

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 619**

51 Int. Cl.:

C25B 1/04 (2006.01)
C25B 9/06 (2006.01)
C25B 11/04 (2006.01)
C02F 1/46 (2006.01)
C02F 1/461 (2006.01)
C22C 12/00 (2006.01)
C22C 13/02 (2006.01)
C22C 14/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2014** **PCT/CN2014/086222**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.03.2016** **WO16037329**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2014** **E 14901665 (1)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019** **EP 3202956**

54 Título: **Electrodo, método de preparación del mismo, y usos del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.03.2020

73 Titular/es:

TAN, YAN (50.0%)
Building 29, No. 6, Haiying Road, Advanced Business Park, Fengtai Science park, Fengtai District
Beijing 100070, CN y
FENG, RUIZHI (50.0%)

72 Inventor/es:

TAN, YAN y
FENG, RUIZHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 749 619 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, método de preparación del mismo, y usos del mismo

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un electrodo, un método de preparación del mismo y los usos del mismo, especialmente a un electrodo que puede producir un grupo hidroxilo a partir de agua, un método de preparación del mismo y los usos del mismo.

Antecedentes de la invención

10 La seguridad alimentaria está relacionada con la seguridad y la salud de la población, y está relacionada con el desarrollo próspero de la economía y la estabilidad social, y se ha convertido en un aspecto importante en la medición de la calidad de vida de la población, el nivel de la gestión social y la estructura jurídica nacional. En la actualidad, la situación de seguridad alimentaria en China no es optimista, y, durante mucho tiempo, la presencia de bacterias, virus y otra contaminación microbiana, plaguicidas, hormonas, antibióticos y otros contaminantes químicos ha provocado enormes problemas potenciales de seguridad relacionados con los alimentos, y las enfermedades transmitidas por los alimentos todavía son la mayor amenaza potencialmente mortal para la salud humana. Al mismo tiempo, existen riesgos de seguridad en la desinfección de vajillas, lo que está relacionado estrechamente con la dieta. En la actualidad, debido a la carencia de autodisciplina y a los procesos simples de desinfección en empresas con desinfección parcial que no cumplen los requisitos, la desinfección de vajillas se da ocasionalmente, y la superficie de las vajillas se convierte un caldo de cultivo para las bacterias, lo que amenaza seriamente la salud y la vida de los consumidores.

20 Debido a que la contaminación alimentaria está relacionada con muchos factores, es difícil controlar la fuente, y la contaminación alimentaria no se puede resolver completamente en poco tiempo simplemente dependiendo de una normativa gubernamental rigurosa y la detección por parte de departamentos funcionales. Por lo tanto, la desinfección y purificación de los alimentos es una medida necesaria para relajar la presión sobre la seguridad alimentaria, reducir el riesgo de envenenamiento de los alimentos y proteger la seguridad alimentaria de la población.

25 El documento CN 102370106 A describe un dispositivo de esterilización y destoxificación por catalizador de agua, que es capaz de purificar alimentos frescos, agua, cubiertos y ropa, y el dispositivo comprende un generador de catalizador de agua (1) y una fuente de alimentación de corriente continua que alimenta el generador de catalizador de agua (1), el generador de catalizador de agua (1) comprende dos electrodos cooperantes, y los dos electrodos son electrodos anódicos y electrodos catódicos, respectivamente, conectados a los terminales de salida positivos y negativos de la fuente de alimentación de corriente continua; el electrodo anódico y el electrodo catódico son electrodos de titanio, y la superficie externa de dicho electrodo anódico está revestida de manera uniforme con una capa de un revestimiento de material compuesto; el revestimiento de material compuesto se obtiene secando y sinterizando la disolución de revestimiento de material compuesto que se reviste sobre la superficie externa del electrodo anódico, y la disolución de revestimiento del material compuesto es una mezcla de seis tipos de polvo y etanol anhidro con una concentración en masa del 2,5%~4%, en la que los seis tipos de polvo son un polvo de platino o un polvo compuesto que contiene platino, un polvo de iridio o un polvo compuesto que contiene iridio, un polvo de itrio o un polvo compuesto que contiene itrio, un polvo de rutenio o un polvo compuesto que contiene rutenio, un polvo de niobio o un polvo compuesto que contiene niobio y un polvo de tantalio o un polvo compuesto que contiene tantalio, respectivamente.

40 Sin embargo, el revestimiento del electrodo usado en el dispositivo de esterilización y destoxificación por catalizador de agua anteriormente mencionado se desprende fácilmente y es inestable. Los elementos usados en los electrodos anteriormente mencionados no tienen similitud de disposición de capas electrónicas con las del sustrato, la fuerza de unión del electrodo revestido y del sustrato no es fuerte y se desprende fácilmente después de la sinterización, y los elementos usados en la presente invención corrigen la deficiencia, y el revestimiento se une bien al sustrato durante la sinterización.

Sumario de la invención

45 Basándose en los muchos efectos beneficiosos obtenidos por medio de la investigación de los presentes inventores, un objetivo de la presente invención es proporcionar un electrodo, en el que el revestimiento del electrodo no se desprende fácilmente, y tiene un efecto anti-pasivación fuerte, un rendimiento electrocatalítico elevado, la vida del electrodo es larga y el electrodo tiene una buena conductividad eléctrica. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de preparación del electrodo anteriormente descrito. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar el uso del electrodo anteriormente descrito. Por ejemplo, el electrodo anteriormente descrito de la presente invención se puede usar en un dispositivo de purificación de alimentos. El dispositivo de purificación de alimentos que usa el electrodo de la presente invención tiene un mejor efecto de purificación.

55 Los objetivos anteriores de la presente invención se llevan a cabo adoptando las soluciones técnicas siguientes:

- En un aspecto, la presente invención proporciona un electrodo que comprende un sustrato de titanio o de aleación de titanio, la superficie externa del sustrato está revestida con una capa de un revestimiento de material compuesto, el revestimiento de material compuesto se prepara revistiendo una disolución de material compuesto, después secando y sinterizando, en el que la disolución de material compuesto es una disolución a nanoescala formada disolviendo elementos metálicos de transición en etanol, las partículas de los elementos metálicos de transición se toman como el soluto de la disolución a nanoescala, los elementos metálicos de transición son platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio, la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto es 5~15:23~34:14~21:1~7:9~17:3~12:15~27:3~6:2~9:10~23:15~27:2~8:15~30:3~12:4~14:1~10:6~15:20~50.
- Preferiblemente, la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto es 5~13: 23~31: 14~20: 1~6: 9~15: 3~10: 15~25: 3~6: 2~8: 10~21: 15~25: 2~7: 15~28: 3~11: 4~13: 1~9: 6~13:20~48;
- preferiblemente 6~13:24~31:16~20:2~6:10~15:4~10:17~25:4~6:3~8:11~21:17~25:3~7:17~28:4~11:6~13:2~9:7~13:22~48;
- más preferiblemente 6~11: 24~29: 16~19: 2~5: 10~13: 4~8: 17~22: 4~5: 3~7: 11~19: 17~23: 3~6: 17~26: 4~10: 6~11:2~8: 7~12: 22~46;
- más preferiblemente 7~11:25~29:17~19:3~5:11~13:5~8:19~22:4~5:4~7:12~19:18~23:4~6:19~26:5~10:7~11:3~8:8~12:24~46;
- aún más preferiblemente 7~9:25~27:17~18:3~4:11~12:5~7:19~21:4:4~6:12~17:18~21:4~5:19~23:5~8:7~9:3~6:8~10:24~41;
- lo más preferiblemente 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29.
- Preferiblemente, el porcentaje en masa de la disolución de material compuesto (las partículas de los elementos metálicos de transición en %p/p, basado en la masa total de la disolución de material compuesto) es del 25%~45%, preferiblemente 30%~40%.
- Preferiblemente, el tamaño de partícula de las partículas de los elementos metálicos de transición en la disolución de material compuesto es 5~30 nm.
- Preferiblemente, el electrodo comprende además un revestimiento de estaño-antimonio, el revestimiento está colocado entre el sustrato y el revestimiento de material compuesto, en el que el revestimiento de estaño-antimonio se prepara revistiendo una disolución de estaño-antimonio, después secando y sinterizando, la disolución de estaño-antimonio es una disolución a nanoescala formada disolviendo estaño y antimonio en etanol, las partículas de estaño y antimonio se toman como el soluto de la disolución a nanoescala, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 5~10: 2~10;
- preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 5-9:2-8;
- más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6-9:3-8;
- más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6-8:3-7;
- aún más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 7-8:4-7;
- aún más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 7-8:4-6;
- lo más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 8:5.
- Preferiblemente, el tamaño de partícula de las partículas de estaño y antimonio en la disolución es 5~30 nm.
- Preferiblemente, el porcentaje en masa de la disolución de estaño-antimonio (las partículas de estaño y antimonio en %p/p, basado en la masa total de la disolución de estaño-antimonio) es del 5%~9%, preferiblemente 7%.
- Preferiblemente, el revestimiento de material compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio tiene un grosor de 3~8 micras, preferiblemente 4~6 micras.
- Preferiblemente, la temperatura de secado es 100~120 °C, preferiblemente 110~120 °C cuando se prepara el revestimiento de material compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio.
- Preferiblemente, la temperatura de sinterización es 400~680 °C, preferiblemente 450~600 °C cuando se prepara el revestimiento de material compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio.

Preferiblemente, basado en el peso total de la aleación de titanio, la aleación de titanio consiste en Al: 4,0%~4,9%; Sn: 1,1%~2,5%; Cr: 1,1%~2,5%; Mo: 1,1%~2,5%; Zr: 1,1%~2,5%; Fe: 0,11%~0,15%; C: 0,08%~0,16%; O: 0,11%~0,26%; N: 0,004%~0,2%; H: 0,06%~0,28%; Si: 0,02%~1,0%, y el resto es titanio e impurezas inevitables;

preferiblemente, el contenido de Al en la aleación de titanio es del 4,1%~4,6%, preferiblemente 4,1%~4,4%;

5 preferiblemente, el contenido de Sn en la aleación de titanio es del 1,2%~2,1%, preferiblemente 1,4%~2,1%;

preferiblemente, el contenido de Cr en la aleación de titanio es del 1,3%~2,0%, preferiblemente 1,4%~2,1%; más preferiblemente 1,6%~2,0%;

preferiblemente, el contenido de Mo en la aleación de titanio es del 1,2%~2,1%, preferiblemente 1,3%~2,0%; más preferiblemente 1,5%~2,1%;

10 preferiblemente, el contenido de Zr en la aleación de titanio es del 1,3%~2,1%, preferiblemente 1,4%~2,1%; más preferiblemente 1,5%~2,1%;

preferiblemente, el contenido de Fe en la aleación de titanio es del 0,13%~0,14%, preferiblemente 0,13% o 0,14%;

preferiblemente, el contenido de C en la aleación de titanio es del 0,09%~0,10%, preferiblemente 0,09%~0,12%;

15 preferiblemente, el contenido de O en la aleación de titanio es del 0,13%~0,21%, preferiblemente 0,16%~0,21%; más preferiblemente 0,16%~0,2%;

preferiblemente, el contenido de N en la aleación de titanio es del 0,005%~0,02%, preferiblemente 0,006%~0,07%; más preferiblemente 0,009%~0,04%;

preferiblemente, el contenido de H en la aleación de titanio es del 0,07%~0,21%, preferiblemente 0,08%~0,21%;

preferiblemente, el contenido de Si en la aleación de titanio es del 0,04%~0,6%, preferiblemente 0,04%~0,7%.

20 En otro aspecto, la presente invención proporciona un método para fabricar el electrodo anteriormente mencionado, que comprende las etapas siguientes:

(1) Revestir de manera uniforme una disolución de material compuesto sobre la superficie externa de un sustrato de titanio o de aleación de titanio, en el que la disolución de material compuesto es una disolución a nanoescala formada disolviendo elementos metálicos de transición en etanol, las partículas de los elementos metálicos de transición se toman como el soluto de la disolución a nanoescala, el porcentaje en masa de la disolución a nanoescala es del 25%~45%, preferiblemente 30%~40%, en el que la proporción molar de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto es 5~15:23~34:14~21:1~7:9~17:3~12:15~27:3~6:2~9:10~23:15~27:2~8:15~30:3~12:4~14:1~10:6~15:20~50;

30 (2) Secar el electrodo revestido con la disolución de material compuesto en la etapa (1) a una temperatura de 100~120 °C, preferiblemente 110~120 °C hasta que la superficie externa del electrodo no tenga líquido;

(3) Sinterizar el electrodo secado en la etapa (2) a una temperatura de 400~680 °C, preferiblemente 450~600 °C durante 8-10 horas.

35 Preferiblemente, en la etapa (1), la proporción molar de partículas metálicas de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, estaño, antimonio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto es 5~13:23~31:14~20:1~6:9~15:5~9:2~8:3~10:15~25:3~6:2~8:10~21:15~25:2~7:15~28:3~11:4~13:1~9:6~13:20~48;

preferiblemente 6~13:24~31:16~20:2~6:10~15:6~9:3~8:4~10:17~25:4~6:3~8:11~21:17~25:3~7:17~28:4~11:6~13:2~9:7~13:22~48;

40 más preferiblemente 6~11:24~29:16~19:2~5:10~13:6~8:3~7:4~8:17~22:4~5:3~7:11~19:17~23:3~6:17~26:4~10:6~11:2~8:7~12:22~46;

más preferiblemente 7~11:25~29:17~19:3~5:11~13:7~8:4~7:5~8:19~22:4~5:4~7:12~19:18~23:4~6:19~26:5~10:7~11:3~8:8~12:24~46;

45 aún más preferiblemente 7~9:25~27:17~18:3~4:11~12:7~8:4~6:5~7:19~21:4:4~6:12~17:18~21:4~5:19~23:5~8:7~9:3~6:8~10:24~41;

lo más preferiblemente 8:26:17:3:11:8:5:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29.

Preferiblemente, en la etapa (1), el tamaño de partícula de las partículas de los elementos metálicos de transición en la disolución de material compuesto es 5~30 nm.

Preferiblemente, el método comprende además:

- 5 revestir de manera uniforme en primer lugar una disolución de estaño-antimonio sobre la superficie externa del sustrato de titanio o de aleación de titanio antes de revestir la disolución de material compuesto sobre la superficie externa del sustrato de titanio o de aleación de titanio, en el que la disolución de estaño-antimonio es una disolución a nanoescala formada disolviendo estaño y antimonio en etanol, las partículas de estaño y antimonio se toman como el soluto de la disolución a nanoescala, el porcentaje en masa de la disolución a nanoescala es del 5%-9%, preferiblemente 7%, en el que la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 5-10:2-10;
- preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 5-9:2-8;
- más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6-9:3-8;
- 10 más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6-8:3-7;
- aún más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 7-8:4-7;
- aún más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 7-8:4-6;
- lo más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 8:5;
- 15 y después secar el electrodo anteriormente mencionado revestido con la disolución de estaño-antimonio a una temperatura de 100~120 °C, preferiblemente 110~120 °C, hasta que la superficie externa del electrodo no tenga líquido;
- finalmente, sinterizar el electrodo secado anteriormente mencionado a una temperatura de 400~680 °C, preferiblemente 450~600 °C durante 8-10 horas.
- 20 Preferiblemente, basado en el peso total de la aleación de titanio, la aleación de titanio consiste en Al: 4,0%~4,9%; Sn: 1,1%~2,5%; Cr: 1,1%~2,5%; Mo: 1,1%~2,5%; Zr: 1,1%~2,5%; Fe: 0,11%~0,15%; C: 0,08%~0,16%; O: 0,11%~0,26%; N: 0,004%~0,2%; H: 0,06%~0,28%; Si: 0,02%~1,0%, y el resto es titanio e impurezas inevitables;
- preferiblemente, el contenido de Al en la aleación de titanio es del 4,1%~4,6%, preferiblemente 4,1%~4,4%;
- preferiblemente, el contenido de Sn en la aleación de titanio es del 1,2%~2,1%, preferiblemente 1,4%~2,1%;
- 25 preferiblemente, el contenido de Cr en la aleación de titanio es del 1,3%~2,0%, preferiblemente 1,4%~2,1%; más preferiblemente 1,6%~2,0%;
- preferiblemente, el contenido de Mo en la aleación de titanio es del 1,2%~2,1%, preferiblemente 1,3%~2,0%; más preferiblemente 1,5%~2,1%;
- preferiblemente, el contenido de Zr en la aleación de titanio es del 1,3%~2,1%, preferiblemente 1,4%~2,1%; más preferiblemente 1,5%~2,1%;
- 30 preferiblemente, el contenido de Fe en la aleación de titanio es del 0,13%~0,14%, preferiblemente 0,13% o 0,14%;
- preferiblemente, el contenido de C en la aleación de titanio es del 0,09%~0,10%, preferiblemente 0,09%~0,12%;
- preferiblemente, el contenido de O en la aleación de titanio es del 0,13%~0,21%, preferiblemente 0,16%~0,21%; más preferiblemente 0,16%~0,2%;
- 35 preferiblemente, el contenido de N en la aleación de titanio es del 0,005%~0,02%, preferiblemente 0,006%~0,07%; más preferiblemente 0,009%~0,04%;
- preferiblemente, el contenido de H en la aleación de titanio es del 0,07%~0,21%, preferiblemente 0,08%~0,21%;
- preferiblemente, el contenido de Si en la aleación de titanio es del 0,04%~0,6%, preferiblemente 0,04%~0,7%.
- 40 En otro aspecto, la presente invención proporciona un dispositivo que comprende el electrodo anteriormente mencionado; preferiblemente, el dispositivo es un dispositivo de purificación de alimentos, un dispositivo de purificación de aguas o un dispositivo de purificación de productos médicos, preferiblemente un dispositivo de purificación de alimentos.
- En otro aspecto, la presente invención proporciona un dispositivo de purificación de alimentos que comprende un tanque de agua, una caja de generador y un generador de catalizador de agua, en el que,
- 45 - una pared lateral del tanque de agua tiene un canal de flujo de agua, la caja de generador está fijada en el exterior del canal de flujo de agua sobre la pared lateral del tanque de agua;

- la caja de generador está dividida en dos cámaras mediante una placa protectora porosa, el generador de catalizador de agua está colocado en la cámara cerca el fondo de la caja de generador, un tubo de aireación está colocado en el fondo de la cámara cerca de la pared lateral del tanque de agua, la pared del tubo de aireación tienen filas de orificios de aireación, la interfase del tubo de aireación conduce al exterior de la caja de generador;

- 5 - la pared de la otra cámara de la caja de generador, que tiene una forma curvada y está por encima de la placa protectora porosa, está conectada al canal de flujo de agua de la pared lateral del tanque de agua;

en el que el electrodo anódico del generador de catalizador de agua es el electrodo anteriormente mencionado.

Preferiblemente, una junta de sellado está dispuesta entre la pared lateral del tanque de agua y la caja de generador.

- 10 En comparación con la técnica anterior, la presente invención tiene al menos los efectos técnicos beneficiosos siguientes:

15 1. En el revestimiento de material compuesto de la presente invención, se añade el elemento tantalio, y debido a la adición del elemento tantalio, la microestructura del revestimiento es similar a un panal, y no se observó agrietamiento en el revestimiento. La combinación de tantalio y titanio produce tanto el efecto mecánico como el efecto químico, el efecto mecánico puede incrementar el área geométrica eficaz del sustrato y mejorar la fuerza de unión entre el revestimiento y el sustrato, y el efecto químico hace que la superficie del sustrato forme un compuesto mixto de Ta-Ti e incrementa adicionalmente el efecto anti-pasivación del revestimiento. Además, la adición de tantalio puede incrementar el punto activo dentro del revestimiento e incrementar el efecto catalítico del revestimiento.

20 2. En el revestimiento de material compuesto de la presente invención, se añade el elemento cobalto, y la adición del elemento cobalto puede refinar el grano del revestimiento. Cuando el contenido molar del elemento cobalto es menor del 30%, la adición del elemento cobalto puede mejorar significativamente la actividad electrocatalítica del revestimiento. Cuando el contenido molar del elemento cobalto es mayor del 30%, la vida reforzada del revestimiento se puede incrementar en un 40%.

25 3. En la presente invención, se puede añadir el revestimiento de estaño-antimonio, y la adición de estaño y antimonio hace que sea difícil que el electrolito penetre en la superficie del sustrato de titanio o de aleación de titanio, lo que mejora la capacidad del revestimiento de resistir la erosión, y prolonga la vida útil. Debido al tratamiento de sinterización, el titanio y el estaño en el revestimiento forman dióxido de titanio y dióxido de estaño, y el dióxido de titanio y el dióxido de estaño son estructuras de rutilo tetragonal, tienen constantes de red similares y pueden formar una buena disolución sólida, lo que incrementa la fuerza de unión entre el revestimiento y el sustrato de titanio, y el revestimiento no se desprende fácilmente.

30 Además, el dióxido de estaño tiene una banda de energía amplia, buena estabilidad química y estabilidad electroquímica. El radio iónico de Sn^{4+} es 0,071 nm, por lo tanto, el dióxido de estaño puede combinarse firmemente con el sustrato. Después dopar el dióxido de estaño con átomos de antimonio, el átomo de antimonio 5-valente sustituye al átomo de estaño 4-valente, el electrón extra entra en la banda de conducción, lo que hace que la concentración de electrones en la banda de conducción se incremente enormemente, y así se puede mejorar significativamente la conductividad de las capas funcionales.

35 4. El óxido compuesto tiene un tamaño de grano pequeño y un área superficial específica elevada debido a la interacción entre cerio y titanio, lo que mejora la actividad catalítica. Al mismo tiempo, el gadolinio, itrio y cerio pueden incrementar la concentración de orificios en la microestructura del revestimiento, lo que mejora la conductividad eléctrica del electrodo.

Breve Descripción de los Dibujos

La Fig. 1 es una vista transversal de un dispositivo de purificación de alimentos según la presente invención;

La Fig. 2 es una vista lateral izquierda de un dispositivo de purificación de alimentos según la presente invención;

- 45 La Fig. 3 es una vista lateral derecha de un dispositivo de purificación de alimentos según la presente invención;

Los significados de los números en los dibujos son los siguientes:

1. Tanque de agua, 2. Canal de flujo de agua, 3. Pared lateral, 4. Junta de sellado, 5. Placa protectora porosa, 6. Orificio, 7. Generador de catalizador de agua, 8. Caja de generador, 9. Tubo de aireación, 10. Orificio de aireación, 11. Interfase del tubo de aireación.

50 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La presente invención se describirá a continuación más completamente con referencia a los siguientes ejemplos. Estos ejemplos pretenden ilustrar y explicar la presente invención, y no pretenden limitar el alcance de la invención.

Ejemplo 1: El electrodo de la presente invención y el método de preparación del mismo

El electrodo usó una aleación de titanio como sustrato, la superficie externa del sustrato se revistió con una capa de revestimiento de material compuesto, el revestimiento de material compuesto se preparó revistiendo una disolución de material compuesto, después se secó y se sinterizó, en el que la disolución de material compuesto fue una disolución a nanoescala formada disolviendo elementos metálicos de transición en etanol, las partículas de los elementos metálicos de transición se tomaron como el soluto de la disolución a nanoescala, los elementos metálicos de transición fueron platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio, la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto fue 12: 27: 16: 5: 12: 10: 15: 4: 5: 18: 21: 4: 19: 9: 12: 4: 8: 45.

En el que el porcentaje en masa de la disolución de material compuesto fue del 30%.

En el que el tamaño de partícula de las partículas de los elementos metálicos de transición en la disolución de material compuesto fue 20 nm.

En el que el revestimiento de material compuesto tuvo un grosor de 5 μm .

En el que la temperatura de secado fue 115 $^{\circ}\text{C}$.

En el que la temperatura de sinterización fue 550 $^{\circ}\text{C}$.

En el que, basado en el peso total de la aleación de titanio, la aleación de titanio consistió en: Al: 4,2%; Sn: 1,9%; Cr: 2,1%; Mo: 1,1%; Zr: 1,8%; Fe: 0,11%; C: 0,12%; O: 0,19%; N: 0,09%; H: 0,12%; Si: 0,8%, y el resto fue titanio e impurezas inevitables.

El método de preparación del electrodo fue como sigue:

(1) revestir de manera uniforme la disolución de material compuesto sobre la superficie externa de la aleación de titanio alrededor de 10 veces, en el que la disolución de material compuesto fue una disolución a nanoescala formada disolviendo los elementos metálicos de transición en etanol, las partículas de los elementos metálicos de transición se tomaron como el soluto de la disolución a nanoescala, el porcentaje en masa de la disolución a nanoescala fue del 30%, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto fue 12: 27: 16: 5: 12: 10: 15: 4: 5: 18: 21: 4: 19: 9: 12: 4: 8: 45;

(2) después de cepillarlo cada vez, secar el electrodo revestido con la disolución de material compuesto en la etapa (1) a una temperatura de 115 $^{\circ}\text{C}$ hasta que la superficie externa del electrodo no tuvo líquido;

(3) después de secar por última vez, sinterizar el electrodo secado en la etapa (2) a una temperatura de 550 $^{\circ}\text{C}$ durante 8 horas, y así se obtuvo el electrodo de la presente invención.

En este ejemplo, el sustrato también puede ser de titanio.

Ejemplo 2: El electrodo de la presente invención y el método de preparación del mismo

El electrodo usó una aleación de titanio como sustrato, la superficie externa del sustrato se revistió con una capa de revestimiento de material compuesto, el revestimiento de material compuesto se preparó revistiendo una disolución de material compuesto, después se secó y se sinterizó, en el que la disolución de material compuesto fue una disolución a nanoescala formada disolviendo elementos metálicos de transición en etanol, las partículas de los elementos metálicos de transición se tomaron como el soluto de la disolución a nanoescala, los elementos metálicos de transición fueron platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio, la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto fue 12: 27: 16: 5: 12: 10: 15: 4: 5: 18: 21: 4: 19: 9: 12: 4: 8: 45.

En el que el porcentaje en masa de la disolución de material compuesto fue del 30%.

En el que el tamaño de partícula de las partículas de los elementos metálicos de transición en la disolución de material compuesto fue 20 nm.

En el que el electrodo comprendió además un revestimiento de estaño-antimonio, el revestimiento se colocó entre el sustrato y el revestimiento de material compuesto, en el que el revestimiento de estaño-antimonio se preparó revistiendo una disolución de estaño-antimonio, después secando y sinterizando, la disolución de estaño-antimonio es una disolución a nanoescala formada disolviendo estaño y antimonio en etanol, las partículas de estaño y

antimonio se tomaron como el soluto de la disolución a nanoescala, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución fue 6: 7.

En el que el tamaño de partícula de las partículas de estaño y antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 20 nm.

5 En el que el revestimiento de material compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio tuvo un grosor de 5 µm.

En el que la temperatura de secado para preparar el revestimiento compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio fue 115 °C.

En el que la temperatura de sinterización para preparar el revestimiento compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio fue 500 °C.

10 El método de preparación del electrodo fue como sigue:

(1) revestir de manera uniforme la disolución de estaño-antimonio sobre la superficie externa de la aleación de titanio alrededor de 10 veces, en el que la disolución de estaño-antimonio fue una disolución a nanoescala formada disolviendo estaño y antimonio en etanol, las partículas de estaño y antimonio se tomaron como el soluto de la disolución a nanoescala, el porcentaje en masa de la disolución a nanoescala fue del 10%, en el que la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6: 7;

15 después de cepillar cada vez, secar el electrodo revestido con la disolución de estaño-antimonio a una temperatura de 115 °C hasta que la superficie externa del electrodo no tuvo líquido;

después de secar por última vez, sinterizar el electrodo secado anterior a una temperatura de 500 °C durante 8 horas.

20 (2) revestir de manera uniforme la disolución de material compuesto sobre la superficie externa de la aleación de titanio revestida con la disolución de estaño-antimonio alrededor de 10 veces, en el que la disolución de material compuesto fue una disolución a nanoescala formada disolviendo los elementos metálicos de transición en etanol, las partículas de los elementos metálicos de transición se tomaron como el soluto de la disolución a nanoescala, el porcentaje en masa de la disolución a nanoescala fue del 30%, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio fue 12:27:16:5:12:10:15:4:5:18:21:4:19:9:12:4:8:45;

25 (3) después de cepillarlo cada vez, secar el electrodo revestido con la disolución de material compuesto en la etapa (1) a una temperatura de 115 °C hasta que la superficie externa del electrodo no tuvo líquido;

30 (4) después de secar por última vez, sinterizar el electrodo secado en la etapa (2) a una temperatura de 500 °C durante 8 horas, y así se obtuvo el electrodo de la presente invención.

En este ejemplo, el sustrato también puede ser de titanio.

Ejemplo 3: El dispositivo de purificación de alimentos de la presente invención

35 Como se muestra en las Figs. 1, 2 y 3, el dispositivo de purificación de alimentos de la presente invención también se denomina tanque de purificación de remolino longitudinal, el componente principal del dispositivo comprende un tanque de agua 1, una caja de generador 8 y un generador de catalizador de agua 7 (en el que se usó el electrodo preparado según el Ejemplo 2 de la presente invención), en el que una pared lateral 3 del tanque de agua 1 tuvo un canal de flujo de agua 2, la caja de generador 8 se fijó en el exterior del canal de flujo de agua 2 en la pared lateral 3 del tanque de agua 1, la caja de generador 8 se puede soldar en el exterior del tanque de agua 1, o la caja de generador 8 se puede conectar de manera fija en el exterior del tanque de agua 1 por medio de tornillos, y si se usasen tornillos para la conexión, se debería usar una junta de sellado 4 entre la pared lateral 3 del tanque de agua 1 y la caja de generador 8 para prevenir las fugas; la caja de generador 8 estaba dividida en dos cámaras mediante una placa protectora porosa 5, el generador de catalizador de agua 7 se colocó en la cámara cerca del fondo de la caja de generador 8, un tubo de aireación 9 se colocó en el fondo de la cámara cerca de la pared lateral 3 del tanque de agua 1, las paredes del tubo de aireación 9 tuvieron filas de orificios de aireación 10, la interfase del tubo de aireación 11 del tubo de aireación 9 conduce al exterior de la caja de generador 8, se conectó una bomba de aire a la interfase del tubo aireación 11 por medio de una tubería, la pared de la otra cámara de la caja de generador 8 que tenía una forma curvada y dispuesta por encima de la placa protectora porosa 5 se conectó al puerto del canal de flujo de agua 2 de la pared lateral 3 del tanque de agua 1.

40 Cuando se usó el dispositivo de purificación de alimentos, se colocó agua y el objeto a lavar en el tanque de agua 1, el aire se bombeó por medio de la bomba de aire, el aire entró en el tubo de aireación 9 a través de la interfase del tubo de aireación 11, y se introdujo en el agua del tanque de agua 1 desde el orificio de aireación 10 para formar multitud de burbujas, las burbujas condujeron el agua alrededor de ellas durante el proceso de lavado, cuando entraron en contacto con la pared curvada de la parte superior de la caja de generador 8, las burbujas se reflejaron para cambiar la dirección de flujo, fluyeron hacia otra dirección del tanque de agua, alcanzaron el otro lateral del

- 5 tanque de agua 1 y giraron hacia abajo, y después volvieron horizontalmente al tubo de aireación 9 para formar un torbellino longitudinal, de forma que el objeto a lavar se volteó y se lavó bajo el impacto del torbellino longitudinal y muchas burbujas, la acción de chorro de las burbujas inyectadas en el agua fortaleció adicionalmente el efecto de limpieza, mientras una porción de agua del torbellino entró en la cámara del fondo de la caja de generador 8 a través de los orificios de la parte inferior de la placa protectora porosa 5, y fluyó a través del generador de catalizador de agua 7 para generar radicales hidroxilo por la acción del electrodo, el radical hidroxilo entró en el tanque de agua 1 siguiendo la corriente de agua de los orificios por encima de la placa protectora porosa 5 y se mezcló con el agua en esa zona, el objetivo a lavar se purificó adicionalmente, se desinfectó y se esterilizó, y la placa protectora porosa 5 puede prevenir que el objeto a lavar impacte y dañe el generador de catalizador de agua 7.
- 10 La cantidad de residuo de plaguicida (mg/kg) sobre la superficie de frutos y hortalizas purificadas mediante el uso del dispositivo de purificación de alimentos anteriormente descrito se muestra en la siguiente tabla:

Nºs	Nombres de los Plaguicidas	Cantidades de Residuos de Plaguicidas (mg/kg)
1	Acefato	Frutos: 0,5; Hortalizas: 1;
2	Amitraz	Hortalizas de fruto: 0,5; Pomos: 0,5; Cítricos: 0,5;
3	Anilazina	Tomate: 10; Pepino: 10;
4	Azociclotina	Pomos: 2; Cítricos: 2;
5	Bifentrina	Pomos: 0,5; Cítricos: 0,05;
6	Bromopropilato	Pomos: 2; Cítricos: 2;
7	Buprofezina	Cítricos: 0,5;
8	Cadusafos	Cítricos: 0,005;
9	Captano	Pomos: 15;
10	1-Naftalenil metil carbamato	Hortalizas: 2;
11	Carbendazim	Tomate: 0,5; Pepino: 0,5; Espárrago: 0,1; Pimiento: 0,1; Pomos: 3; Uva: 3; Otros frutos: 0,5;
12	Carbofurano	Patata: 0,1; Cítricos: 0,5;
13	Carbosulfano	Cítricos: 0,1;
14	Clorbenzuron	Crucíferas: 3;
15	Clorotalonil	Hortalizas de hoja: 5; Hortalizas de fruto: 5; Cucurbitáceas: 5; Pomos: 1; Uva: 0,5; Cítricos: 1;
16	Clorpirifos	Hortalizas de hoja: 0,1; Crucíferas: 1; Tomate: 0,5; Hortalizas de tallo: 0,05; Puerro: 0,1; Pomos: 1; Cítricos: 2;
17	Clofentezina	Pomos: 0,5; Cítricos: 0,5;
18	Ciflutrina	Crucíferas: 0,1; Manzana: 0,5;
19	Cihalotrina	Hortalizas de hoja: 0,2; Hortalizas de fruto: 0,2; Pomos: 0,2; Cítricos: 0,2;
20	Cipermetrina	Hortalizas de hoja: 2; Hortalizas de fruto: 0,5; Pepino: 0,2; Legumbres: 0,5; Pomos: 2; Cítricos: 2;
21	2, 4-D	Repollo: 0,2; Hortalizas de fruto: 0,1;
22	Diclorodifeniltricloroetano	Judías: 0,05; Patatas: 0,05; Hortalizas: 0,05; Frutos: 0,05
23	Deltametirina	Hortalizas de hoja: 0,5; Crucíferas: 0,5; Hortalizas de fruto: 0,2; Pomos: 0,1; Cítricos: 0,05;
24	DDVP	Hortalizas: 0,2; Frutos: 0,2;

ES 2 749 619 T3

25	Dicofol	Pomos: 1; Cítricos: 1;
26	Diflubenzurón	Hortalizas de hoja: 1; Crucíferas: 1; Pomos: 1; Cítricos: 1;
27	Rogor	Hortalizas de hoja: 1; Crucíferas: 1; Hortalizas de fruto: 0,5; Legumbres: 0,5; Hortalizas de tallo: 0,5; Hortalizas de bulbo: 0,2; Hortalizas de raíz: 0,5; Pomos: 1; Frutos de hueso: 2; Cítricos: 2;
28	Esfenvalerato	Hortalizas de hoja: 1; Pomos: 1;
29	Fenitrothion	Hortalizas: 0,5; Frutos: 0,5;
30	Fenpropatrina	Hortalizas de hoja: 0,5; Frutos: 5,0;
31	Fention	Hortalizas: 0,05; Frutos: 0,05;
32	fenvalerato	Hortalizas de hoja: 0,5; Crucíferas: 0,5; Hortalizas de fruto: 0,2; Cucurbitáceas: 0,2; Hortalizas de raíz: 0,05; Frutos: 0,2;
33	Flucitrinato	Crucíferas: 0,5; Hortalizas de fruto: 0,2; Hortalizas de raíz: 0,05; Pomos: 0,5;
34	Hexaclorociclohexano	Hortalizas: 0,05; Frutos: 0,05;
35	Malation	Hortalizas de hoja: 8; Crucíferas: 0,5; Hortalizas de fruto: 0,5; Legumbres: 2; Apio: 1; Hortalizas de raíz: 0,5;
36	Gramoxon	Hortalizas: 0,05;
37	Pendimetalina	Hortalizas de hoja: 0,1;
38	Permetrina	Hortalizas: 1; Frutos: 2;
39	Fosalona	Hortalizas de hoja: 1;
40	Fosmet	Repollo: 0,5; Cítricos: 5;
41	Foxim	Hortalizas: 0,05; Frutos: 0,05;
42	Procloraz	Champiñón: 2; Cítricos: 5; Plátano: 5; Mango: 2;
43	procimidona	Hortalizas de fruto: 5; Pepino: 2; Puerro: 0,2; Uva: 5; Fresa: 10;
44	propargita	Hortalizas de hoja: 2; Pomos: 5; Cítricos: 5;
45	triadimefon	Pepino: 0,1; Guisante: 0,05; Pomos: 0,5;
46	Dipterex	Hortalizas: 0,1; Frutos: 0,1

Ejemplo 4

Los electrodos se prepararon mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 2, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo A fue: 11: 23: 15: 3: 12: 9: 19: 4: 6: 17: 19: 2: 18: 7: 12: 4: 14: 35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 7: 6; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo B fue: 11: 23: 15: 3: 12: 9: 19: 4: 6: 17: 19: 3: 18: 7: 12: 4: 14: 35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 7: 6; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo C fue: 11: 23: 15: 3: 12: 9: 19: 4: 6: 17: 19: 4: 18: 7: 12: 4: 14: 35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 7:6. Las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 2.

Los electrodos anteriores se instalaron respectivamente en el tanque de purificación de alimentos del Ejemplo 3 como el ánodo, una aleación de acero inoxidable o una aleación de titanio se tomó como el cátodo, se añadieron 5 L

de agua del grifo al tanque de agua, se añadieron 1,5 ml de plaguicida clorpirifos con una concentración de 2,4 mg/L al agua y se mezcló uniformemente, parte de las muestras de agua se tomaron como muestras sin purificar para los ensayos. Se encendió la alimentación eléctrica y la tensión se ajustó a 18 V, después de purificar durante 10 minutos, las muestras de agua purificadas se ensayaron respectivamente, y se compararon los datos.

Nombres	Concentración de clorpirifos/mg/L	Proporción de degradación, %
Muestras de agua sin purificar	0,66	-
Electrodo A	0,31	53
Electrodo B	0,25	62,1
Electrodo C	0,19	71,2

A partir de los datos anteriores se puede observar que la proporción de degradación de los plaguicidas se incrementó con el incremento del contenido de gadolinio, y esto muestra que el incremento del contenido de gadolinio puede mejorar de manera eficaz la actividad catalítica de los electrodos.

10 Ejemplo 5

Los electrodos se prepararon mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 2, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo A fue: 11:23:15:3:9:9:19:4:6:17:19:2:18:7:12:4:14:35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 7: 6; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo B fue: 11:23:15:3:10:9:19:4:6:17:19:2:18:7:12:4:14:35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 7: 6; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo C fue: 11:23:15:3:12:9:19:4:6:17:19:2:18:7:12:4:14:35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio es 7:6. Las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 2.

Los electrodos anteriores se instalaron respectivamente en el tanque de purificación de alimentos del Ejemplo 3 como el ánodo, una aleación de acero inoxidable o una aleación de titanio se tomó como el cátodo, se tomó agua como medio, la intensidad de la corriente fue de 10-20 mA/cm², en los que solamente cambió el contenido de cerio, y el contenido de los otros elementos no cambió, el valor de la tensión de funcionamiento de los ánodos de titanio en las tres disoluciones fue el siguiente:

Nombres	Valor de la tensión de funcionamiento/V	Consumo de energía reducido, %
A	16-19	
B	14-17	10%
C	11-15	21%

A partir de los resultados anteriores se puede observar, cuando se cambió el contenido de cerio, en las mismas condiciones de intensidad de corriente, que la tensión de salida disminuyó con el incremento del contenido de cerio, y esto indica que la adición del elemento cerio puede reducir de manera eficaz el consumo de energía del electrodo, de forma que los costes de funcionamiento se redujeron.

35 Ejemplo 6

Los electrodos se prepararon mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 2, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo A fue: 11:23:15:3:9:9:19:4:6:17:19:2:18:7:12:4:14:35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 7: 6; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo B fue: 11:23:15:3:9:9:19:4:6:17:21:2:18:7:12:4:14:35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue

7: 6; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo C fue: 11:23:15:3:9:9:19:4:6:17:23:2:18:7:12:4:14:35, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 7:6. Las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 2.

Los electrodos anteriores se instalaron respectivamente en el tanque de purificación de alimentos del Ejemplo 3 como el ánodo, una aleación de acero inoxidable o una aleación de titanio se tomó como el cátodo, se añadieron 5 L de agua del grifo al tanque de agua, se añadieron 2 ml de plaguicida diclorvos con una concentración de 2 mg/L al agua y se mezcló uniformemente, parte de las muestras de agua se tomaron como muestras sin purificar para los ensayos. Se encendió la alimentación eléctrica y la tensión se ajustó a 18 V, después de purificar durante 10 minutos, las muestras de agua purificadas se ensayaron respectivamente, y se compararon los datos.

Nombres	Concentración de diclorvos/mg/L	Proporción de degradación, %
Muestras de agua sin purificar	0,52	-
Electrodo A	0,2	61,5
Electrodo B	0,13	75
Electrodo C	0,08	84,6

A partir de los datos anteriores se puede observar que la proporción de degradación de los plaguicidas se incrementó con el incremento del contenido de itrio, y esto muestra que el incremento del contenido de itrio puede mejorar de manera eficaz la actividad catalítica de los electrodos.

Ejemplo 7

Los electrodos A, B, C, D, E se prepararon mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 2, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo A fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8: 5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo B fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:15:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo C fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:30:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo D fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:12:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo E fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:33:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5; las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 2.

El electrodo F se preparó mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 1, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo F fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29; las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 1.

Los electrodos anteriores se instalaron respectivamente en el tanque de purificación de alimentos del Ejemplo 3 como el ánodo, una aleación de acero inoxidable o una aleación de titanio se tomó como el cátodo, se tomó agua del grifo como el medio, la intensidad de la corriente fue de 10-20 mA/cm², el valor de la tensión de funcionamiento y el nivel de consumo de energía reducido de las seis disoluciones fueron los siguientes:

Nombres	Tensión de salida/V
Electrodo A	15-17

Electrodo B	16-19
Electrodo C	13-15
Electrodo D	19-21
Electrodo E	La tensión de funcionamiento fue 13-14, no se seleccionó ya que la vida útil se vería afectada.
Electrodo F	18-21

A partir de la tabla anterior se puede observar, cuando se cambió el contenido de cobalto, en las mismas condiciones de intensidad de corriente, que la tensión de salida disminuyó con el incremento del contenido de cobalto, y esto indica que la adición del elemento cobalto puede reducir de manera eficaz el consumo de energía de los electrodos, de forma que los costes de funcionamiento se redujeron. Cuando se compara el electrodo A con el electrodo F, se puede observar que la tensión de funcionamiento del electrodo F sin capa intermedia adicional de estaño y antimonio fue mayor que la del electrodo A en el caso en el que otros elementos tuvieron el mismo contenido, y esto indica que la capa intermedia de estaño y antimonio puede reducir de manera eficaz la tensión de salida y el consumo de energía de funcionamiento de los electrodos.

10 Ejemplo 8

Los electrodos A, B, C, D se prepararon mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 2, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo A fue: 8:26:17:3:11:6:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo B fue: 8:26:17:3:11:6:15:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo C fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5. La proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo D fue: 8:26:17:3:11:6:25:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5. Las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 2.

El electrodo E se preparó mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 1, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo E fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29; las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 1.

Los electrodos anteriores se instalaron respectivamente en el tanque de purificación de alimentos del Ejemplo 3 como el ánodo, una aleación de acero inoxidable o una aleación de titanio se tomó como el cátodo, se tomó agua del grifo como el medio, la intensidad de la corriente fue de 10-20 mA/cm², los tiempos de funcionamiento del experimento de fatiga de electrodos de titanio de las cinco disoluciones fueron los siguientes:

Nombres	Tiempo de funcionamiento/H
Electrodo A	2768
Electrodo B	3379
Electrodo C	3940
Electrodo D	4733
Electrodo E	3467

A partir de los resultados anteriores se puede observar, cuando se cambió el contenido de tantalio, en las mismas

condiciones de intensidad de corriente, que el tiempo de funcionamiento de los electrodos se incrementó con el incremento del contenido de tantalio, y esto indica que la adición del elemento tantalio puede incrementar de manera eficaz la vida útil de los electrodos. Cuando se compara el electrodo C con el electrodo E, se puede observar que la vida útil del electrodo E sin capa intermedia adicional de estaño y antimonio fue inferior que la del electrodo C en el caso en el que los otros elementos tuvieron el mismo contenido, y esto indica que la capa intermedia de estaño y antimonio puede incrementar de manera eficaz la vida útil de los electrodos.

Ejemplo 9:

Los electrodos A, B, C, D, E se prepararon mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 2, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo A fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio es 0:5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo B fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:15:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 2:5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo C fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:30:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 5:5. La proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo D fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:12:7:8:5:9:29, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 8:5; la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo E fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:33:7:8:5:9:29; la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 12:5. Las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 2.

El electrodo F se preparó mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 1, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto del electrodo F fue: 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29. Las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 1.

Los electrodos anteriores se instalaron respectivamente en el tanque de purificación de alimentos del Ejemplo 3 como el ánodo, una aleación de acero inoxidable o una aleación de titanio se tomó como el cátodo, una disolución de 0,5 mol/L de H₂SO₄ se tomó como el medio, el ensayo acelerado de vida útil se llevó a cabo en condiciones de 2000 A/m², los tiempos de funcionamiento de las seis disoluciones fueron como se muestra en la tabla siguiente:

Nombres	Tiempo de funcionamiento/H
Electrodo A	130
Electrodo B	176
Electrodo C	247
Electrodo D	364
Electrodo E	341
Electrodo F	124

A partir de los resultados anteriores se puede observar que la adición del elemento estaño puede incrementar la vida y el tiempo de funcionamiento, el tiempo de funcionamiento de los electrodos se incrementó con el incremento del contenido de estaño, y esto ilustra que la adición del elemento estaño puede incrementar de manera eficaz la vida de los electrodos.

Ejemplo 10

Electrodo 1 de la presente invención: se preparó mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 1, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de

material compuesto fue: 11:23:15:3:9:9:19:4:6:17:23:2:18:7:12:4:14:35. Las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 1.

5 Electrodo 2 de la presente invención: se preparó mediante el uso del método descrito en el Ejemplo 2, en el que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto fue: 11:23:15:3:9:9:19:4:6:17:23:2:18:7:12:4:14:35; la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución de estaño-antimonio fue 7:6. Las condiciones restantes fueron las mismas que las del Ejemplo 2.

10 Electrodo comparativo 1: fue el electrodo descrito en el documento ZL201110271764.0, en el que los seis tipos de polvos fueron polvo de platino, polvo de iridio, polvo de itrio, polvo de rutenio, polvo de niobio y polvo de tantalio, respectivamente, los seis tipos de polvos se mezclaron con etanol anhidro a una concentración en masa del 3%, la proporción molar del elemento platino, el elemento iridio, el elemento itrio, el elemento rutenio, el elemento niobio y el elemento tantalio en la disolución fue 28:36:15:30:8:12, el grosor del revestimiento de material compuesto preparado mediante el uso del método del Ejemplo 1 fue 3 micras.

15 Los electrodos anteriores se instalaron respectivamente en el tanque de purificación de alimentos del Ejemplo 3 como el ánodo, una aleación de acero inoxidable o una aleación de titanio se tomó como el cátodo, se añadieron 5 L de agua del grifo al tanque de agua, se añadieron 2 ml de plaguicida diclorvos con una concentración de 2 mg/L al agua y se mezcló uniformemente, parte de las muestras de agua se tomaron como muestras sin purificar para los ensayos. Se encendió la alimentación eléctrica y la tensión se ajustó a 18 V, después de purificar durante 10 minutos, las muestras de agua purificadas se ensayaron respectivamente, y se compararon los datos. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Nombres	Concentración de diclorvos/mg/L	Proporción de degradación, %
Muestras de agua sin purificar	0,86	
Electrodo comparativo 1	0,21	75,6
Electrodo 1 de la presente invención	0,15	82,6
Electrodo 2 de la presente invención	0,13	84,8

REIVINDICACIONES

1. Un electrodo que comprende un sustrato de titanio o de aleación de titanio, la superficie externa del sustrato está revestida con una capa de revestimiento de material compuesto, el revestimiento de material compuesto se prepara revistiendo una disolución de material compuesto, después secando y sinterizando, en el que la disolución de material compuesto es una disolución a nanoescala formada disolviendo elementos metálicos de transición en etanol, las partículas de los elementos metálicos de transición se toman como el soluto de la disolución a nanoescala, los elementos metálicos de transición son platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio, la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto es 5~15:23~34:14~21:1~7:9~17:3~12:15~27:3~6:2~9:10~23:15~27:2~8:15~30:3~12:4~14:1~10:6~15:20~50.
2. El electrodo según la reivindicación 1, caracterizado por que la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto es 5~13:23~31:14~20:1~6:9~15:3~10:15~25:3~6:2~8:10~21:15~25:2~7:15~28:3~11:4~13:1~9:6~13:20~48; preferiblemente 6~13:24~31:16~20:2~6:10~15:4~10:17~25:4~6:3~8:11~21:17~25:3~7:17~28:4~11:6~13:2~9:7~13:22~48; más preferiblemente 6~11:24~29:16~19:2~5:10~13:4~8:17~22:4~5:3~7:11~19:17~23:3~6:17~26:4~10:6~11:2~8:7~12:22~46; más preferiblemente 7~11:25~29:17~19:3~5:11~13:5~8:19~22:4~5:4~7:12~19:18~23:4~6:19~26:5~10:7~11:3~8:8~12:24~46; aún más preferiblemente 7~9:25~27:17~18:3~4:11~12:5~7:19~21:4~4~6:12~17:18~21:4~5:19~23:5~8:7~9:3~6:8~10:24~41; lo más preferiblemente 8:26:17:3:11:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29.
3. El electrodo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que, basado en la masa total de la disolución de material compuesto, las partículas de los elementos metálicos de transición en la disolución de material compuesto es un 25%~45%p/p, preferiblemente 30%~40%p/p.
4. El electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el tamaño de partícula de las partículas de los elementos metálicos de transición de la disolución de material compuesto es 5~30 nm.
5. El electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el electrodo comprende además un revestimiento de estaño-antimonio, el revestimiento está colocado entre el sustrato y el revestimiento de material compuesto, en el que el revestimiento de estaño-antimonio se prepara revistiendo una disolución de estaño-antimonio, después secando y sinterizando, la disolución de estaño-antimonio es una disolución a nanoescala formada disolviendo estaño y antimonio en etanol, las partículas de estaño y antimonio se toman como el soluto de la disolución a nanoescala, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 5-10:2-10; preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 5-9:2-8; más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6-9:3-8; más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6-8:3-7; aún más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 7-8:4-7; aún más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 7-8:4-6; lo más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 8:5, y en el que opcionalmente (I) el tamaño de partícula de las partículas de estaño y antimonio en la disolución es 5~30 nm y/o (II) basado en la masa total de la disolución de estaño-antimonio, las partículas de estaño y antimonio en la disolución de estaño-antimonio son un 5%~9%p/p, preferiblemente 7%p/p.
6. El electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el revestimiento de material compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio tiene un grosor de 3-8 μm , preferiblemente 4-6 μm .
7. El electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la temperatura de secado es 100~120 $^{\circ}\text{C}$, preferiblemente 110~120 $^{\circ}\text{C}$ cuando se prepara el revestimiento de material compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio.

ES 2 749 619 T3

8. El electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la temperatura de sinterización es 400~680 °C, preferiblemente 450~600 °C cuando se prepara el revestimiento de material compuesto o el revestimiento de estaño-antimonio.
9. El electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la aleación de titanio consiste, basado en el peso total de la aleación de titanio, en Al: 4,0%~4,9%; Sn: 1,1%~2,5%; Cr: 1,1%~2,5%; Mo: 1,1%~2,5%; Zr: 1,1%~2,5%; Fe: 0,11%~0,15%; C: 0,08%~0,16%; O: 0,11%~0,26%; N: 0,004%~0,2%; H: 0,06%~0,28%; Si: 0,02%~1,0%, y el resto es titanio e impurezas inevitables;
- 5 preferiblemente, el contenido de Al en la aleación de titanio es del 4,1%~4,6%, preferiblemente 4,1%~4,4%;
- preferiblemente, el contenido de Sn en la aleación de titanio es del 1,2%~2,1%, preferiblemente 1,4%~2,1%;
- 10 preferiblemente, el contenido de Cr en la aleación de titanio es del 1,3%~2,0%, preferiblemente 1,4%~2,1%; más preferiblemente 1,6%~2,0%;
- preferiblemente, el contenido de Mo en la aleación de titanio es del 1,2%~2,1%, preferiblemente 1,3%~2,0%; más preferiblemente 1,5%~2,1%;
- 15 preferiblemente, el contenido de Zr en la aleación de titanio es del 1,3%~2,1%, preferiblemente 1,4%~2,1%; más preferiblemente 1,5%~2,1%;
- preferiblemente, el contenido de Fe en la aleación de titanio es del 0,13%~0,14%, preferiblemente 0,13% o 0,14%;
- preferiblemente, el contenido de C en la aleación de titanio es del 0,09%~0,10%, preferiblemente 0,09%~0,12%;
- preferiblemente, el contenido de O en la aleación de titanio es del 0,13%~0,21%, preferiblemente 0,16%~0,21%; más preferiblemente 0,16%~0,2%;
- 20 preferiblemente, el contenido de N en la aleación de titanio es del 0,005%~0,02%, preferiblemente 0,006%~0,07%; más preferiblemente 0,009%~0,04%;
- preferiblemente, el contenido de H en la aleación de titanio es del 0,07%~0,21%, preferiblemente 0,08%~0,21%;
- preferiblemente, el contenido de Si en la aleación de titanio es del 0,04%~0,6%, preferiblemente 0,04%~0,7%.
10. Un método para la fabricación del electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende las etapas siguientes:
- 25 (1) revestir de manera uniforme una disolución de material compuesto sobre la superficie externa de un sustrato de titanio o de aleación de titanio, en el que la disolución de material compuesto es una disolución a nanoescala formada disolviendo elementos metálicos de transición en etanol, las partículas de los elementos metálicos de transición se toman como el soluto de la disolución a nanoescala, basado en la masa total de la disolución de material compuesto, las partículas de los elementos metálicos de transición en la disolución de material compuesto es del 25%~45%p/p, preferiblemente 30%~40%p/p, en el que la proporción molar de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto es 5~15:23~34:14~21:1~7:9~17:3~2:15~27:3~6:2~9:10~23:15~27:2~8:15~30:3~12:4~14:1~10:6~15:20~50;
- 30 (2) secar el electrodo revestido con la disolución de material compuesto en la etapa (1) a una temperatura de 100~120 °C, preferiblemente 110~120 °C hasta que la superficie externa del electrodo no tenga líquido;
- 35 (3) sinterizar el electrodo secado en la etapa (2) a una temperatura de 400~680 °C, preferiblemente 450~600 °C durante 8-10 horas, y en el que opcionalmente en la etapa (1), la proporción molar de los elementos metálicos de transición de platino, iridio, rutenio, oro, cerio, estaño, antimonio, rodio, tantalio, manganeso, níquel, paladio, itrio, gadolinio, cobalto, europio, lantano, neodimio, circonio y titanio en la disolución de material compuesto es 5~13:23~31:14~20:1~6:9~15:5~9:2~8:3~10:15~25:3~6:2~8:10~21:15~25:2~7:15~28:3~11:4~13:1~9:6~13:20~48;
- 40 preferiblemente 6~13:24~31:16~20:2~6:10~15:6~9:3~8:4~10:17~25:4~6:3~8:11~21:17~25:3~7:17~28:4~11:6~13:2~9:7~13:22~48;
- más preferiblemente 6~11:24~29:16~19:2~5:10~13:6~8:3~7:4~8:17~22:4~5:3~7:11~19:17~23:3~6:17~26:4~10:6~11:2~8:7~12:22~46;
- 45 más preferiblemente 7~11:25~29:17~19:3~5:11~13:7~8:4~7:5~8:19~22:4~5:4~7:12~19:18~23:4~6:19~26:5~10:7~11:3~8:8~12:24~46;
- aún más preferiblemente 7~9:25~27:17~18:3~4:11~12:7~8:4~6:5~7:19~21:4:4~6:12~17:18~21:4~5:19~23:5~8:7~9:3~6:8~10:24~41;

lo más preferiblemente 8:26:17:3:11:8:5:6:20:4:5:15:19:4:21:7:8:5:9:29.

11. El método según la reivindicación 10, caracterizado por que en la etapa (1), el tamaño de partícula de las partículas de los elementos metálicos de transición en la disolución de material compuesto es 5~30 nm.

5 12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 10 o 11, caracterizado por que el método comprende además:

10 revestir de manera uniforme en primer lugar una disolución de estaño-antimonio sobre la superficie externa del sustrato de titanio o de aleación de titanio antes de revestir la disolución de material compuesto sobre la superficie externa del sustrato de titanio o de aleación de titanio, en el que la disolución de estaño-antimonio es una disolución a nanoescala formada disolviendo estaño y antimonio en etanol, las partículas de estaño y antimonio se toman como el soluto de la disolución a nanoescala, basado en la masa total de la disolución de estaño-antimonio, las partículas de estaño y antimonio en la disolución de estaño-antimonio es del 5%-9%p/p, preferiblemente 7%p/p, en el que la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 5-10:2-10;

preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 5-9:2-8;

más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6-9:3-8;

15 más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 6-8:3-7;

aún más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 7-8:4-7;

aún más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 7-8:4-6;

lo más preferiblemente, la proporción molar de estaño respecto de antimonio en la disolución es 8:5;

20 y después secar el electrodo anteriormente mencionado revestido con la disolución de estaño-antimonio a una temperatura de 100~120 °C, preferiblemente 110~120 °C hasta que la superficie externa del electrodo no tenga líquido;

finalmente, sinterizar el electrodo secado anteriormente mencionado a una temperatura de 400~680 °C, preferiblemente 450~600 °C durante 8-10 horas.

25 13. El método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, y la aleación de titanio consiste, basado en el peso total de la aleación de titanio, en Al: 4,0%~4,9%; Sn: 1,1%~2,5%; Cr: 1,1%~2,5%; Mo: 1,1%~2,5%; Zr: 1,1%~2,5%; Fe: 0,11%~0,15%; C: 0,08%~0,16%; O: 0,11%~0,26%; N: 0,004%~0,2%; H: 0,06%~0,28%; Si: 0,02%~1,0%, y el resto es titanio e impurezas inevitables;

preferiblemente, el contenido de Al en la aleación de titanio es del 4,1%~4,6%, preferiblemente 4,1%~4,4%;

preferiblemente, el contenido de Sn en la aleación de titanio es del 1,2%~2,1%, preferiblemente 1,4%~2,1%;

30 preferiblemente, el contenido de Cr en la aleación de titanio es del 1,3%~2,0%, preferiblemente 1,4%~2,1%; más preferiblemente 1,6%~2,0%;

preferiblemente, el contenido de Mo en la aleación de titanio es del 1,2%~2,1%, preferiblemente 1,3%~2,0%; más preferiblemente 1,5%~2,1%;

35 preferiblemente, el contenido de Zr en la aleación de titanio es del 1,3%~2,1%, preferiblemente 1,4%~2,1%; más preferiblemente 1,5%~2,1%;

preferiblemente, el contenido de Fe en la aleación de titanio es del 0,13%~0,14%, preferiblemente 0,13% o 0,14%;

preferiblemente, el contenido de C en la aleación de titanio es del 0,09%~0,10%, preferiblemente 0,09%~0,12%;

preferiblemente, el contenido de O en la aleación de titanio es del 0,13%~0,21%, preferiblemente 0,16%~0,21%; más preferiblemente 0,16%~0,2%;

40 preferiblemente, el contenido de N en la aleación de titanio es del 0,005%~0,02%, preferiblemente 0,006%~0,07%; más preferiblemente 0,009%~0,04%;

preferiblemente, el contenido de H en la aleación de titanio es del 0,07%~0,21%, preferiblemente 0,08%~0,21%;

preferiblemente, el contenido de Si en la aleación de titanio es del 0,04%~0,6%, preferiblemente 0,04%~0,7%.

45 14. Un dispositivo que comprende el electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9; preferiblemente, el dispositivo es un dispositivo de purificación de alimentos, un dispositivo de purificación de aguas o un dispositivo de purificación de productos médicos, preferiblemente un dispositivo de purificación de alimentos.

15. El dispositivo según la reivindicación 14, y el dispositivo de purificación de alimentos comprende un tanque de agua, una caja de generador y un generador de catalizador de agua, en el que,

- una pared lateral del tanque de agua tiene un canal de flujo de agua, la caja de generador está fijada en el exterior del canal de flujo de agua sobre la pared lateral del tanque de agua;

5 - la caja de generador está dividida en dos cámaras mediante una placa protectora porosa, el generador de catalizador de agua está colocado en la cámara cerca el fondo de la caja de generador, un tubo de aireación está colocado en el fondo de la cámara cerca de la pared lateral del tanque de agua, las paredes del tubo de aireación tienen filas de orificios de aireación, la interfase del tubo de aireación conduce al exterior de la caja de generador;

10 - la pared de otra cámara de la caja de generador, que tiene una forma curvada y está dispuesta por encima de la placa protectora porosa, está conectada al canal de flujo de agua de la pared lateral del tanque de agua;

en el que el electrodo anódico del generador de catalizador de agua es el electrodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y en el que opcionalmente una junta de sellado está dispuesta entre la pared lateral del tanque de agua y la caja de generador.

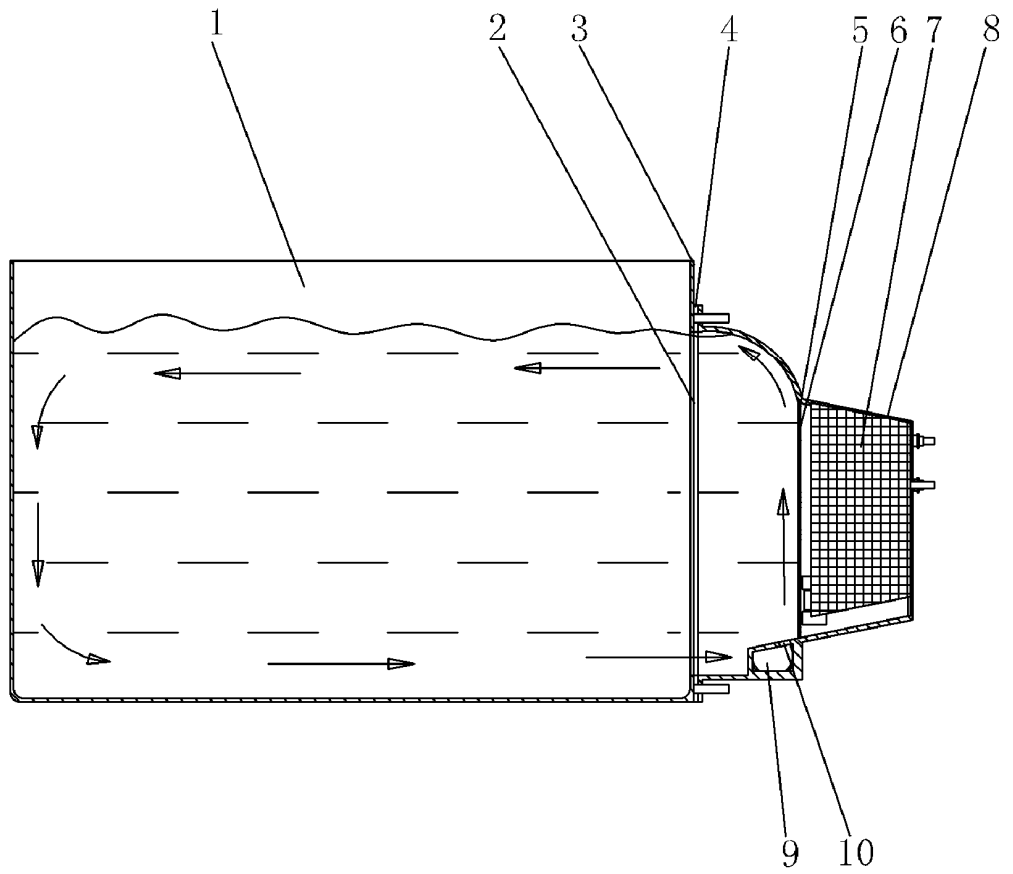


Fig.1

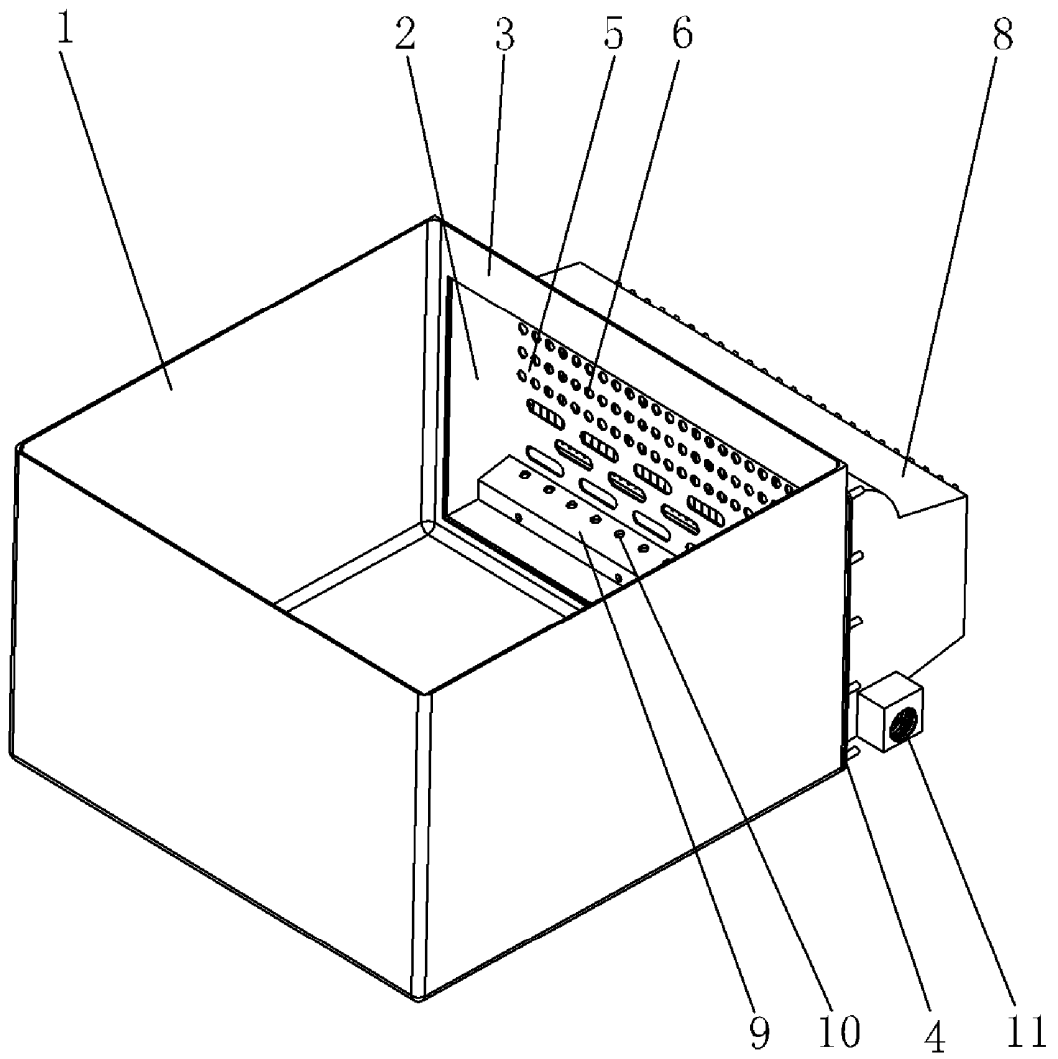


Fig.2

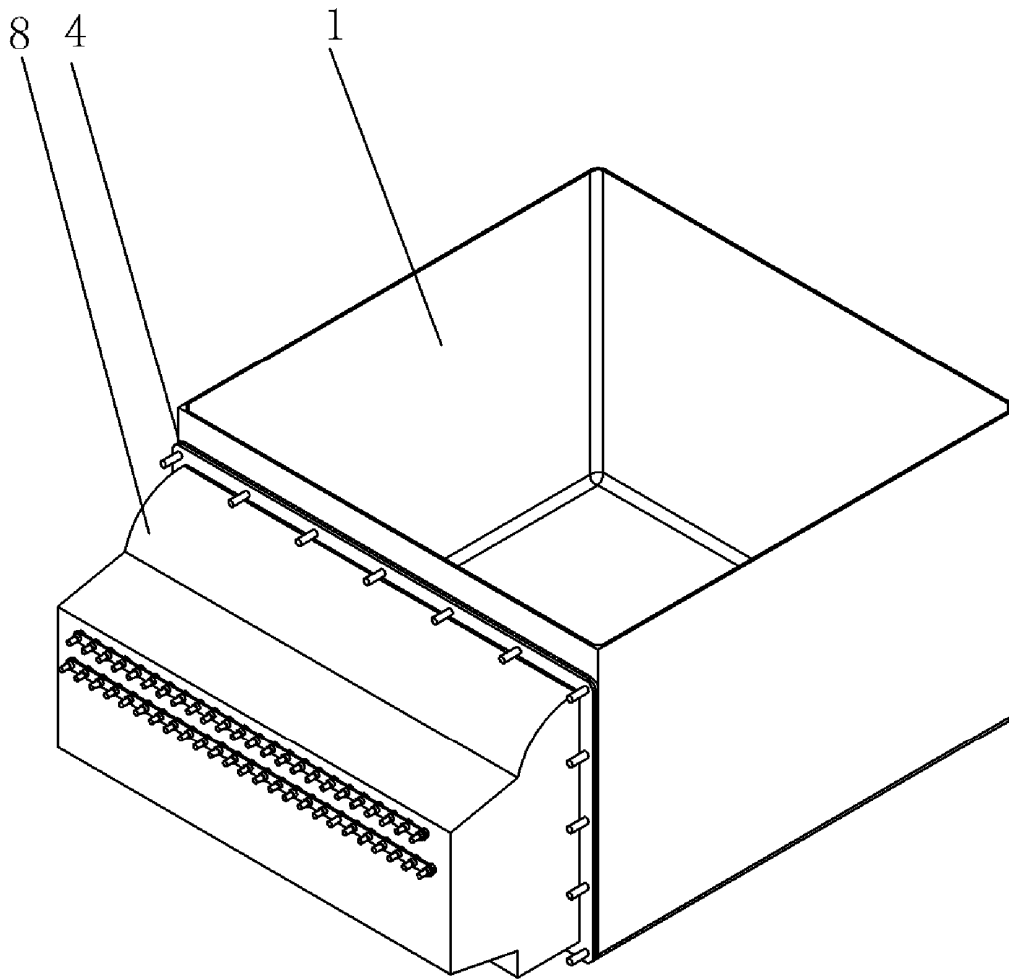


Fig.3