

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 845 749**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/461** (2006.01)  
**C25C 7/00** (2006.01)  
**C02F 1/463** (2006.01)  
**C02F 103/34** (2006.01)  
**C02F 103/32** (2006.01)  
**C02F 103/30** (2006.01)  
**C02F 103/28** (2006.01)  
**C02F 103/16** (2006.01)  
**C02F 103/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2016 PCT/FI2016/050903**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17109283**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2016 E 16823299 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2020 EP 3393980**

54 Título: **Aparato y sistema para tratamiento del agua que comprende un reactor electroquímico y procedimiento de control de aparato y sistema para tratamiento del agua**

30 Prioridad:

**22.12.2015 FI 20155992**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.07.2021**

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)  
Rauhalanpuisto 9  
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**MARTIKAINEN, MIKA;  
KARHU, MIKKO;  
LUUKKONEN, MATTI;  
ISOMÄKI, NIKO y  
VAN DER MEER, TUOMAS**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro María**

**ES 2 845 749 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**

Aparato y sistema para tratamiento del agua que comprende un reactor electroquímico y procedimiento de control de aparato y sistema para tratamiento del agua

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere al tratamiento electroquímico del agua y, más en particular, a un reactor electroquímico tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 1. La presente invención se refiere, además, a un aparato y un sistema para el tratamiento electroquímico del agua, a un procedimiento de control de un aparato de tratamiento del agua y a un programa informático relacionado con los mismos.

10

**Antecedentes de la invención**

El tratamiento electroquímico del agua, como tal, es bien conocido en la técnica. El principio subyacente es que el agua pasa por electrodos eléctricamente cargados, eliminando así las impurezas de manera electroquímica.

15

La publicación de patente n.º US 6 398 393 B1 divulga un aparato y un procedimiento para la electrodeposición de metales. El aparato comprende una estructura de carcasa que define un espacio interior con una cámara de reacción y una pluralidad de electrodos de placa suspendidos.

20

La publicación de patente n.º US 2014138238 A1 divulga un aparato y un procedimiento para eliminar especies contaminantes del agua mediante electrocoagulación. El aparato incluye un recipiente que se inserta en un bastidor y es soportado por el mismo, un electrodo giratorio y un electrodo estacionario. Una tapa está fijada a la parte superior del marco.

25

La publicación de patente n.º US 785214 A divulga un aparato para extraer metales de sus minerales. El aparato incluye un tanque que se inserta en un bastidor y es soportado por el mismo y placas de electrodos, que se colocan en un bloque.

30

La publicación de patente n.º US 3579431 A divulga una celda electrolítica para la deposición electrolítica de metales. Una placa de electrodos está soldada a una barra de un cabezal de aluminio prefabricada, que presenta ganchos de remolque para levantar y bajar la placa.

35

La publicación de patente n.º JP H03193200 A divulga placas de electrodos para sedimentos fácilmente reemplazables. Las placas de electrodos están dispuestas en paralelo en un recipiente de electrólisis. Las placas de electrodos dispuestas en paralelo se espacian a intervalos regulares a través de espaciadores realizados de un no conductor, tal como resina sintética, y ancladas.

40

La publicación de patente n.º DE 10040417 divulga un tratamiento electrolítico de aguas residuales. Los electrodos se instalan en respectivos soportes de electrodos que se sostienen mediante una barra de soporte, de modo que no se sumerjan en el agua de tratamiento del electrolizador. El soporte de electrodos comprende también un elemento de sujeción para ayudar a manipular los electrodos.

45

**Breve descripción de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un reactor electroquímico, un aparato y un sistema para el tratamiento electroquímico del agua, en los que la carga de las placas de electrodos no ejerza tensión sobre la estructura de carcasa.

50

Este objeto se consigue mediante el aparato de tratamiento electroquímico del agua caracterizado por el contenido de la reivindicación independiente 1 y el sistema de tratamiento electroquímico del agua de acuerdo con la reivindicación 12, respectivamente. Las características de las realizaciones preferidas del reactor electroquímico de acuerdo con la presente invención se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

55

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua, un procedimiento para controlar un sistema de tratamiento del agua y productos de programas informáticos relacionados con los mismos, respectivamente. Este objeto se consigue mediante los procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones 13 y 17, respectivamente, y los productos de programas informáticos de acuerdo con la reivindicación 18 y la reivindicación 19, respectivamente.

60

La invención se basa en la idea de que el reactor electroquímico está formado por una estructura de carcasa que define una ruta de flujo para el flujo de agua que pasa por las placas de electrodos, y una estructura de soporte separada que soporta la estructura de carcasa y, en particular, el peso de las placas de electrodos.

65

Por consiguiente, como el diseño de la estructura de carcasa no está limitado por los requisitos de rigidez mecánica

para soportar la carga de las placas de electrodos, la estructura de carcasa puede diseñarse más libremente con el fin de optimizar el proceso de tratamiento electroquímico en sí. Además, se pueden tener en cuenta varios otros aspectos al diseñar la estructura de carcasa. Asimismo, como la estructura de carcasa no necesita soportar la carga de las placas de electrodos, se pueden utilizar materiales de bajo coste, tales como materiales plásticos.

En particular, puede formarse una estructura de estante dentro de la estructura de carcasa para sostener la placa de electrodos por sus orejetas, facilitando así la introducción y el reemplazo de las placas de electrodos.

Como la estructura de carcasa y, en particular, la carga generada por el peso de las placas de electrodos, es soportada por la estructura de soporte separada, se puede disponer fácilmente unos medios sensores de peso para monitorizar el peso de las placas de electrodos y, en particular, el reemplazo de las mismas. Esto, a su vez, abre nuevas oportunidades para controlar el proceso electroquímico. Además, los medios sensores de peso pueden utilizarse para monitorizar el peso del volumen de agua dentro de la estructura de carcasa, permitiendo así nuevas oportunidades para controlar el sistema de tratamiento del agua.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se describirá con mayor detalle por medio de realizaciones preferidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

La Figura 1a ilustra una vista en perspectiva de un reactor electroquímico de un aparato de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 1b ilustra una vista frontal del reactor electroquímico de la Figura 1a;

La Figura 1c ilustra una vista lateral del reactor electroquímico de la Figura 1a;

La Figura 2a ilustra una vista en perspectiva de una estructura de carcasa sin tapa de un reactor electroquímico de un aparato de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 2b ilustra una vista frontal de la estructura de carcasa de la Figura 2a;

La Figura 2c ilustra una vista lateral de la estructura de carcasa de la Figura 2a;

La Figura 3a ilustra una vista en sección a lo largo de la línea B-B de la Figura 2c;

La Figura 3b ilustra una vista en sección a lo largo de la línea A-A de la Figura 1c;

La Figura 3c ilustra la vista en sección de la Figura 3b equipada, además, con un módulo de electrodos y unos medios de acoplamiento eléctrico.

La Figura 4 ilustra una vista en perspectiva de un módulo de electrodos.

### Descripción detallada de la invención

La Figura 1a ilustra una vista en perspectiva de un reactor electroquímico de un aparato de acuerdo con un aspecto de la presente invención. El reactor electroquímico 1 comprende una estructura de soporte separada 2 que sostiene una estructura de carcasa 3. La estructura de soporte 2 comprende dos elementos de soporte 2a que se extienden a través de la carcasa 3 sin penetrar en la superficie exterior directamente debajo de una porción de espacio frontal 7 de la carcasa 3. La porción de espacio frontal 7 está equipada con una tapa superior 7e. La estructura de carcasa 3 comprende, además, una porción de entrada 4 con una entrada (no ilustrada en la Figura 1a), una porción de salida con una salida 5a y una cámara de reactor 6 (no ilustrada en la Figura 1a).

La Figura 1b ilustra una vista frontal del reactor electroquímico de la Figura 1a. Los elementos de soporte 2a sostienen la estructura de carcasa mediante dos rebordes 7a de la porción de espacio frontal 7. Además, puede observarse que la porción de espacio frontal 7, en sus extremos distales, presenta un saliente 8 que se extiende hasta las porciones de salida 5. La porción de entrada 4 presenta una conexión de drenaje 4b para drenar el reactor electroquímico 1. De manera adicional, puede observarse una entrada de flujo de aire 7c y una salida de flujo de aire 7d dispuestas en la porción de espacio frontal 7.

La Figura 1c ilustra una vista lateral del reactor electroquímico de la Figura 1a. De manera adicional, las posiciones a modo de ejemplo para los medios sensores de peso se indican con el número de referencia 10.

La Figura 2a ilustra una vista en perspectiva de una estructura de carcasa 3 sin tapa 7e de acuerdo con un aspecto de la presente invención. Como la estructura de soporte 2 no está presente, puede verse una parte de la estructura de carcasa 3 que forma la cámara de reactor 6. Además, los dos estantes están formados en la porción de espacio frontal 7, dentro del espacio interior de la estructura de carcasa 3.

La Figura 2b ilustra una vista frontal de la estructura de carcasa de la Figura 2a. Pueden observarse claramente dos cavidades 9 que se extienden a través de la estructura de carcasa 3, sin penetrar en su superficie exterior. Además, las posiciones de la entrada 4a y la conexión de drenaje 4b están marcadas con un cruz.

La Figura 2c, a su vez, ilustra una vista lateral de la estructura de carcasa de la Figura 2a.

La Figura 3a ilustra una vista en sección a lo largo de la línea B-B de la Figura 2c. En particular, la estructura de carcasa 3 comprende una porción de entrada 4 en la que se introduce un flujo de agua a través de la entrada 4a. En conexión de fluidos con la porción de entrada 4, y encima de ella, se encuentra una cámara de reactor 6 dispuesta para recibir una porción de placa 20a de al menos una placa de electrodos 20. La estructura de carcasa 3 comprende, además, una porción de salida 5 que presenta una salida 5a, a través de la cual fluye el agua descargada del reactor electroquímico 1. La porción de salida 5 está en conexión de fluidos con la cámara de reactor 6 en la parte superior de la misma, de modo que el flujo de agua introducido en la porción de entrada se eleva a través de la cámara de reactor 6 hacia la porción de salida 5. La estructura de carcasa 3 comprende, además, una porción de espacio frontal 7 que presenta un estante 7b dentro del espacio interior de la estructura de carcasa. El estante 7b está dispuesto para recibir y soportar una porción de lengüeta 20b de al menos una placa de electrodos 20. La porción de espacio frontal comprende, además, un reborde 7a formado en la superficie exterior de la estructura de carcasa 3 dentro de una cavidad 9. La cavidad 9 se extiende a través de la estructura de carcasa 3 sin penetrar en su superficie exterior. Es decir, la cavidad está separada del espacio interior por la estructura de carcasa 3. El reborde 7a se coloca de acuerdo con el estante 7b de modo que cuando un elemento de soporte 2a de una estructura de soporte se coloca debajo del reborde, una porción de lengüeta 20b de una placa de electrodos colocada en el estante 7b descansa sobre el elemento de soporte 2a. Con tal disposición, la carga de la placa de electrodos 20 no ejerce tensión sobre la estructura de carcasa 3, sino que es soportada por la estructura de soporte 2. También se proporcionan una entrada de flujo de aire 7c y una salida de flujo de aire 7d, preferiblemente en la porción de espacio frontal 7, para ventilar los humos generados dentro del reactor electroquímico 1.

Aunque, en la disposición de los dibujos adjuntos, el reborde 7a y la porción de salida 5 se extienden desde el resto de la estructura de carcasa 3 lateralmente en la misma dirección, la presente invención puede implementarse de manera alternativa.

La Figura 3b ilustra una vista en sección a lo largo de la línea A-A de la Figura 1c. La estructura de carcasa 3 se sostiene sobre la estructura de soporte 2 mediante el elemento de soporte 2a que se extiende a través de la cavidad 9 que porta la estructura de carcasa mediante el reborde 7a.

La Figura 3c ilustra la vista en sección de la Figura 3b equipada, además, con un módulo de electrodos 21 y medios de acoplamiento eléctrico 11. La porción de orejeta 20b de una placa de electrodos 20 está colocada en el estante 7b directamente sobre el reborde 7a y, en consecuencia, del elemento de soporte 2a. Se proporcionan medios de acoplamiento eléctrico 11 como una barra colectora en el estante 7b para conectar la placa de electrodos 20 a una fuente de alimentación.

La Figura 4 ilustra un módulo de electrodos 21 de acuerdo con un aspecto de la presente invención. El módulo de electrodos 21 comprende múltiples placas de electrodos 20, cada una de las cuales presenta una porción de placa 20a y dos porciones de orejeta 20b opuestas. Una de las porciones de orejeta 20b se extiende más que la otra para facilitar que las placas de electrodos se conecten de manera alternada a los medios de acoplamiento eléctrico 11 mediante la porción de orejeta 20b más larga. Las placas de electrodos 20 están separadas entre sí dentro del módulo de electrodos 21, y el módulo comprende un marco de separación 21a en cada lado para espaciar los módulos de electrodos 21 adyacentes entre sí. Además, las placas de electrodos 20 presentan una porción de elevación con ganchos 20c para facilitar la manipulación de las placas de electrodos 20 y el módulo de electrodos 21, por ejemplo, con una grúa.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato que presenta un reactor electroquímico 1 para tratar electroquímicamente el agua. El reactor electroquímico comprende una estructura de carcasa 3 y una estructura de soporte 2 para sostener la estructura de carcasa 3 sobre una base. La estructura de carcasa 3 define un espacio interior, a través del cual debe dirigirse un flujo de agua. Además, la estructura de carcasa 3 comprende una porción de entrada 4 que presenta una entrada 4a para conducir un flujo de agua hacia el espacio interior, y una porción de salida 5 que presenta una salida 5a para conducir el flujo de agua fuera del reactor electroquímico 1. La estructura de carcasa 3 tiene una cámara de reactor 6 en conexión de fluidos entre la porción de entrada y la porción de salida, de modo que el flujo de agua fluirá a través de la cámara de reactor 6. La cámara de reactor 6 está dispuesta para recibir una porción de placa 20a de al menos una placa de electrodos 20 de manera tal que el flujo de agua se dirigirá más allá de al menos una placa de electrodos. La estructura de carcasa 3 comprende, además, una porción de espacio frontal 7 que comprende, en el exterior de la estructura de carcasa 3, dos rebordes 7a formados por una superficie exterior de la estructura de carcasa 3.

Preferiblemente, los rebordes 7a y la porción de salida 5 se extienden lateralmente desde el resto de la estructura de carcasa en la misma dirección. Esto permite disponer las placas de electrodos 20 para que sean paralelas a la dirección del flujo de agua en un punto de la conexión de fluidos entre la cámara de reactor 6 y la porción de salida 5.

Además, cuando la porción de salida 5 se extiende lateralmente desde la cámara de reactor 6, se puede formar un conducto entre la porción de salida 5 y la cámara de reactor 6. Esto proporciona un flujo controlado, menos turbulento o incluso laminar en las proximidades de las placas de electrodos 20 y la porción de salida 5. Esto, a su vez, reduce el desgaste de las placas de electrodos 20. Además, se elimina la necesidad de medios separados para

guiar el flujo de agua hacia la porción de salida. Un beneficio adicional es que se facilita aún más la monitorización del nivel de fluido en la porción de salida 5 porque, tal como se ha expuesto anteriormente, el flujo está controlado y es menos turbulento. Por lo tanto, se forma menos espuma y el nivel de fluido se puede monitorizar con mayor fiabilidad.

5 La estructura de soporte 2 comprende dos elementos de soporte 2a que sostienen la estructura de carcasa 3 desde los rebordes 7a. Preferiblemente, los elementos de soporte 2a son vigas transversales que se extienden horizontalmente desde el resto de la estructura de soporte.

10 La porción de espacio frontal 7 comprende, dentro del espacio interior de la estructura de carcasa 3, dos estantes 7b para recibir y sostener dos porciones de orejeta 20b de la al menos una placa de electrodos 20 con el fin de suspender la al menos una placa de electrodos 20 dentro de la reactor electroquímico, preferiblemente de modo que la porción de placa 20a quede suspendida dentro de la cámara de reactor 6. Obviamente, se pueden colocar componentes adicionales entre las porciones de orejeta 20b de la al menos en la placa de electrodos 20 y los estantes 7b. Por ejemplo, una barra colectora para recibir la porción de orejeta 20b y para conectar eléctricamente la placa de electrodos con una fuente de energía, una capa de material aislante, una capa de material elástico tal como una alfombrilla de caucho, o cualquier combinación de los mismos puede colocarse entre la porción de orejeta 20b y el estante 7b. El propósito de estas capas es proporcionar aislamiento eléctrico, aislamiento térmico o ambos y además compensar las tolerancias de fabricación, facilitando así el ajuste de la porción de orejeta 20b o de una barra colectora en el estante 7b.

20 El estante 7b puede estar formado por una porción de nivel de la superficie interior. En consecuencia, el reborde puede estar formado por una porción de nivel de la superficie exterior. Preferiblemente, cuando está en uso, el estante 7b se ubica directamente encima del reborde 7a. Además, el estante 7b y el reborde 7a pueden estar en lados opuestos de la carcasa de la estructura de carcasa 3, estando el estante 7b en la superficie interior y el reborde 7a en la superficie exterior.

25 La porción de espacio frontal 7 puede comprender, además una tapa extraíble para facilitar la inserción o el reemplazo de las placas de electrodos 20 o de los módulos de electrodos 21.

30 Preferiblemente, pero no necesariamente, el reactor electroquímico 1 está provisto de medios sensores de nivel de fluido para monitorizar el nivel de fluido, en particular el nivel del agua, dentro de la estructura de carcasa 3.

35 De acuerdo con la presente invención, preferiblemente la porción de entrada 4 se dispone, cuando está en uso, debajo de la cámara de reactor 6. Preferiblemente, la porción de espacio frontal 7 está dispuesta encima de la cámara de reactor 6 y la comunicación de fluidos entre la porción de salida 5 y la cámara de reactor 6 está dispuesta en una parte superior de la cámara de reactor 6. Esta disposición asegura que el flujo de agua no pasará a través de la porción de espacio frontal 7. A continuación se describen varias ventajas. En primer lugar, la placa de electrodos 20 se puede reemplazar a través de la parte de espacio frontal 7, o una tapa en la parte superior de la misma, sin necesidad de drenar el reactor electroquímico 1. En segundo lugar, el acoplamiento eléctrico de la placa de electrodos 20 se puede realizar con una fuente de energía en la porción de espacio frontal 7. En tercer lugar, la ventilación de humos puede proporcionarse a través de la porción de espacio frontal 7.

40 De acuerdo con la presente invención, los rebordes 7a pueden sobresalir, en particular desde un extremo distal de los mismos, hacia la porción de salida 5. Tal saliente 8 proporciona un puntal que mejora la rigidez mecánica de la estructura de carcasa 3, en particular de la porción de espacio frontal 7 y la porción de salida 5. Además, se puede proporcionar un conducto entre la porción de salida 5 y la porción de espacio frontal 7 dentro del saliente 8, realizando así la conexión de fluidos entre ellos y permitiendo la ventilación de humos también desde la porción de salida 5. Un beneficio adicional de proporcionar un conducto en el saliente 8 entre la porción de espacio frontal, preferiblemente los rebordes 7a, y la porción de salida 5, es que el nivel de fluido dentro del espacio interior puede medirse con mayor precisión en la porción de salida 5 que desde la cámara de reactor. Existen varias razones para esto: en primer lugar, debido a que las placas de electrodos 20 ocupan la cámara de reactor 6, el espacio es muy limitado para medir el nivel de fluido dentro de la cámara de reactor 6. En segundo lugar, el agua fluye a una velocidad más lenta y el flujo es generalmente más constante en la porción de salida 5, lo que provoca menos espuma y facilita aún más la medición del nivel de fluido en la porción de salida 5. Preferiblemente, pero no necesariamente, se proporciona un sensor de nivel de fluido en la porción de salida 5 para monitorizar el nivel de fluido, particularmente el nivel del agua, dentro de la estructura de carcasa 3. Obviamente, cualquier tipo dado de sensor de nivel de fluido puede usarse para determinar el nivel de fluido en la porción de salida 5. Además, la medición adquirida por el sensor de nivel de fluido puede usarse para controlar el proceso electroquímico.

45 De acuerdo con la presente invención, las cavidades 9 se forman preferiblemente sobre la superficie exterior de la estructura de carcasa 3. Preferiblemente, la cavidad 9 se ubica, cuando está en uso, debajo del reborde 7a. Además, la cavidad 9 se extiende hacia, preferiblemente a través de, el espacio interior de la estructura de carcasa 3, de manera que la cavidad 9 está separada del espacio interior por la estructura de carcasa 3. En otras palabras, la cavidad 9 se extiende a través de la estructura de carcasa 3 sin penetrar en su superficie exterior. El elemento de soporte 2a se extiende dentro de la cavidad 9, preferiblemente a través de la cavidad 9, para soportar la estructura

de carcasa 3. De manera adecuada, la cavidad está delimitada por la porción de espacio frontal 7, en particular el reborde 7a de la misma, la porción de salida 5, el saliente 8 que se extiende entre la porción de espacio frontal 7 y la porción de salida 5, y posiblemente, el resto de la estructura de carcasa.

5 Aunque esta disposición se ha ilustrado en los dibujos adjuntos, pueden proporcionarse disposiciones alternativas dentro del alcance de la presente invención. En particular, no es necesario que el reborde 7a sobresalga hacia la porción de salida 5, lo que hace que el reborde 7a forme parte de una forma de perfil abierto de la sección de soporte 7. En otras palabras, no es necesario que se forme una cavidad 9.

10 De acuerdo con la presente invención, la porción de espacio frontal 7 está en conexión de fluidos con la porción de salida 5, preferiblemente a través del saliente 8 que se extiende entre el extremo distal del reborde 7a y la porción de salida 5. De manera alternativa, la conexión de fluidos puede proporcionarse de cualquier otra manera adecuada, por ejemplo, un conducto separado. La conexión de fluidos entre la porción de salida 5 y la porción de espacio frontal 7 también permite ventilar los humos desde la porción de salida 5. Además, si la conexión de fluidos se implementa a través del saliente, se logran ahorros de material y se reduce el peso de la estructura de carcasa 3, ya que el saliente puede ser hueco.

20 De acuerdo con la presente invención, el reactor electroquímico 1 está equipado con medios sensores de peso 10 para medir el peso de la al menos una placa de electrodos 20. En los dibujos adjuntos, los medios sensores de peso 10 se ilustran dispuestos entre el elemento de soporte 2a y el resto de la estructura de soporte 2. Sin embargo, se pueden utilizar, obviamente, otras disposiciones. Preferiblemente, los medios sensores de peso están dispuestos en la estructura de soporte 2, entre el elemento de soporte 2a y el resto de la estructura de soporte 2, entre el elemento de soporte 2a y la estructura de carcasa 3, en al menos un estante 7b, o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, se puede utilizar cualquier tipo de celda de carga como medios sensores de peso. Obviamente, se puede utilizar cualquier otro tipo de sensor adecuado. Como se conoce el peso de todos los demás componentes del reactor electroquímico 1, el peso de la al menos una placa de electrodos puede derivarse comparando la salida de los medios sensores de peso 10 y el peso del resto del reactor electroquímico 1. Más en particular, la variación en el peso de la al menos una placa de electrodos 20 puede derivarse simplemente de la comparación de la salida de los medios sensores de peso 10 en dos instancias de tiempo diferentes. Si hubiera una fluctuación notable del volumen de fluido dentro de la estructura de carcasa durante el funcionamiento, el aumento o la disminución de peso provocada por la variación en el volumen de agua puede compensarse mediante el control del nivel de fluido dentro de la estructura de carcasa. En particular, la variación en el peso provocada por el volumen de agua puede determinarse con bastante precisión en función del nivel de fluido.

35 Los medios de sensor de peso permiten un control avanzado sobre el proceso electroquímico basado en el peso, o la variación de peso, de la al menos una placa de electrodos 20. Por ejemplo, el tiempo de vida y el ciclo de reemplazo de la al menos una placa de electrodos 20 se puede estimar o determinar con mayor precisión, y se puede evaluar el funcionamiento del proceso electroquímico. Además, las mediciones obtenidas por los medios sensores de peso se pueden utilizar para la supervisión y el control del proceso electroquímico, facilitando así el control automatizado y la supervisión remota del proceso. Los detalles de dicha aplicación se exponen más adelante.

45 De acuerdo con la presente invención, el reactor electroquímico está equipado con medios de acoplamiento eléctrico 11 para acoplar la al menos una placa de electrodos 20 a una fuente de energía. Los medios de acoplamiento eléctrico 11 están convenientemente dispuestos dentro del espacio interior de la estructura de carcasa 3, en la porción de espacio frontal 7. De manera ventajosa, los medios de acoplamiento eléctrico 11 pueden estar dispuestos en cada estante 7b. El reactor electroquímico 1 puede, obviamente, estar equipado con varios medios de acoplamiento eléctrico. En particular, pueden disponerse unos medios de acoplamiento eléctrico 11 en cada estante 7b.

50 Preferiblemente, se utilizan medios de acoplamiento eléctrico 11 de tipo barra colectora. Esto permite que los medios de acoplamiento eléctrico 11 se acoplen con la porción de orejeta 20b de la al menos una placa de electrodos 20 simplemente insertando la al menos una placa de electrodos 20 en el reactor electroquímico 1. Los medios de acoplamiento eléctrico 11 pueden, obviamente, proporcionarse de cualquier otra manera adecuada. Por ejemplo, el cableado puede conectarse directamente a la placa de electrodos 20.

55 Además, la porción de espacio frontal 7 puede comprender una entrada de flujo de aire 7c y una salida de flujo de aire 7d para ventilar los humos desde el interior del espacio interior. En tal caso, los medios de acoplamiento eléctrico 11 están dispuestos, de manera ventajosa, entre la entrada de flujo de aire 7c y la salida de flujo de aire 7d, de modo que el aire que fluye entre la entrada de flujo de aire 7c y la salida de flujo de aire 7d refrigera los medios de acoplamiento eléctrico 11 por convección. La entrada de flujo de aire 7c y la salida de flujo de aire 7d pueden disponerse de manera alternativa, por ejemplo, en una tapa del reactor electroquímico 1.

60 De forma adecuada, la salida de flujo de aire 7d puede estar conectada a unos medios de flujo de aire que generan una ligera succión que hace que un flujo de aire sea succionado hacia dentro del reactor electroquímico 1 a través de la entrada de flujo de aire 7c y, además, fuera del reactor 1 a través de la salida 7d. Así, los humos generados

dentro del reactor electroquímico se ventilan de manera controlada junto con el flujo de aire.

5 Esto es particularmente ventajoso si la estructura de carcasa 3, o cualquier otro componente del reactor electroquímico 1, se fabrica a partir de un material que presenta una capacidad limitada para resistir el calor. Por ejemplo, los plásticos comúnmente utilizados en el moldeo rotacional, un procedimiento de fabricación particularmente adecuado para la estructura de carcasa 3, se vuelven blandos a temperaturas relativamente bajas y, por tanto, son sensibles al exceso de calor.

10 De acuerdo con la presente invención, la porción de espacio frontal 7 comprende, en el exterior de la estructura de carcasa 3, dos rebordes 7a formados por una superficie exterior de la estructura de carcasa 3. Además, la porción de espacio frontal tiene, dentro del espacio interior de la estructura de carcasa 3, dos estantes 7b para recibir y sostener dos porciones de orejeta 20b de la al menos una placa de electrodos 20 con el fin de suspender la al menos una placa de electrodos 20 dentro del reactor electroquímico 1. En consecuencia, la estructura de soporte 2 comprende dos elementos de soporte 2a para sostener la estructura de carcasa 3 mediante los dos rebordes 7a. De preferencia, los estantes 7b se ubican directamente encima de las rebordes 7a, respectivamente. Preferiblemente, los dos rebordes 7a y los dos estantes 7b están situados, respectivamente, en lados opuestos de la porción de espacio frontal 7. Es decir, la porción de espacio frontal 7 presenta un reborde 7a y un estante 7b en cada lado. Esto permite una distribución de carga más uniforme, ya que la estructura de carcasa 3 y la al menos una placa de electrodos 20 se soportan en dos lugares.

20 De acuerdo con la presente invención, se forman dos cavidades 9 en la superficie exterior de la estructura de carcasa 3, preferiblemente, debajo de los dos rebordes 7a, cuando está en uso. Las dos cavidades 9 se extienden hacia, preferiblemente a través de, el espacio interior de la estructura de carcasa 3, de modo que las dos cavidades 9 quedan separadas del espacio interior por la estructura de carcasa 3. En otras palabras, las dos cavidades 9 se extienden a través de la estructura de carcasa 3 sin penetrar en su superficie exterior. Además, los dos elementos de soporte 2a se extienden dentro de las dos cavidades 9, preferiblemente a través de las dos cavidades 9, para soportar la estructura de carcasa 3. Esto permite una distribución de carga más uniforme junto con una mayor rigidez de la estructura de carcasa 3.

30 De acuerdo con la presente invención, la cámara de reactor 6 está dispuesta para recibir porciones de placa 20a de una pluralidad de placas de electrodos 20, preferiblemente porciones de placa 20a de un módulo de electrodos 21 que comprende una pluralidad de placas de electrodos 20 y, más preferiblemente, porciones de placa 20a de una pluralidad de módulos de electrodos 21 que comprenden, cada uno de los módulo de electrodos 21, una pluralidad de placas de electrodos 20.

35 En consecuencia, los estantes 7b están dispuestos para recibir y soportar porciones de orejeta 20b de la pluralidad de placas de electrodos 20, preferiblemente porciones de orejeta 20b de la pluralidad de placas de electrodos 20 comprendidas en el módulo de electrodos 21 y, más preferiblemente, porciones de orejeta 20b de la pluralidad de placas de electrodos 20 comprendidas en la pluralidad de módulos de electrodos 21, comprendiendo cada módulo de electrodos 21 la pluralidad de placas de electrodos 20, de modo que la pluralidad de placas de electrodos 20, el módulo de electrodos 21 o la pluralidad de módulos de electrodos 21 pueden ser suspendidos dentro del reactor electroquímico. En particular, para que las porciones de placa 20a queden suspendidas en la cámara de reactor 6.

45 El uso de una pluralidad de placas de electrodos 20 aumenta el área superficial efectiva para el tratamiento electroquímico. Además, esto permite el uso de varios materiales de placa de electrodos diferentes, destinados a procesos electroquímicos particulares, a una aplicación de tratamiento del agua particular, o a ambos. Por ejemplo, se pueden usar ciertos materiales de placa de electrodos o combinaciones de los mismos para apuntar a diferentes tipos de impurezas y, por lo tanto, eliminarlas del flujo de agua. El uso de un módulo de electrodos 21, a su vez, facilita el reemplazo de las placas de electrodos 20 a medida que se desgastan, o la personalización del reactor electroquímico 1 para tratar un flujo de agua que contiene ciertos tipos de impurezas. Además, el uso de módulos de electrodos 21 permite que la separación entre las placas de electrodos 20 se establezca con precisión, lo que nivela el perfil de flujo dentro de la cámara de reactor 6 y mejora el proceso electroquímico. Además, el uso de múltiples módulos de electrodos 21, cada uno con múltiples placas de electrodos, acentúa aún más estas ventajas además de permitir que los módulos de electrodos 21 se hagan más pequeños, facilitando así la manipulación de los módulos de electrodos 21. Además, esto permite combinar diferentes módulos de electrodos 21 que presentan diferentes propiedades o materiales de electrodos.

60 De acuerdo con la presente invención, la estructura de carcasa 3 está realizada de un material plástico, que incluye, pero sin limitarse a, plásticos de polietileno. Los plásticos son especialmente ventajosos, ya que se encuentran disponibles varios plásticos no conductores de electricidad y resistentes a productos químicos. Además, esto permite que se formen fácilmente formas complejas, por ejemplo, mediante moldeo rotacional. Obviamente, la estructura de carcasa también puede fabricarse con otros materiales adecuados, tales como plásticos reforzados con fibras.

65 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato de tratamiento del agua para tratar electroquímicamente el agua. El aparato comprende un reactor electroquímico 1 tal como se ha expuesto anteriormente. El aparato de tratamiento del agua comprende, además, al menos una placa de electrodos 20 que

5 presenta una porción de placa 20a y dos porciones de orejeta 20b. Además, cada placa de electrodos 20 comprende dos porciones de orejeta 20b opuestas desde lados opuestos de la placa de electrodos 20. Las porciones de orejeta 20b están colocadas y soportadas por los estantes 7b, de modo que la porción de placa 20a queda suspendida dentro de la cámara de reactor 6. Preferiblemente, el aparato comprende una pluralidad de placas de electrodos 20 separadas entre sí, de manera ventajosa en un módulo de electrodos 21. Más preferiblemente, el aparato comprende una pluralidad de módulos de electrodos 21 espaciados entre sí, cada uno con una pluralidad de placas de electrodos 20, también separadas unas de otras.

10 El aparato comprende, además, una fuente de energía eléctrica para proporcionar energía eléctrica a la al menos una placa de electrodos 20. La fuente de energía se acopla a la al menos una placa de electrodos 20 mediante unos medios de acoplamiento eléctrico 11, preferiblemente tal como se ha expuesto anteriormente. De manera alternativa, se puede usar una fuente de energía centralizada, en cuyo caso se puede usar una sola fuente de energía para varios aparatos.

15 El aparato comprende, además, unos medios de control acoplados operativamente a la fuente de energía para ajustar la energía eléctrica proporcionada a la al menos una placa de electrodos 20, y a los medios sensores de peso para monitorizar el peso de la al menos una placa de electrodos 20. Preferiblemente, los medios de control están dispuestos para ajustar la energía eléctrica proporcionada a la al menos una placa de electrodos 20 por la fuente de energía en respuesta a una medición obtenida de los medios sensores de peso, preferiblemente un grado de desgaste de la al menos una placa de electrodos 20, indicado por el peso de dicha placa de electrodos proporcionado por los medios sensores de peso.

20 A medida que una placa de electrodos se desgasta durante el uso, es importante controlar su estado para que pueda ser reemplazada antes de que sus propiedades se debiliten por debajo de un valor predeterminado. Por ejemplo, cuando se usa una pluralidad de placas de electrodos 20 espaciadas entre sí, la distancia entre placas de electrodos adyacentes 20 se hace mayor a medida que se desgastan las placas de electrodos 20. En consecuencia, debe proporcionarse una energía eléctrica más alta para conducir una corriente similar con el fin de lograr la densidad de corriente deseada entre las placas de electrodos adyacentes 20. Como se conocen las dimensiones y la densidad de las placas de electrodos, la variación en el peso puede ser utilizada para determinar la variación en la distancia entre placas de electrodos adyacentes 20.

25 Preferiblemente, los medios sensores de peso 10 están dispuestos para monitorizar por separado el peso, en particular la variación en el mismo, de una pluralidad de módulos de electrodos 21. De manera correspondiente, los medios de control pueden estar dispuestos para ajustar la energía eléctrica proporcionada a la pluralidad de los módulos de electrodos 21 por la fuente de energía eléctrica en respuesta a la variación en el peso de al menos uno de los módulos de electrodos 21. Si los módulos de electrodos 21 separados comprenden placas de electrodos 20 de diferentes materiales, esto puede ser particularmente beneficioso, ya que el proceso de tratamiento del agua puede optimizarse con respecto a ciertas impurezas, tratamiento que está relacionado con un cierto módulo de electrodos 21. Preferiblemente, los medios de control están acoplados operativamente, además, a los medios sensores de nivel de fluido para obtener una medición indicativa del nivel de fluido, particularmente el del flujo de agua, dentro de la estructura de cáscara 3. Si el nivel de agua dentro de la estructura de carcasa 3 fluctuara notablemente, la precisión de las mediciones con respecto al peso de la al menos una placa de electrodos 20, proporcionada por los medios sensores de peso 10, puede disminuir. Por tanto, los medios de control pueden estar dispuestos para determinar, basándose en al menos una medición proporcionada por los medios sensores de nivel de fluido, cualquier medición proporcionada por los medios sensores de peso como una medición normalizada. Tales mediciones normalizadas serán representativas del peso, o de la variación en el mismo, de al menos una placa de electrodos 20, con independencia del nivel de fluido dentro de la estructura de carcasa 3.

30 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de tratamiento del agua. El sistema comprende un aparato de tratamiento del agua tal como se ha expuesto anteriormente y, además, está equipado con unos medios de flujo de agua para dirigir un flujo de agua a la entrada 4a y para recibir un flujo de agua desde la salida 5a. Los medios de flujo de agua pueden comprender, de manera adecuada, medios de válvula para controlar el flujo de agua a la entrada 4a, el flujo de agua desde la salida 5a, o ambos. Además, los medios de flujo de agua pueden estar conectados operativamente de manera adecuada a los medios de control, permitiendo así que el flujo de agua a la entrada 4a, el flujo de agua desde la salida 5a, o ambos, sea controlado por los medios de control. Preferiblemente, los medios de flujo de agua se proporcionan como parte de un sistema de producción, circulación o descarga de agua.

35 En particular, un aparato de tratamiento del agua tal como se ha expuesto anteriormente puede usarse en un sistema de tratamiento de al menos una de aguas residuales inorgánicas, tales como aguas residuales de la minería y los metales, aguas residuales de la electrónica, aguas residuales de la química, aguas residuales de la industria del automóvil y aguas residuales orgánicas, tales como aguas residuales de la alimentación y las bebidas, aguas residuales de la industria textil y de la confección, aguas residuales de la pulpa de papel y el papel, aguas residuales domésticas y aguas residuales agrícolas

40 En particular, un aparato de tratamiento del agua tal como se ha expuesto anteriormente puede usarse en un

sistema de tratamiento del agua procedente de la industria de la pulpa y el papel, la industria química, la industria electrónica y del automóvil, así como la industria textil y de la confección.

5 En particular, un aparato de tratamiento del agua tal como se ha expuesto anteriormente se puede usar en un sistema para el tratamiento de aguas residuales domésticas, el tratamiento de aguas residuales municipales y/o el tratamiento de agua potable municipal.

10 De manera adicional, se describe un módulo de electrodos 21 para su uso en un reactor electroquímico 1, tal como se ha expuesto anteriormente. El módulo de electrodos comprende múltiples placas de electrodos 20 separadas entre sí. Cada placa de electrodos 20 comprende una porción de placa 20a y dos porciones de orejeta 20b. La porción de placa 20a está dispuesta para ser recibida dentro de la cámara de reactor 6. De manera correspondiente, las porciones de orejeta 20b están dispuestas para ser recibidas y soportadas por los estantes de modo que la porción de placa se pueda suspender dentro de la cámara de reactor 6.

15 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua, tal como se ha expuesto anteriormente. El procedimiento comprende los siguientes pasos:

- 20 a) Se proporciona un flujo de agua a la entrada 4a y el flujo de agua se recibe desde la salida 5a.  
b) Se proporciona una primera energía eléctrica a la al menos una placa de electrodos 20, preferiblemente mediante la fuente de energía eléctrica a través de los medios de acoplamiento eléctrico 11.  
c) Se obtiene una primera medición indicativa de un peso de la al menos una placa de electrodos 20 en una primera instancia temporal.

25 La primera medición se obtiene de los medios sensores de peso 10 mediante los medios de control.

d) Cuando la primera medición indicativa de un peso de la al menos una placa de electrodos 20 corresponde a un valor predeterminado de reemplazo de electrodos, generar, mediante los medios de control, una señal que indica que la al menos una placa de electrodos 20 requiere reemplazo.

30 Preferiblemente, los medios de control están equipados con, o están conectados operativamente a, unos medios de comunicación para comunicar la señal que indica el reemplazo requerido. De manera adecuada, los medios de comunicación pueden ser, por ejemplo, medios de comunicación de audio, medios de comunicación visual, medios de comunicación de red o cualquier combinación de los mismos. De forma adecuada, los medios de comunicación que comprenden la comunicación están dispuestos para comunicarse con un sistema de monitorización remoto.

35 Obviamente, si los medios sensores de peso no proporcionan un valor absoluto del peso de la al menos una placa de electrodos 20, pueden realizarse múltiples mediciones para determinar el peso de la al menos una placa de electrodos. Por ejemplo, puede realizarse una medición de referencia sin la al menos una placa de electrodos 20 en su lugar, con la al menos una placa de electrodos 20 recién reemplazada en su lugar, o ambas. El uso de medidas de referencia permite determinar el valor absoluto del peso de la al menos una placa de electrodos 20 incluso si los  
40 medios sensores de peso no proporcionan un peso absoluto como tal.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua, tal como se ha expuesto anteriormente. El procedimiento comprende los siguientes  
45 pasos:

- a) Se proporciona un flujo de agua a la entrada 4a, y el flujo de agua se recibe desde la salida 5a.  
b) Se proporciona una primera energía eléctrica a la al menos una placa de electrodos 20, preferiblemente mediante la fuente de energía eléctrica a través de los medios de acoplamiento eléctrico 11.  
50 c) Se obtiene una primera medición indicativa de un peso de la al menos una placa de electrodos 20 en una primera instancia de tiempo.

La primera medición se obtiene a partir de los medios sensores de peso 10 mediante los medios de control.

55 e) Se obtiene una segunda medición indicativa del peso de la al menos una placa de electrodos 20 en una segunda instancia de tiempo, en donde la segunda instancia de tiempo ocurre después de la primera instancia de tiempo.

La segunda medición se obtiene a partir de los medios sensores de peso 10 mediante los medios de control.

f) Los medios de control determinan una pérdida de peso de la al menos una placa de electrodos 20 basándose en la primera medición y la segunda medición.

60 La pérdida de peso se determina al determinar la diferencia entre la primera medición y la segunda medición.

g) Basándose en la pérdida de peso determinada, se ajusta la primera energía eléctrica. La monitorización del peso, o la variación en el peso, de la al menos una placa de electrodos 20 permite, por tanto, el control automatizado del proceso y la monitorización remota, lo que resulta particularmente ventajoso en aplicaciones en las que no está disponible la monitorización continua o manual del proceso, como en las soluciones automatizadas de tratamiento  
65 del agua.

De acuerdo con el aspecto anterior de la presente invención, el procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua, tal como se ha expuesto anteriormente, puede comprender, además, el siguiente paso de procedimiento:

- 5 h) Si la pérdida de peso de la al menos una placa de electrodos 20 excede un valor umbral de pérdida de peso predeterminado correspondiente a un grado de desgaste de al menos una placa de electrodos que da como resultado una densidad de corriente disminuida, ajustar la primera energía eléctrica proporcionando una segunda energía eléctrica.

10 A medida que las placas de electrodos 20 se desgastan durante el uso, la distancia entre las placas de electrodos adyacentes aumenta, dando como resultado una menor corriente que pasa a través de las placas de electrodos y, en consecuencia, una menor densidad de corriente. Como el grado de desgaste de las placas de electrodos se puede determinar a partir de su peso, o variación en el peso, la información proporcionada por los medios sensores de peso se puede utilizar para controlar una fuente de energía conectada con el lugar del electrodo, de manera que el incremento de la distancia entre las placas de electrodos adyacentes se compensa para mantener una densidad de corriente deseada.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, el procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua, tal como se ha expuesto anteriormente, puede comprender, además, los siguientes pasos de procedimiento:

- 20 i) basándose en la diferencia de tiempo entre dicha primera instancia de tiempo, dicha segunda instancia de tiempo y la pérdida de peso de la al menos una placa de electrodos 20, determinar una tasa de pérdida de peso;  
 j) comparar la tasa de pérdida de peso determinada con una tasa de pérdida de peso deseada predeterminada correspondiente a la eficiencia del proceso electroquímico deseado, y  
 25 k) si la tasa de pérdida de peso se desvía de la tasa de pérdida de peso deseada predeterminada en más de un valor umbral de tasa de pérdida de peso predeterminada, ajustar la primera energía eléctrica proporcionando una segunda energía eléctrica, para obtener una tasa de pérdida de peso correspondiente a dicha tasa de pérdida de peso deseada predeterminada.

30 La información obtenida por los medios sensores de peso se puede utilizar para controlar el proceso electroquímico con el fin de obtener una tasa de pérdida de peso deseada de la al menos una placa de electrodos. En particular, si se requiere una cantidad X de una sustancia en una placa de electrodos para la eliminación de una cantidad Y de impurezas en el flujo de agua, y se conoce el caudal del agua, se puede calcular una tasa de pérdida de peso deseada. En consecuencia, utilizando la información obtenida de los medios sensores de peso, puede controlarse el proceso electroquímico para obtener tal tasa de pérdida de peso deseada.

35 Preferiblemente, la primera energía eléctrica se ajusta proporcionando una segunda energía eléctrica a la al menos una placa de electrodos 20 mediante la fuente de energía eléctrica a través de los medios de acoplamiento eléctrico 11, en donde la segunda energía eléctrica difiere de la primera energía eléctrica.

40 Obviamente, si se utilizan múltiples placas de electrodos, la primera energía eléctrica puede proporcionarse como un primer voltaje diferencial entre las placas de electrodos adyacentes 20 y, en consecuencia, la energía eléctrica puede ser un segundo voltaje diferencial entre las placas de electrodos adyacentes 20. Obviamente, la primera y/o segunda energías eléctricas pueden proporcionarse como un voltaje sustancialmente constante, para producir una corriente continua y, respectivamente, puede proporcionarse un voltaje alterno para producir una corriente alterna.  
 45 Además, tanto un voltaje constante como un voltaje alterno pueden proporcionarse como voltajes diferenciales entre placas de electrodos adyacentes 20. Además, las polaridades de las placas de electrodos adyacentes pueden invertirse entre intervalos dados para eliminar la oxidación de sus superficies.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para controlar un sistema de tratamiento del agua, tal como se ha expuesto anteriormente. El procedimiento comprende los pasos de:

- 50 a) Se proporciona un flujo de agua a la entrada (4a) y el flujo de agua se recibe desde la salida (5a) mediante los medios de flujo de agua.  
 b) Se proporciona una primera energía eléctrica a la al menos una placa de electrodos 20, preferiblemente mediante la fuente de energía eléctrica a través de los medios de acoplamiento eléctrico 11.  
 55 l) Se obtiene una primera medición indicativa de un volumen de agua en una primera instancia con los medios sensores de peso 10.

La primera medición se obtiene de los medios sensores de peso 10 mediante los medios de control.

- 60 m) Se obtiene una segunda medición indicativa de un volumen de agua en una segunda instancia de tiempo con los medios sensores de peso 10, en donde la segunda instancia de tiempo ocurre después de la primera instancia de tiempo.

La segunda medición se obtiene a partir de los medios sensores de peso 10 mediante los medios de control.

- 65 n) Se determina un cambio en el volumen de agua basándose en la primera medición y la segunda medición,

preferiblemente mediante los medios de control.

o) Se ajustan los medios de flujo de agua basándose en la variación en el volumen de agua, preferiblemente mediante los medios de control.

5 Además, o de manera alternativa, para controlar el proceso electroquímico basándose en la información relacionada con el peso de la al menos una placa de electrodos 20, los medios sensores de peso 10 pueden utilizarse para obtener información relacionada con el volumen de agua dentro de la estructura de carcasa 3. Además, como la estructura de carcasa 3 tiene una forma constante, el nivel de agua dentro de la estructura de carcasa puede determinarse mediante el volumen de agua.

15 En particular, una variación en el peso debido al desgaste de la al menos una placa de electrodos puede distinguirse de una variación en el peso debido a una variación en el volumen de agua debido a sus diferentes magnitudes durante un periodo de tiempo determinado. Es decir, la variación en el peso provocada por el uso de una placa de electrodos 20 es mucho más lenta que la variación en el peso debido a la variación en el volumen de agua dentro de la estructura de carcasa. Además, el desgaste de la al menos una placa de electrodos 20 dará como resultado una disminución de peso a ritmo lento, mientras que la variación en el volumen de agua puede hacer que el peso aumente.

20 De manera adecuada, si los medios de control determinan un aumento de peso que excede un valor umbral de volumen de agua predeterminado, basándose en los valores obtenidos de los medios sensores de peso 10, los medios de control están dispuestos para controlar los medios de flujo de agua para disminuir la tasa del flujo de agua proporcionado a la entrada 4a o, de manera alternativa, incluso suspender el flujo de agua proporcionado a la entrada. En particular, un aumento de peso excepcionalmente rápido podría ser una indicación de mal funcionamiento relacionado con la porción de salida 5 o los medios de flujo de agua en el lado de salida. En consecuencia, si tal situación es determinada por los medios de control, basándose en los valores obtenidos de los medios sensores de peso 10, los medios de control pueden estar dispuestos para controlar los medios de flujo de agua con el fin de detener el flujo de agua proporcionado a la entrada 4a, desconectar la fuente de energía eléctrica de los medios de acoplamiento eléctrico 11, o ambos.

30 Además, todos los aspectos, o cualquier combinación de los mismos, relacionados con el control de un aparato, un sistema electroquímico o ambos, expuestos anteriormente, pueden usarse de manera simultánea o de manera alternativa para lograr un modo de funcionamiento deseado en cualquier momento determinado. Los aspectos relacionados con el control de un aparato electroquímico pueden complementarse con cualquier otro modo de control, por ejemplo, el control del proceso basándose en las mediciones de los analizadores que detectan impurezas, conductividad, variación en el potencial redox, DQO, etc.

40 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático para controlar un aparato de tratamiento del agua. El producto de programa informático comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en unos medios de control de un aparato de tratamiento del agua tal como se ha expuesto en relación con cualquiera de los aspectos del aparato analizados anteriormente, hacen que dicho aparato de tratamiento del agua realice pasos de procedimiento tal como se ha expuesto en relación con uno o más de los aspectos relacionados con un procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua.

45 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático para controlar un sistema de tratamiento del agua. El producto de programa informático comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en unos medios de control de un sistema de tratamiento del agua tal como se ha expuesto en relación con cualquiera de los aspectos del sistema analizados anteriormente, hacen que dicho sistema de tratamiento del agua realice pasos de procedimiento tal como se ha expuesto en relación con uno o más de los aspectos relacionados con un procedimiento para controlar un sistema de tratamiento del agua.

50 Obviamente, de acuerdo con la presente invención, un reactor electroquímico, un aparato y un sistema para el tratamiento electroquímico del agua, un procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua y un programa informático relacionado con los mismos pueden implementarse combinando dos o más aspectos tal como se han expuesto anteriormente sin apartarse del concepto inventivo. El alcance de la invención es tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato de tratamiento del agua para el tratamiento electroquímico del agua que presenta un reactor electroquímico (1) para tratar el agua electroquímicamente, que comprende una estructura de carcasa (3) y una estructura de soporte (2) para sostener la estructura de carcasa sobre una base, en donde la estructura de carcasa (3) define un espacio interior, comprendiendo, además, dicha estructura de carcasa:
- una porción de entrada (4) que comprende una entrada (4a) para conducir un flujo de agua al espacio interior;
  - una porción de salida (5) que comprende una salida (5a) para conducir el flujo de agua fuera del reactor electroquímico;
  - una cámara de reactor (6) en conexión de fluidos entre la porción de entrada y la porción de salida, estando la cámara de reactor dispuesta para recibir una porción de placa (20a) de al menos una placa de electrodos (20) para dirigir el flujo de agua más allá de la al menos una placa de electrodos, y
  - una porción de espacio frontal (7) que comprende, en un exterior de la estructura de carcasa, dos rebordes (7a) formados por una superficie exterior de la estructura de carcasa,
- caracterizado por que** la porción de espacio frontal (7) comprende, dentro del espacio interior de la estructura de carcasa, dos estantes (7b) para recibir y sostener dos porciones de orejeta (20b) de la al menos una placa de electrodos (20) con el fin de suspender la al menos una placa de electrodos (20) dentro del reactor electroquímico, en donde los rebordes (7a) y los estantes (7b), respectivamente, están situados en lados opuestos de la porción de espacio frontal (7) y, cuando están en uso, los estantes (7b) están situados directamente encima de los rebordes (7a), respectivamente, en donde la estructura de soporte (2) comprende dos elementos de soporte (2a) para sostener la estructura de carcasa (3) mediante los dos rebordes (7a), respectivamente, y en donde el aparato comprende, además, al menos una placa de electrodos (20) que presenta una porción de placa (20a) y dos porciones de orejeta (20b), en donde las porciones de orejeta (20b) están colocadas y soportadas por los estantes (7b), de modo que la porción de placa (20a) queda suspendida dentro de la cámara de reactor.
2. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que**, cuando está en uso, la porción de entrada (4) está dispuesta debajo de la cámara de reactor (6), la porción de espacio frontal (7) está dispuesta encima de la cámara de reactor (6), y la comunicación de fluidos entre la porción de salida (5) y la cámara de reactor (6) está dispuesta en una parte superior de la cámara de reactor (6).
3. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por** un saliente (8) que se extiende entre un extremo distal de los rebordes (7a) y la porción de salida (5).
4. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se forman dos cavidades (9) en la superficie exterior de la estructura de carcasa (3), cuando está en uso, debajo de los rebordes (7a), en donde las cavidades (9) se extienden hacia, preferiblemente a través de, el espacio interior de la estructura de carcasa (3), estando separadas las cavidades (9) del espacio interior por la estructura de carcasa (3) y en donde los elementos de soporte (2a) se extienden hacia el interior de las cavidades (9), preferiblemente a través de las cavidades (9), para sostener la estructura de carcasa (3).
5. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3-4, **caracterizado por que** la porción de espacio frontal (7) está en conexión de fluidos con la porción de salida (5) a través del saliente (8) que se extiende entre el extremo distal de los rebordes (7a) y la porción de salida (5).
6. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el reactor está equipado con medios sensores de peso (10) para medir el peso de la al menos una placa de electrodos (20), en donde los medios sensores de peso (10) están dispuestos, preferiblemente, en una o más de la estructura de soporte (2), entre el elemento de soporte (2a) y el resto de la estructura de soporte (2), entre el elemento de soporte (2a) y la estructura de carcasa (3), o sobre al menos un estante (7b).
7. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** comprender, además, unos medios de acoplamiento eléctrico (11), preferiblemente una barra colectora, para acoplar la al menos una placa de electrodos (20) a una fuente de energía, en donde los medios de acoplamiento eléctrico (11) están dispuestos dentro del espacio interior de la estructura de carcasa (3), en la porción de espacio frontal (7), preferiblemente en al menos un estante (7b), en donde la porción de espacio frontal (7) comprende una entrada de flujo de aire (7c) y una salida de flujo de aire (7d) para ventilar los humos desde el interior del espacio interior, y donde los medios de acoplamiento (11) están dispuestos entre la entrada de flujo de aire (7c) y la salida de flujo de aire (7d), de manera que el aire que fluye entre la entrada de flujo de aire (7c) y la salida de flujo de aire (7d) refrigera los medios de acoplamiento eléctrico (11).
8. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**

- la cámara de reactor (6) está dispuesta para recibir porciones de placa (20a) de una pluralidad de placas de electrodos (20), preferiblemente porciones de placa (20a) de un módulo de electrodos (21) que comprende una pluralidad de placas de electrodos (20), y más preferiblemente porciones de placa (20a) de una pluralidad de módulos de electrodos (21), comprendiendo cada módulo de electrodos (21) una pluralidad de placas de electrodos (20), y respectivamente,
- estando dispuestos los estantes (7b) para recibir y sostener porciones de orejeta (20b) de la pluralidad de placas de electrodos (20), preferiblemente porciones de orejeta (20b) de la pluralidad de placas de electrodos (20) comprendidas en el módulo de electrodos (21) y, más preferiblemente, porciones de orejeta (20b) de la pluralidad de placas de electrodos (20) comprendidas en la pluralidad de módulos de electrodos (21), comprendiendo cada módulo de electrodos (21) una pluralidad de placas de electrodos (20), de modo que la pluralidad de placas de electrodos (20), el módulo de electrodos (21) o la pluralidad de módulos de electrodos (21) pueden estar suspendidos dentro del reactor electroquímico.
9. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la estructura de carcasa (3) se realiza de un material plástico, preferiblemente mediante moldeo rotacional.
10. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el aparato comprende, además, una fuente de energía, en donde la fuente de energía está acoplada a la al menos una placa de electrodos (20) mediante medios de acoplamiento eléctrico (11).
11. Aparato de tratamiento del agua de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** el aparato comprende, además, unos medios de control acoplados operativamente a la fuente de energía y a unos medios sensores de peso (10) para controlar el peso de la al menos una placa de electrodos (20), en donde dichos medios de control están dispuestos para controlar el voltaje de salida de la fuente de energía en respuesta a una variación en el peso de la al menos una placa de electrodos (20) indicada por los medios sensores de peso (10).
12. Sistema de tratamiento del agua para el tratamiento electroquímico del agua, **caracterizado por** el aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema comprende además unos medios de flujo de agua para dirigir un flujo de agua a la entrada (4a) y para recibir un flujo de agua desde la salida (5a).
13. Procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6-11, **caracterizado por** comprender los pasos de:
- proporcionar un flujo de agua a la entrada (4a) y recibir el flujo de agua desde la salida (5a);
  - proporcionar una primera energía eléctrica a la al menos una placa de electrodos (20);
  - obtener una primera medición indicativa de un peso de la al menos una placa de electrodos (20) en una primera instancia de tiempo con los medios sensores de peso (10), y
  - cuando la primera medición indicativa de un peso de la al menos una placa de electrodos (20) corresponde a un valor predeterminado de reemplazo de electrodos, generar, mediante los medios de control, una señal que indica que la al menos una placa de electrodos (20) requiere reemplazo.
14. Procedimiento para controlar un aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6-11, **caracterizado por** comprender los pasos de:
- proporcionar un flujo de agua a la entrada (4a) y recibir el flujo de agua desde la salida (5a);
  - proporcionar una primera energía eléctrica a la al menos una placa de electrodos (20);
  - obtener una primera medición indicativa de un peso de la al menos una placa de electrodos (20) en una primera instancia de tiempo con los medios sensores de peso (10);
  - obtener una segunda medición indicativa del peso de la al menos una placa de electrodos (20) en una segunda instancia de tiempo, en donde la segunda instancia de tiempo ocurre después de la primera instancia de tiempo.
  - determinar una pérdida de peso de la al menos una placa de electrodos (20) mediante los medios de control basándose en la primera medición y la segunda medición, y
  - en función de la pérdida de peso determinada, ajustar la primera energía eléctrica.
15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por** comprender, además, los pasos de:
- si la pérdida de peso de la al menos una placa de electrodos (20) excede un valor umbral de pérdida de peso predeterminado correspondiente a un grado de desgaste de la al menos una placa de electrodos que da como resultado una densidad de corriente disminuida, ajustar la primera energía eléctrica proporcionando una segunda energía eléctrica.
16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por** comprender, además, los pasos de:
- basándose en la diferencia de tiempo entre dicha primera instancia de tiempo, dicha segunda instancia de

- tiempo y la pérdida de peso de la al menos una placa de electrodos (20), determinar una tasa de pérdida de peso;
- 5 j) comparar la tasa de pérdida de peso determinada con una tasa de pérdida de peso deseada predeterminada correspondiente a la eficiencia del proceso electroquímico deseado, y
- k) si la tasa de pérdida de peso se desvía de la tasa de pérdida de peso deseada predeterminada en más de un valor umbral de tasa de pérdida de peso predeterminada, ajustar la primera energía eléctrica proporcionando una segunda energía eléctrica, para obtener una tasa de pérdida de peso correspondiente a dicha tasa de pérdida de peso deseada predeterminada.
- 10 17. Procedimiento para controlar un sistema de tratamiento del agua de acuerdo con la reivindicación 12, con un aparato de tratamiento del agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6-11, **caracterizado por** comprender las etapas de:
- 15 a) proporcionar un flujo de agua a la entrada (4a) y recibir el flujo de agua desde la salida (5a);
- b) proporcionar una primera energía eléctrica a la al menos una placa de electrodos (20);
- l) obtener una primera medición indicativa de un volumen de agua en una primera instancia con los medios sensores de peso (10);
- m) obtener una segunda medición indicativa de un volumen de agua en una segunda instancia de tiempo, en donde la segunda instancia de tiempo ocurre después de la primera instancia de tiempo;
- 20 n) determinar una variación en el volumen de agua basándose en la primera medición y la segunda medición, y o) en función de la variación en el volumen de agua, ajustar los medios de flujo de agua.
18. Producto de programa informático para controlar un aparato de tratamiento del agua, **caracterizado por que** el producto de programa informático comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en los medios de control del
- 25 aparato de tratamiento del agua de acuerdo con la reivindicación 11, hacen que dicho aparato de tratamiento del agua realice el procedimiento de al menos una de las reivindicaciones 13-16.
19. Producto de programa informático para controlar un sistema de tratamiento del agua, **caracterizado por que** el producto de programa informático comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en los medios de control del
- 30 sistema de tratamiento del agua de acuerdo con la reivindicación 12, hacen que dicho sistema de tratamiento del agua realice el procedimiento de la reivindicación 17.

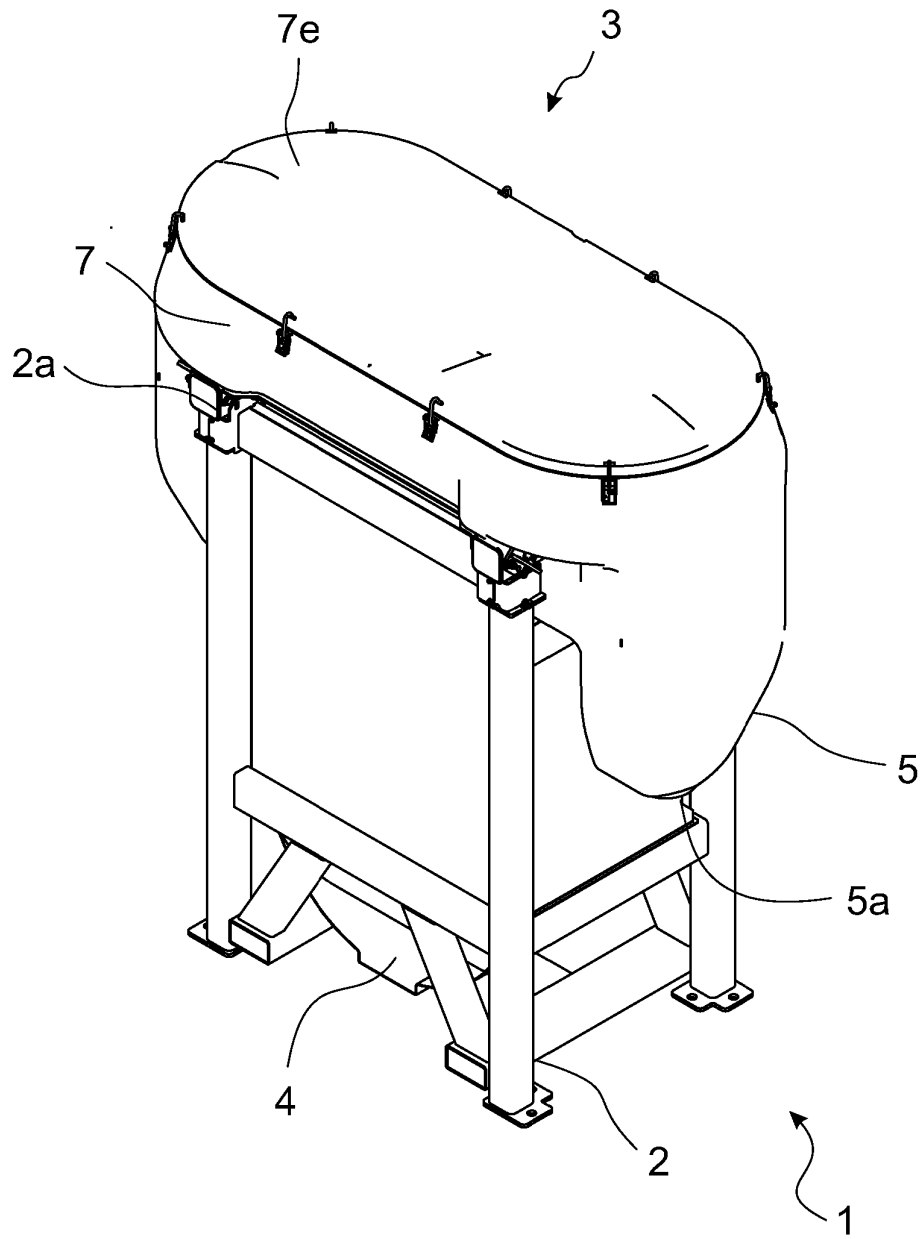


FIG 1a

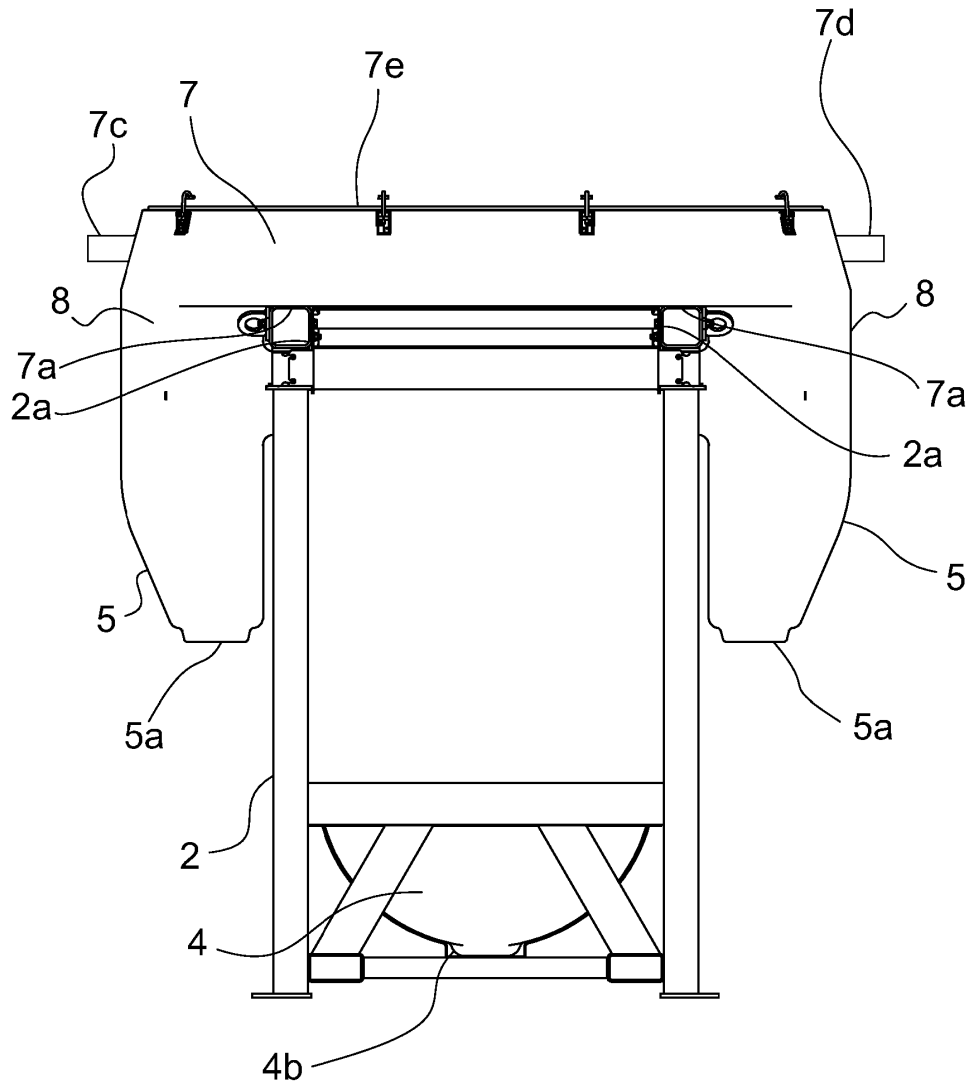


FIG 1b

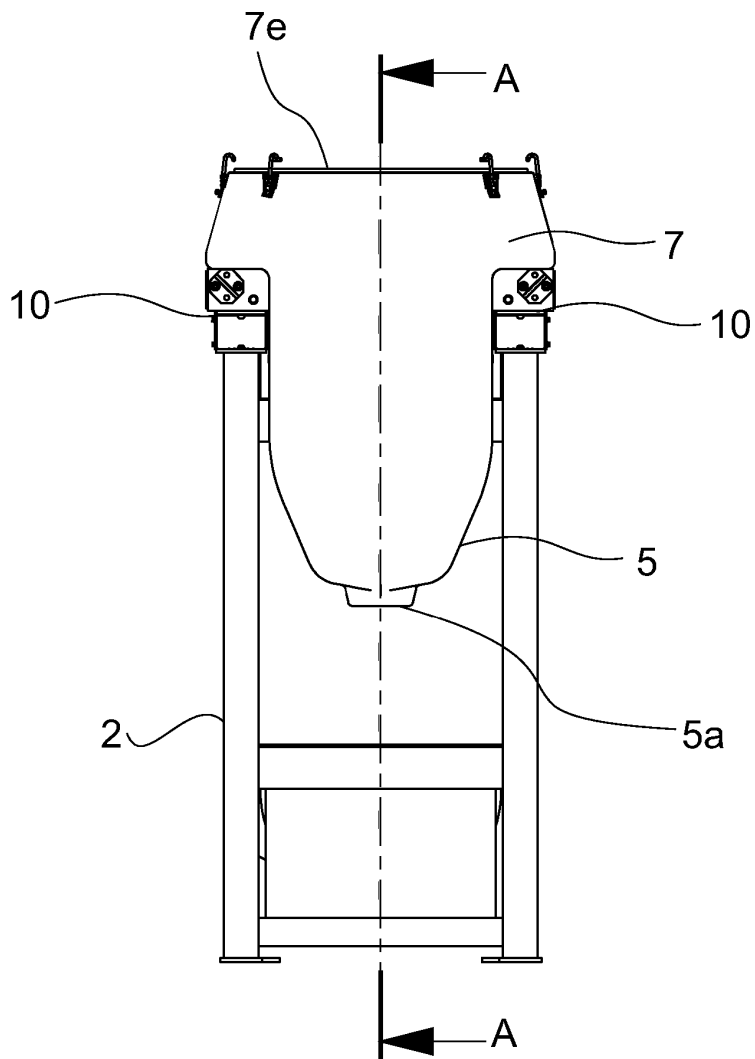


FIG 1c

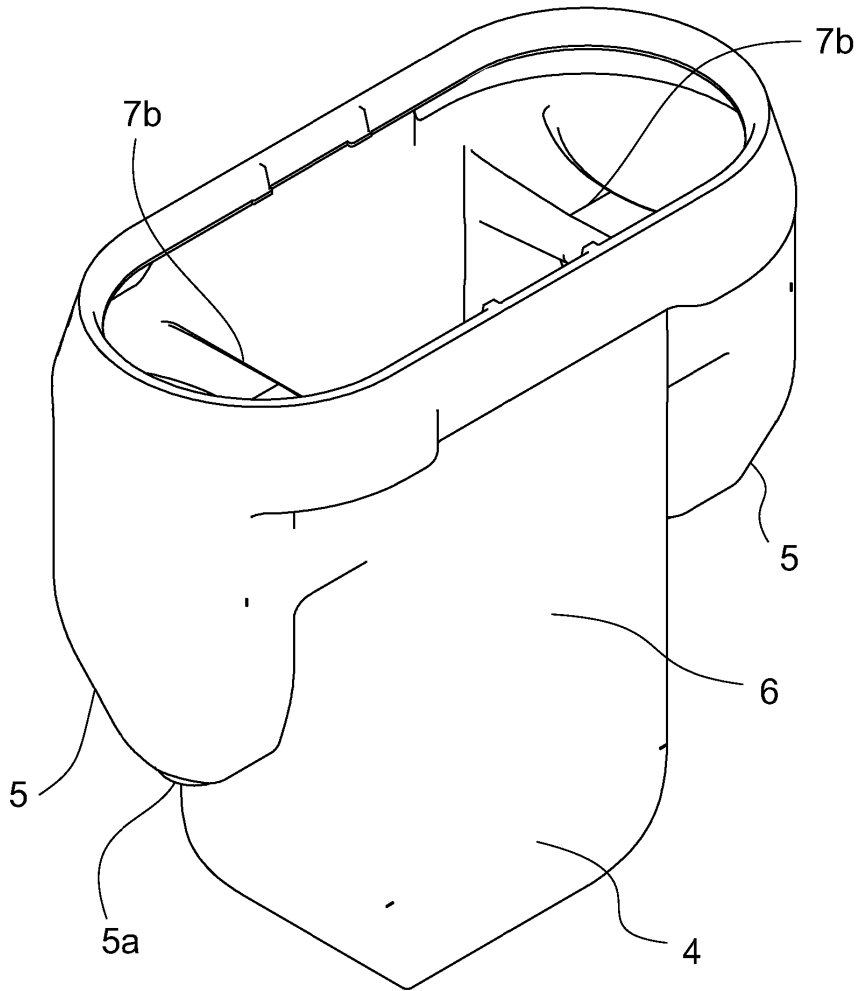


FIG 2a

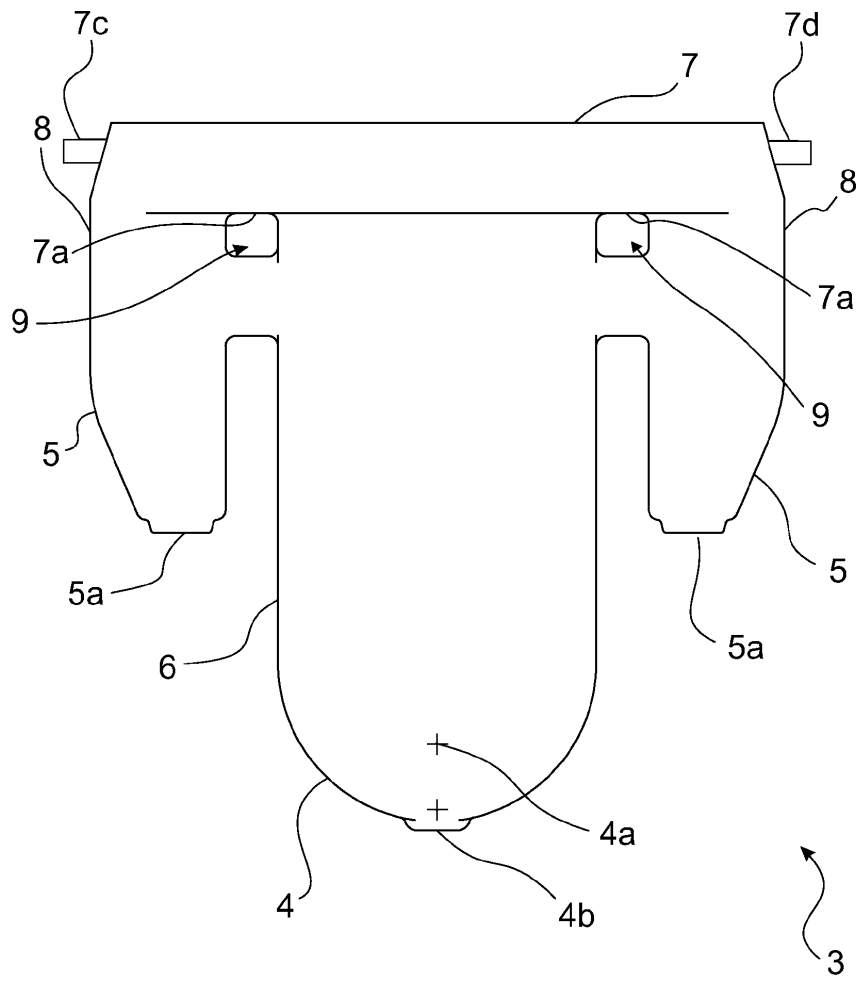


FIG 2b

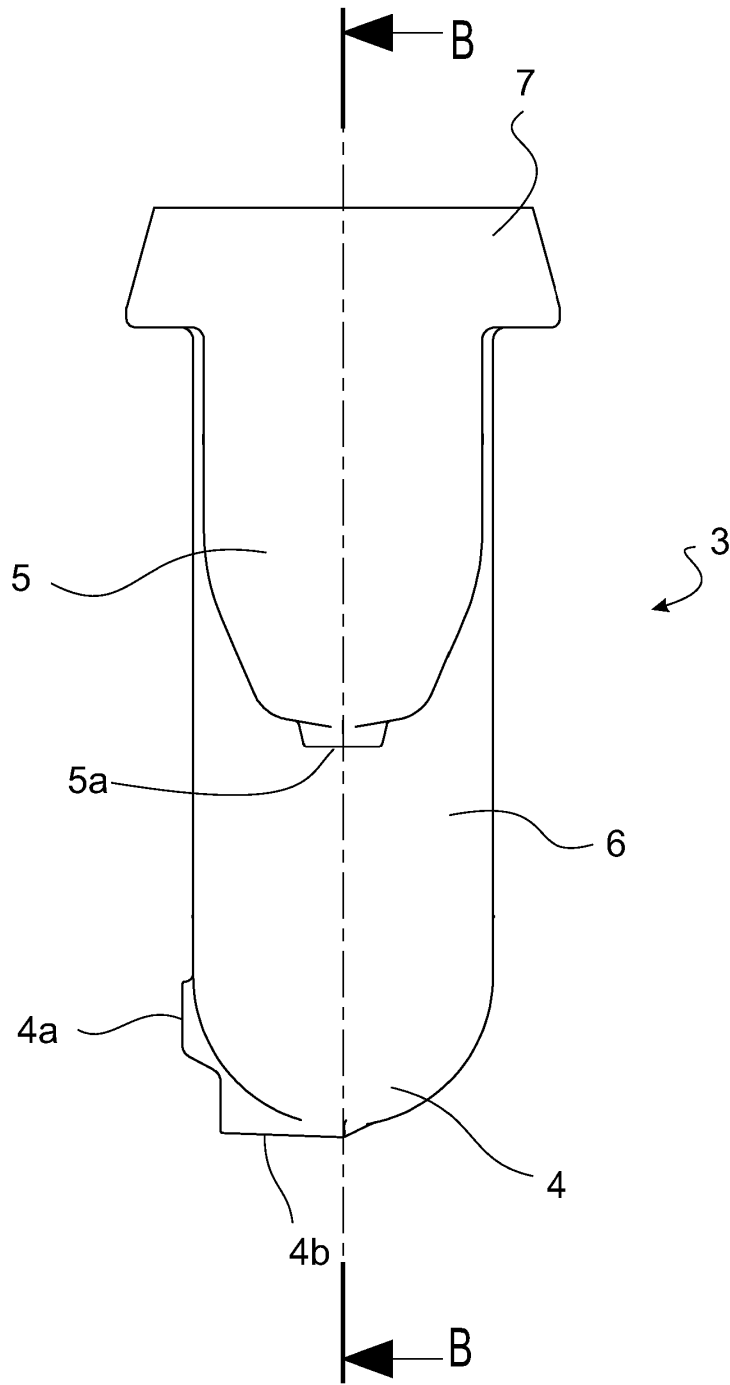


FIG 2c

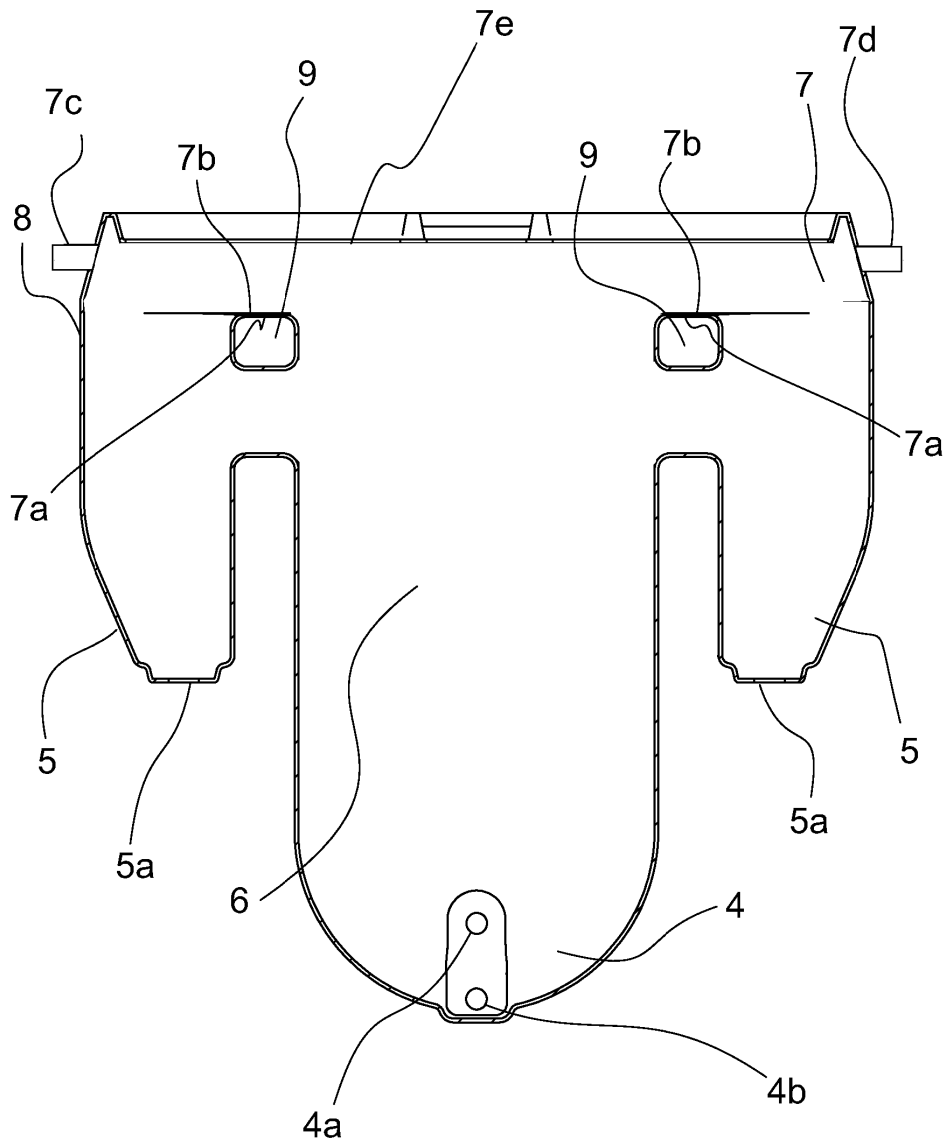


FIG 3a

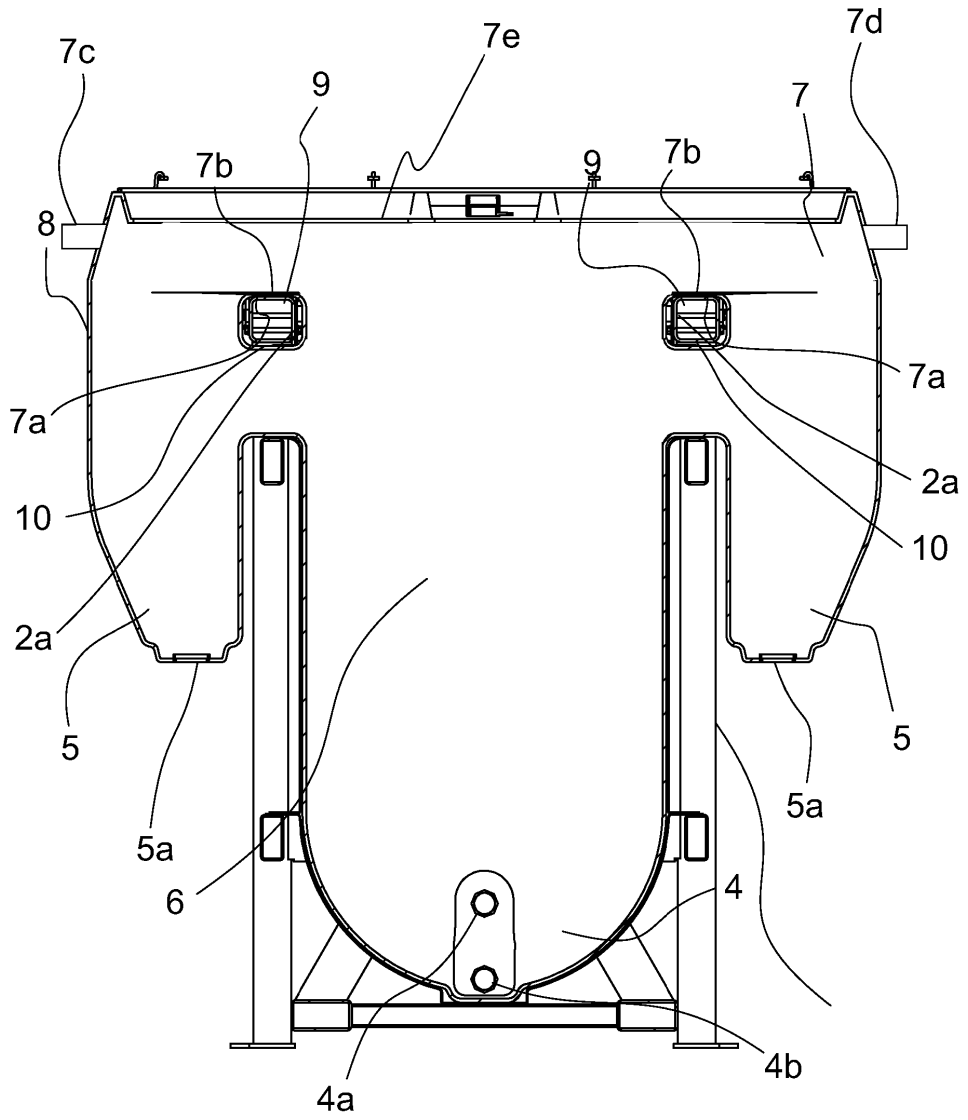


FIG 3b

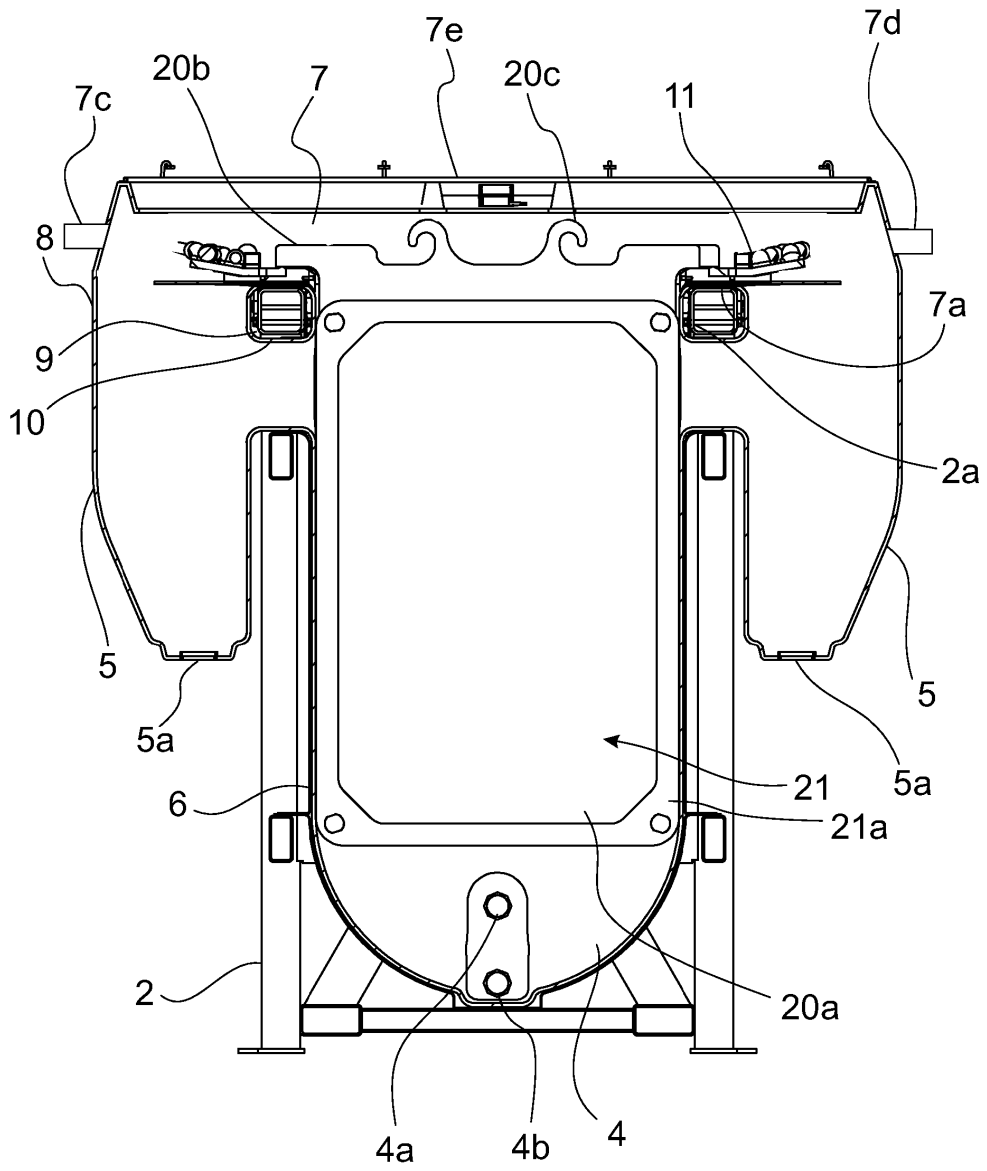


FIG 3c

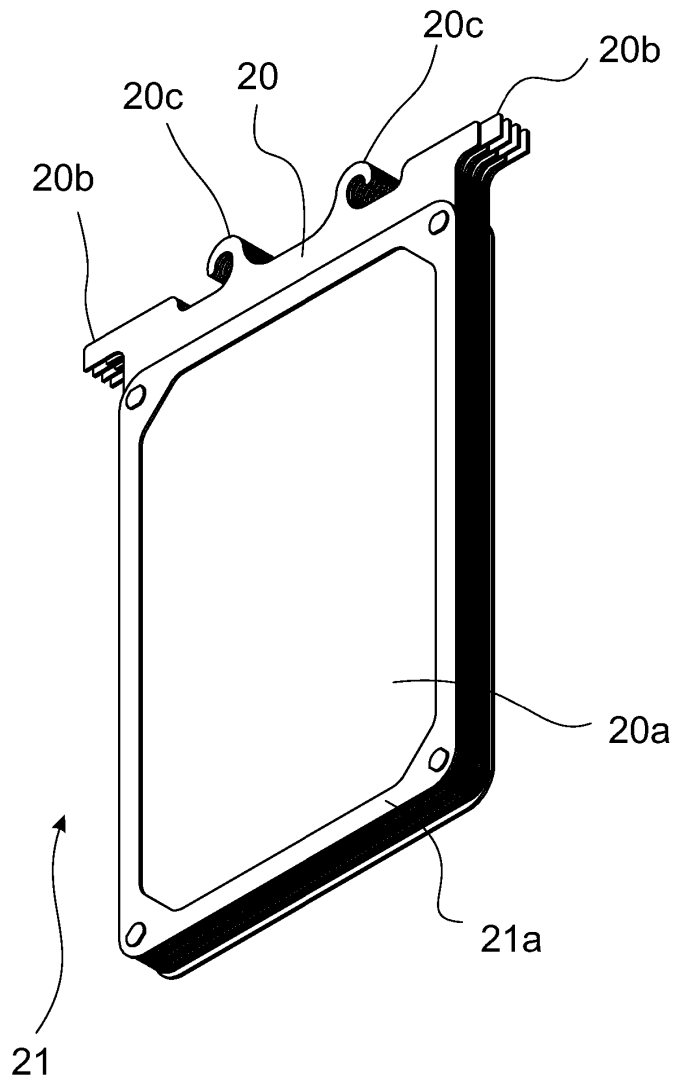


FIG 4