 se encuentra entre el cuerpo de base 18 y una capa 19 de material de diamante policristalino. La capa de contacto 20 está hecha de un carburo de silicio dopado con boro.

10 **La Fig. 3** muestra un electrodo 21, que tiene un sustrato de electrodo 22 con un cuerpo de base 23, que es adyacente a un recubrimiento 24 de material de diamante policristalino. En el caso del electrodo 21, una capa de contacto 25 está formada por una región de la superficie del cuerpo de base 23 situada frente al recubrimiento 24, que está impregnada con un material cerámico tal como el carburo de silicio. Como resultado de la impregnación, la capa de contacto 25 tiene una porosidad reducida en comparación con la porosidad del cuerpo de base 23 y, por lo tanto, también una rugosidad superficial R_a reducida.

15

REIVINDICACIONES

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
1. Electrodo (10, 16, 21) para electrólisis con un sustrato de electrodos (11, 17, 22) y un revestimiento (15, 19, 24) del sustrato de electrodos con un material de diamante policristalino o un carbono similar al diamante, en donde el sustrato de electrodos consiste en un cuerpo de base (14, 18, 23) de material de carbono y al menos una capa de contacto (13, 20, 25) del sustrato de electrodos que lleva el revestimiento está hecha de un material no metálico, conductor de la electricidad, caracterizado porque la capa de contacto (13, 20, 25) tiene un tamaño de poro reducido en comparación con el cuerpo de base, de tal manera que la capa de contacto (13, 20, 25) tiene una superficie alisada.
 2. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa de contacto (13, 20, 25) tiene una superficie con una rugosidad $R_a < 15 \mu\text{m}$.
 3. Electrodo según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el sustrato del electrodo (11) está formado por un cuerpo de base (14) de carbono vítreo con una capa de contacto (13) formada por una superficie rectificada del cuerpo de base.
 4. Electrodo según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque la capa de contacto (20) está formada por un recubrimiento de un carburo aplicado sobre el cuerpo de base (18).
 5. Electrodo según la reivindicación 4, caracterizado porque la capa de contacto (20) está hecha de carburo de silicio.
 6. Electrodo según las reivindicaciones 4 o 5, caracterizado porque el carburo está dopado con un semiconductor para lograr la conductividad eléctrica del revestimiento.
 7. Electrodo según la reivindicación 6, caracterizado porque el carburo está dopado con boro.
 8. electrodo según una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque el carburo está dopado con nitrógeno.
 9. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material de carbono del cuerpo de base consiste en grafito con una densidad $< 2,1 \text{ g/cm}^3$.
 10. Electrodo según la reivindicación 9, caracterizado porque el material de carbono tiene una densidad de entre 1,6 y $1,85 \text{ g/cm}^3$.
 11. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el grosor de la capa del revestimiento (13, 20, 25) es $< 150 \mu\text{m}$
 12. Electrodo según la afirmación 11, caracterizado porque el grosor de la capa de contacto (13, 20, 25) está entre $0,2 \mu\text{m}$ y $100 \mu\text{m}$

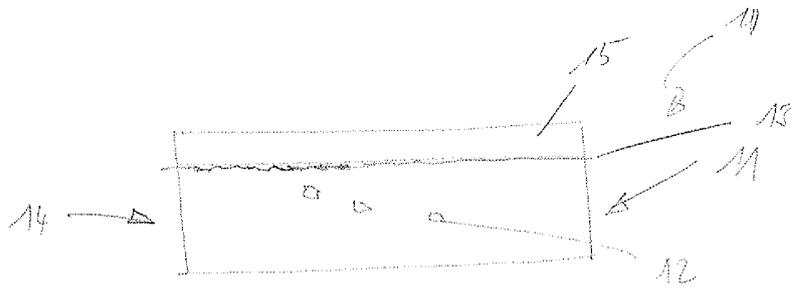


FIG. 1

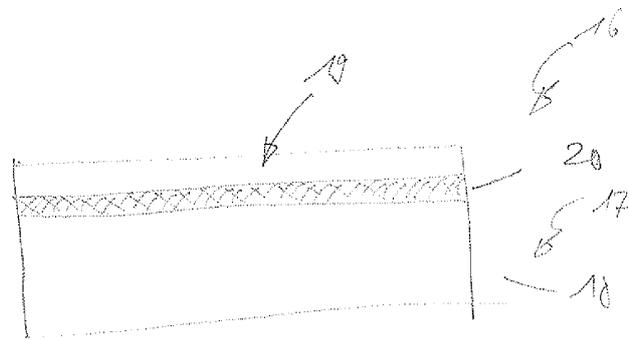


FIG. 2

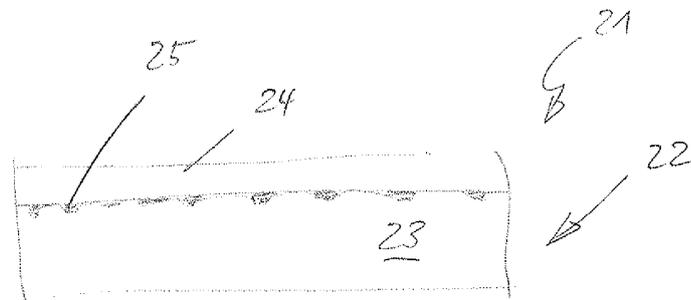


FIG. 3