

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: **2 739 974**

51) Int. Cl.:

C02F 1/461 (2006.01)
C02F 1/46 (2006.01)
C02F 103/34 (2006.01)
C02F 103/30 (2006.01)
C02F 103/28 (2006.01)
C02F 103/16 (2006.01)
C02F 103/10 (2006.01)
C02F 103/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2016 PCT/FI2016/050904**
 87) Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17109284**
 96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2016 E 16823300 (5)**
 97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3393981**

54) Título: **Un reactor electroquímico para el tratamiento electroquímico del agua, un aparato de tratamiento de agua y uso de dicho reactor electroquímico**

30) Prioridad:

22.12.2015 FI 20155993

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

05.02.2020

73) Titular/es:

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

72) Inventor/es:

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

74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 739 974 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

Un reactor electroquímico para el tratamiento electroquímico del agua, un aparato de tratamiento de agua y uso de dicho reactor electroquímico

5 Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un reactor electroquímico para el tratamiento electroquímico del agua. De manera más particular, La presente invención se refiere a mejorar el flujo de agua dentro del reactor electroquímico. La presente invención se refiere adicionalmente a un aparato de tratamiento de agua y al uso de un reactor electroquímico en un aparato o método para el tratamiento electroquímico del agua.

Antecedentes de la invención

15 Se presenta un reactor electroquímico en, por ejemplo, la publicación US2013/0233703 A1, que desvela una disposición de reactor de electrocoagulación. El reactor tiene entradas para dirigir un flujo de agua al reactor, en el que el flujo de agua pasa a través de placas de electrodos cargadas que tratan el agua electroquímicamente. El flujo de agua se dirige posteriormente a las salidas para dirigir el flujo de agua fuera del reactor.

20 Otros reactores de electrocoagulación conocidos se encuentran en los documentos WO 2008/009973, EP 0 650 930 y WO 00/73215.

Breve descripción de la invención

25 Un objeto de la presente invención es proporcionar un reactor electroquímico para el tratamiento electroquímico del agua, dentro del cual, se han mejorado las características del flujo de agua del reactor electroquímico, contribuyendo así a varias ventajas. Otro objeto adicional es proporcionar un aparato de tratamiento de agua y el uso de un reactor electroquímico en un aparato o método para el tratamiento electroquímico del agua.

30 El reactor electroquímico de acuerdo con la invención se logra por lo que se establece en la reivindicación 1 independiente. De manera correspondiente, las realizaciones preferentes de la invención se desvelan en las reivindicaciones dependientes. El aparato de tratamiento de agua de acuerdo con la invención y el uso de un reactor electroquímico en un aparato o método para el tratamiento electroquímico del agua de acuerdo con la invención se logran por lo que se establece en las reivindicaciones independientes 6 y 7, respectivamente.

35 La invención se basa en la idea de que el flujo de agua se introduce en el reactor de tal manera que la dirección del agua posteriormente se desvía para fluir hacia la cámara del reactor, y además, a la salida. Esto se logra proporcionando una porción de entrada en la que se introduce el flujo de agua, permitiendo así controlar el flujo antes de que alcance la cámara del reactor.

40 Como se ha comentado anteriormente, siguen varias ventajas. En primer lugar, el flujo de agua que pasa por la pluralidad de placas de electrodo en la cámara del reactor se distribuye de manera más uniforme sobre las placas de electrodo porque el agua no puede fluir directamente desde la entrada a la cámara del reactor. Como resultado, las placas de electrodos se desgastan de manera más uniforme entre sí.

45 La divergencia del flujo de agua genera vórtices en la porción de entrada, es decir, un flujo turbulento que causa una distribución homogénea de partículas dentro del flujo. Esto, también, promueve el desgaste uniforme de las placas de electrodos, a medida que las partículas que pasan a través de las placas de electrodos se distribuyen de manera homogénea dentro del flujo que pasa por las placas de electrodo. Además, las sedimentaciones de sólidos dentro del reactor se reducen, ya que las partículas dentro del flujo de agua se distribuyen de manera homogénea y, por lo tanto, son menos propensas a acumularse en las superficies del reactor.

50 Generalmente, una placa de electrodo debe reemplazarse cuando se desgasta por encima de cierto grado. En consecuencia, a medida que las placas de los electrodos se desgastan más uniformemente entre sí, la mayoría o todas las placas de electrodos pueden reemplazarse simultáneamente sin la necesidad de desechar las placas de electrodos que aún se encuentran en condiciones operativas debido a un desgaste desigual.

60 El desgaste uniforme de las placas de electrodos es particularmente ventajoso cuando los electrodos se proporcionan como un módulo de electrodo porque todo el módulo tiene que ser reemplazado cuando cualquiera de las placas de electrodos en él se desgasta por encima de cierto grado. Por lo tanto, como las placas de electrodo se desgastan de manera uniforme, se consigue una vida útil más larga de un módulo de electrodos. En caso de utilizar múltiples módulos de electrodos, el desgaste uniforme permite que la mayoría o la totalidad de los módulos de electrodos se puedan reemplazar simultáneamente sin la necesidad de desechar los módulos de electrodos que aún están en condiciones operativas debido a un desgaste desigual.

65 En general, es preferible reemplazar varias placas de electrodos o módulos de electrodos a la vez, ya que se requiere

menos tiempo de inactividad debido al período de mantenimiento.

Breve descripción de los dibujos

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

La Fig. 1 ilustra una vista en perspectiva de un reactor electroquímico

10 La Fig. 2 ilustra una vista frontal en sección transversal de un reactor electroquímico de acuerdo con un aspecto de la invención, y

La Fig. 3 ilustra una vista lateral en sección transversal que representa un ejemplo general de dirección del flujo de agua dentro de la parte de entrada.

15 Descripción detallada de la invención

La Fig. 1 ilustra una vista en perspectiva de un reactor electroquímico 1. El reactor comprende una estructura de carcasa 3, que se apoya en una estructura de soporte separada 2. La estructura de carcasa forma una porción de entrada 4, una cámara del reactor 6 sobre la entrada 4 y porciones de salida 5 que se prolongan lateralmente desde la parte superior de la cámara del reactor 6.

La Fig. 2 ilustra una vista frontal en sección transversal del reactor electroquímico de la Fig. 1. En particular, la estructura interna de la estructura de carcasa 3 puede verse más claramente. La parte de entrada 4 está situada debajo de una cámara de reactor 6, en la que se alojan las placas de electrodos 7. Desde la parte superior de la cámara del reactor 6, los conductos laterales se prolongan a las partes de salida 5 en ambos lados de la cámara del reactor 6. Desde el nivel de los conductos que conectan la parte de salida 5 y la cámara del reactor 6, las partes de salida se prolongan hacia abajo. Por lo tanto, se proporciona una trayectoria de flujo desde la parte de entrada, a la cámara del reactor, en donde el flujo pasa a la placa de electrodos 7, y además, a las partes de salida.

La parte de entrada 4 está equipada con una entrada 4a para dirigir un flujo de agua a la parte de entrada 4, y una salida de drenaje 4b para permitir el drenaje del reactor electroquímico 1, por ejemplo durante el mantenimiento. La parte de entrada 4 también comprende una superficie de desviación 4c formada por una superficie interior curvada en la parte inferior de la parte de entrada 4.

La Fig. 3 ilustra una vista lateral en sección transversal del reactor electroquímico de la Fig. 1. En particular, se puede ver, que las placas de electrodo 7 se disponen como una pluralidad de módulos de electrodos dentro de la cámara del reactor. Además, la disposición de flujo dentro de la parte de entrada 4 se ilustra esquemáticamente mediante flechas. Un flujo de agua es conducido a la entrada 4a, desde donde se dirige lejos de las placas de electrodo 7 en la cámara del reactor, es decir, hacia la superficie de desviación 4c. La superficie de desviación 4c se desvía, es decir, diverge el flujo de agua dirigido hacia ella, de modo que el flujo de agua se dispersa y se mezcla en la parte de entrada 4, y además, se dirige hacia las placas de electrodos 7 en la cámara del reactor 6.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un reactor electroquímico 1 para el tratamiento electroquímico del agua. El reactor electroquímico comprende una estructura de carcasa 3 que define un espacio interior. La estructura de carcasa 3 puede, preferentemente, aunque no necesariamente, estar soportada por una estructura de soporte separada 2.

La estructura de carcasa comprende además una parte de entrada 4 que tiene una entrada 4a para dirigir un flujo de agua al espacio interior, y una cámara del reactor 6 en conexión de flujo con la parte de entrada 4. Preferentemente, aunque no necesariamente, la estructura de carcasa 3 también comprende una parte de salida 5 en conexión de flujo con la cámara del reactor 6 para dirigir el flujo de agua fuera del reactor electroquímico 1.

La cámara del reactor se dispone además para recibir una parte de la placa de al menos una placa de electrodos 7 para dirigir el flujo de agua a través de la al menos una placa de electrodos, en particular, el flujo de agua que viene de la parte de entrada 4

La entrada 4a se dispone de tal manera que el flujo de agua hacia el espacio interior se dirija lejos de la cámara del reactor 6 para que el flujo de agua se mezcle al forzar el flujo de agua a cambiar de dirección antes de entrar a la cámara del reactor 6. A medida que se desvía la dirección del flujo de agua, se generan los vórtices dentro del flujo de agua. Esto hace que el flujo de agua se disperse en la parte de entrada 4, dando como resultado una distribución uniforme del flujo en la cámara del reactor 6. En consecuencia, las partículas transportadas por el flujo de agua también se mezclan, dando como resultado una distribución uniforme de partículas dentro del flujo de agua.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, la parte de entrada 4 comprende una superficie de desviación 4c. En consecuencia, la entrada 4a se dispone de tal manera que el flujo de agua hacia el espacio interior

se dirige hacia la superficie de desviación 4c con el fin de hacer que el flujo de agua se desvíe cuando se encuentra con la superficie de desviación. Preferentemente, la superficie de desviación 4c se dispone opuesta a la conexión de flujo entre la parte de entrada 4 y la cámara del reactor 6. Esto obliga al flujo de agua a desviarse en una dirección opuesta a la dirección en la que se introduce desde la entrada 4a, dando como resultado una mezcla eficaz de las partículas en el flujo de agua.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, la superficie de desviación 4c es una superficie no plana.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, la superficie de desviación 4c es una superficie curva. El uso de una superficie curva mejora la generación de vórtices en el flujo de agua. Preferentemente, aunque no necesariamente, la superficie curva es cóncava hacia la entrada 4a, la cámara del reactor 6, o ambas. Proporcionar una superficie cóncava de este tipo permite que el flujo de agua corra a lo largo de toda la superficie, evitando de este modo la formación de puntos ciegos, en donde la velocidad de flujo local del flujo de agua es muy lenta, lo que provoca sedimentaciones de sólidos.

De acuerdo con un quinto aspecto, la superficie de desviación 4c, como se trató en relación con cualquiera de los aspectos anteriores, puede proporcionarse adecuadamente como superficie interior de la estructura de la carcasa 3. Más adecuadamente, la superficie de desviación 4c puede proporcionarse como superficie interior de la estructura de carcasa 3 en la parte de entrada 4. Más convenientemente, la superficie de desviación 4c puede proporcionarse como superficie interior de la estructura de la carcasa 3, durante su uso, en la parte inferior de la parte de entrada 4.

De acuerdo con un sexto aspecto de la presente invención, la entrada 4a está dispuesta para proporcionar, con un tiempo de retención deseado, un flujo turbulento dentro de la entrada 4a. Por ejemplo, el reactor electroquímico 1 puede diseñarse para funcionar con un tiempo de retención deseado, de tal manera que el volumen de fluido dentro del reactor electroquímico 1 se reemplaza durante un intervalo de tiempo dado. Como un ejemplo puramente ilustrativo, se puede desear que un reactor electroquímico que tenga un volumen de líquido de 100 litros funcione a un tiempo de retención de 0,5 horas, de tal manera que el fluido se reemplaza dos veces cada hora, dando como resultado un caudal de 200 litros/hora. En consecuencia, la entrada 4a puede estar dispuesta de manera que, con un tiempo de retención deseado, se genere un flujo turbulento dentro de la entrada 4a. En particular, el área de flujo eficaz de sección transversal, por ejemplo, un diámetro interno de un tubo, o la rugosidad de la superficie interna puede estar dispuesta de modo que proporcione un flujo turbulento con el tiempo de retención deseado. Una forma alternativa de crear un flujo turbulento dentro de la entrada 4a es proporcionar una estructura de boquilla de alimentación, para la entrada 4a. Por ejemplo, se pueden proporcionar uno o más orificios u otros obstáculos de flujo dentro de la entrada 4a.

De acuerdo con un séptimo aspecto de la presente invención, la entrada 4a está dispuesta para proporcionar un flujo turbulento dentro de la entrada 4a con un caudal preferentemente de 1-40 m³/h, más preferentemente de 5-20 m³/h, más preferentemente de 10-15 m³/h. En particular, el área de flujo eficaz de sección transversal, por ejemplo, un diámetro interior de un tubo, o la rugosidad de la superficie interna se puede disponer de manera que proporcione un flujo turbulento con el caudal de operación deseado. Una forma alternativa de crear un flujo turbulento dentro de la entrada 4a es proporcionar una estructura de boquilla de alimentación, para la entrada 4a. Por ejemplo, se pueden proporcionar uno o más orificios u otros obstáculos de flujo dentro de la entrada 4a.

De acuerdo con un octavo aspecto de la presente invención, la entrada 4a está posicionada a una distancia de entre 50 - 500 mm desde la superficie de desviación 4c. Más preferentemente, la entrada 4a está posicionada a una distancia de entre 75 - 350 mm desde la superficie de desviación 4c. De manera más preferente, la entrada 4a está posicionada a una distancia de entre 100 - 200 mm desde la superficie de desviación 4c. Se ha descubierto que una distancia particularmente adecuada entre la entrada 4a y la superficie de desviación 4c es aproximadamente 140 - 150 mm. Entre otros factores, la distancia entre la entrada 4a y la superficie de desviación 4c define la cantidad e intensidad de los vórtices generados, es decir, cuán turbulento es el flujo en la parte de entrada 4a. Generalmente, es deseable proporcionar un flujo parcialmente turbulento dentro de la parte de entrada 4, de modo que las partículas transportadas por el flujo de agua se mezclen y se distribuyan uniformemente, y el flujo de agua finalmente se calme, dando como resultado un flujo laminar que se logra en la cámara del reactor 6.

De acuerdo con un noveno aspecto de la presente invención, la entrada 4a está posicionada a una distancia entre 50 - 500 mm desde la al menos una placa de electrodos 7. Más preferentemente, la entrada 4a está posicionada a una distancia entre 75 - 350 mm desde la al menos una placa de electrodos 7. De manera más preferente, la entrada 4a está posicionada a una distancia entre 100 - 200 mm desde la al menos una placa de electrodos 7. Se ha descubierto que una distancia particularmente adecuada entre la entrada 4a y la al menos una placa de electrodos 7 es de aproximadamente 140 - 150 mm. Entre otros factores, la distancia entre la entrada 4a y la al menos una placa de electrodos 7 define la cantidad e intensidad de los vórtices generados, es decir, cuán turbulento es el flujo en la parte de entrada 4a. Generalmente, es deseable proporcionar un flujo parcialmente turbulento dentro de la parte de entrada 4, de modo que las partículas transportadas por el flujo de agua se mezclen y se distribuyan uniformemente, y el flujo de agua finalmente se calme, dando como resultado un flujo laminar que se logra en la cámara del reactor 6.

De acuerdo con un décimo aspecto de la presente invención, el flujo de agua se dirige lejos de la cámara del reactor

6 equipando la entrada 4a con una parte doblada orientada hacia afuera de la cámara del reactor 6. Preferentemente, la entrada 4a está provista de una porción doblada de 90 grados dispuesta para estar orientada hacia afuera de la cámara del reactor 6, adecuadamente hacia la superficie de desviación 4c. La parte doblada puede proporcionarse, por ejemplo, mediante un ajuste en ángulo tal como un ajuste de codo. La parte doblada de la entrada 4a puede estar provista de un área de flujo en sección transversal que aumenta hacia el extremo distal de la entrada 4a, es decir, una estructura difusora, para facilitar la expansión del flujo de agua dentro de la parte de entrada 4.

De acuerdo con un undécimo aspecto de la presente invención, el flujo de agua se dirige lejos de la cámara del reactor 6 al proporcionar a la entrada 4a una o más aberturas orientadas hacia afuera de la cámara del reactor. Preferentemente, la entrada 4a está provista como una sección tubular que tiene un extremo distal cerrado, que se prolonga de manera sustancialmente horizontal dentro de la parte de entrada 4 mientras está equipado con una o más aberturas que se encuentran alejadas de la cámara del reactor 6, adecuadamente hacia la superficie de desviación 4c.

De acuerdo con un duodécimo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de tratamiento de agua que tiene un reactor electroquímico 1 según cualquiera de los aspectos tratados anteriormente.

De acuerdo con un decimotercer aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de un reactor electroquímico 1 según cualquiera de los aspectos tratados anteriormente en un aparato o en un método para tratar el agua. El reactor electroquímico 1 es particularmente adecuado para el tratamiento de al menos una de las aguas residuales inorgánicas, como las aguas residuales de minería y de metales, las aguas residuales de la electrónica, las aguas residuales químicas, las aguas residuales de la industria automovilística y las aguas residuales orgánicas, como aguas residuales de alimentos y bebidas, las aguas residuales de textil y ropa, las aguas residuales de pulpa y papel, las aguas residuales domésticas y las aguas residuales agrícolas

El reactor electroquímico 1 puede, por ejemplo, ser utilizado para el tratamiento de agua procedente de la pulpa y el papel, de la industria química, de la industria electrónica y del automóvil, de industria textil y de la confección.

El reactor electroquímico 1 puede, por ejemplo, ser utilizado para el tratamiento de aguas residuales domésticas, el tratamiento de aguas residuales municipales y/o el tratamiento de agua potable municipal.

Cabe destacar, que los aspectos tratados anteriormente pueden combinarse para lograr los resultados deseados sin desviarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones 1-7.

Es evidente para un experto en la materia que a medida que la tecnología avanza, La idea básica de la invención se puede implementar de varias maneras. La invención y sus realizaciones, por lo tanto, no están restringidas a los ejemplos anteriores, pero pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un reactor electroquímico (1) para el tratamiento electroquímico del agua, que comprende una estructura de carcasa (3) que define un espacio interior, comprendiendo adicionalmente dicha estructura:
- una parte de entrada (4) que comprende una entrada (4a) para dirigir un flujo de agua al espacio interior;
 - una cámara del reactor (6) en conexión de flujo con la parte de entrada (4), y con una parte de salida (5), estando dispuesta la cámara del reactor para recibir partes de placa de placas de electrodo (7) para dirigir el flujo de agua a través de dichas placas de electrodos (7),
- en donde las placas de electrodos (7) están dispuestas como una pluralidad de módulos de electrodos dentro de la cámara del reactor (6),
- en donde la entrada (4a) está dispuesta de tal manera que el flujo de agua hacia el espacio interior se dirija lejos de la cámara del reactor (6) para que el flujo de agua se mezcle al forzar el flujo de agua a cambiar de dirección antes de entrar a la cámara del reactor (6),
- en donde la parte de entrada (4) está dispuesta debajo de la cámara del reactor (6), y
- en el que la parte de entrada (4) comprende una superficie de desviación (4c), opuesta a la conexión de flujo entre la parte de entrada (4) y la cámara del reactor (6), estando dispuesta la entrada (4a) de modo que el flujo de agua al espacio interior se dirija hacia la superficie de desviación (4c), lejos de las placas de electrodos 7 en la cámara del reactor,
- caracterizado por que la superficie de desviación (4c) es una superficie curva, cóncava hacia la entrada (4a), y se proporciona como una superficie interna de la estructura de la carcasa (3), durante su uso, en la parte inferior de la parte de entrada (4), en la que la entrada (4a) se coloca a una distancia de entre 50 y 500 mm, desde la superficie de desviación (4c), y a una distancia de entre 50 - 500 mm de las placas de electrodos (7), y
- donde la entrada (4a) está equipada con uno o ambos de
- una parte doblada orientada hacia afuera de la cámara del reactor (6) para dirigir el flujo de agua fuera de la cámara del reactor (6), o
 - una o más aberturas que se encuentran alejadas de la cámara del reactor (6) para dirigir el flujo de agua hacia la cámara del reactor (6).
2. El reactor electroquímico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la entrada (4a) está dispuesta para proporcionar un flujo turbulento dentro de la entrada (4a) con un tiempo de retención deseado.
3. El reactor electroquímico (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la entrada (4a) está dispuesta para proporcionar un flujo turbulento dentro de la entrada (4a) con un caudal preferentemente de 1-40 m³/h, más preferentemente de 5-20 m³/h, más preferentemente de 10-15 m³/h
4. El reactor electroquímico (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la entrada (4a) está situada a una distancia de entre 75 y 350 mm, y preferentemente a una distancia de entre 100 - 200 mm de la superficie de desviación (4c).
5. El reactor electroquímico (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la entrada (4a) está situada a una distancia de entre 75 - 350 mm, y preferentemente a una distancia de entre 100 - 200 mm de las placas de electrodos (7).
6. Un aparato de tratamiento de agua, caracterizado por que el aparato comprende un reactor electroquímico (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
7. Uso del reactor electroquímico (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5 en un aparato o en un método para tratar al menos una de las aguas residuales inorgánicas y las aguas residuales orgánicas.

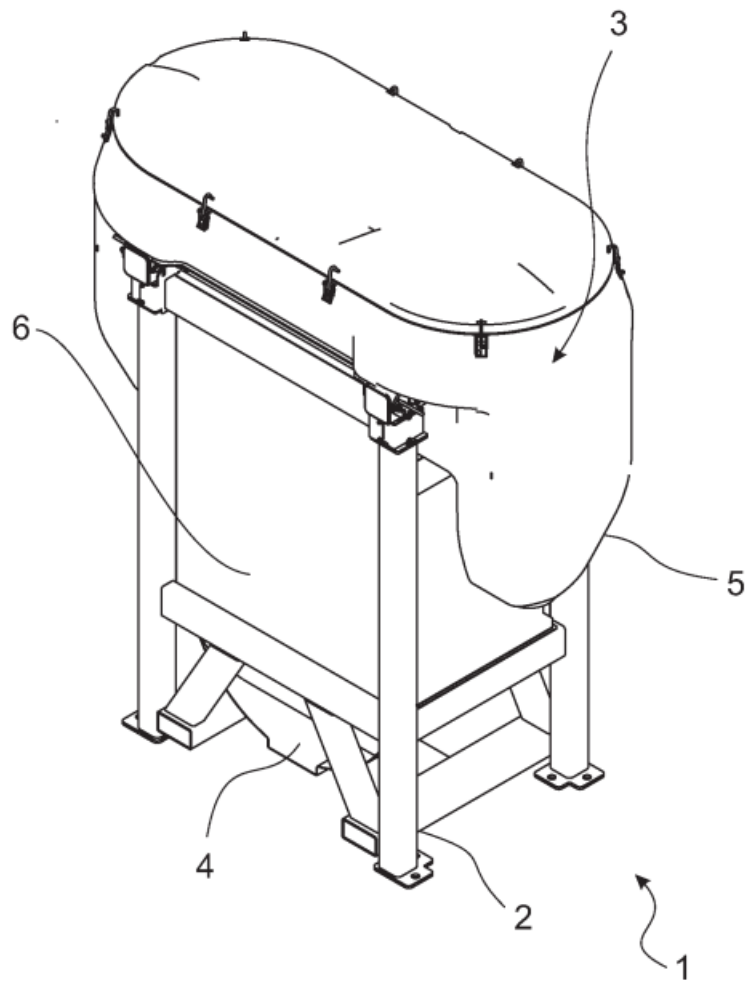


FIG 1

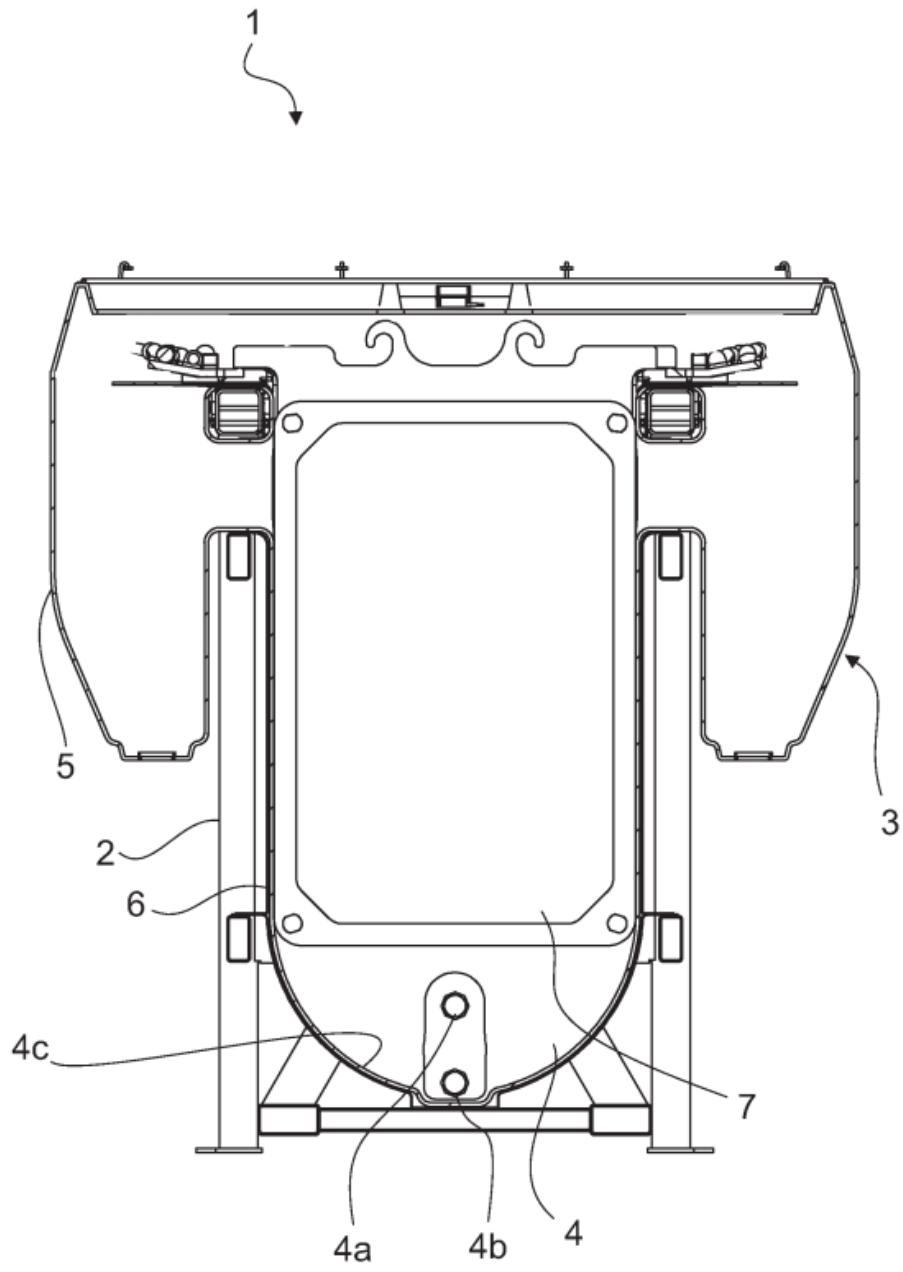


FIG 2

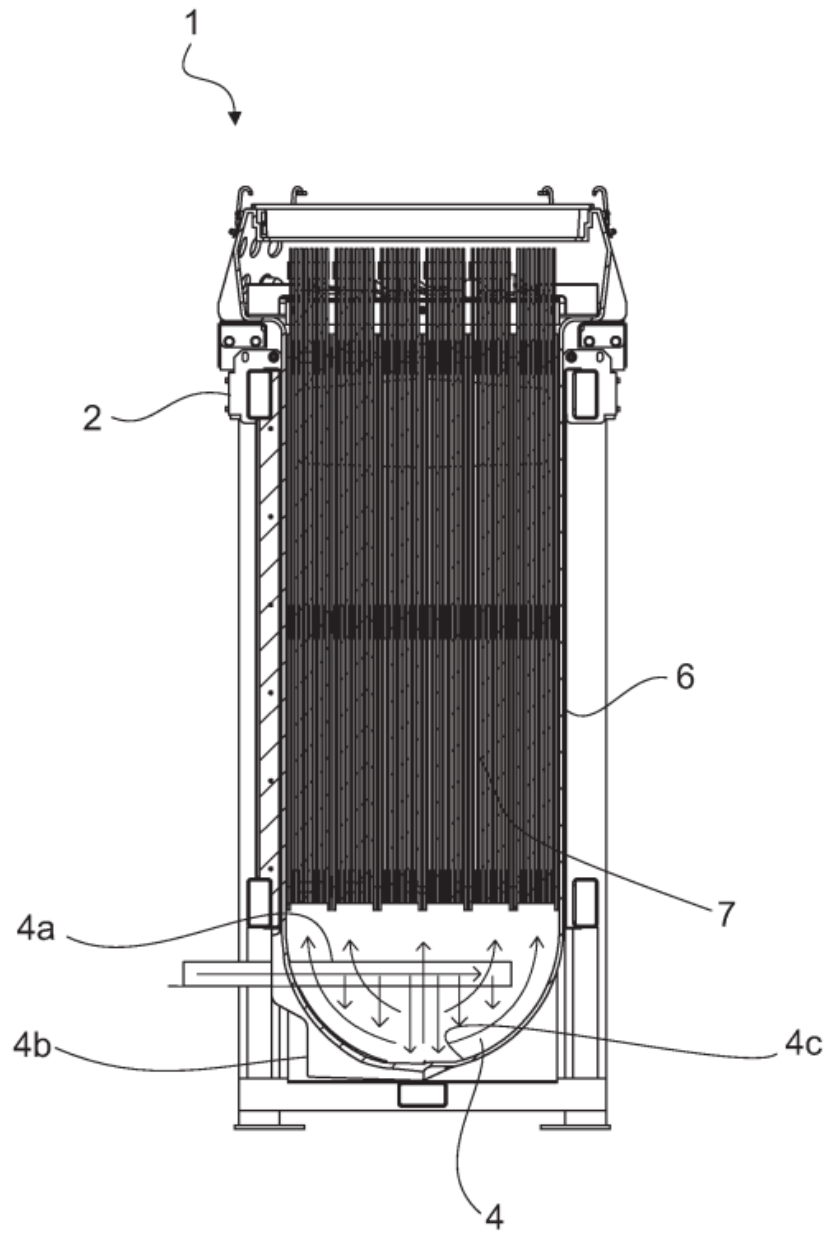


FIG 3