

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 677**

51 Int. Cl.:

C25B 1/24 (2006.01)

C25B 9/20 (2006.01)

C25B 9/06 (2006.01)

C25B 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2016 PCT/EP2016/058021**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16169813**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2016 E 16715571 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 3286356**

54 Título: **Conjunto de electrodo, electrolizador y uso de estructuras de electrodo**

30 Prioridad:

20.04.2015 EP 15164303
20.04.2015 EP 15164309

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.11.2019

73 Titular/es:

INEOS TECHNOLOGIES SA (100.0%)
Avenue des Uttins 3, Rolle
1180 Vaud, CH

72 Inventor/es:

SHANNON, GARY MARTIN y
REVILL, BRIAN KENNETH

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 731 677 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

Conjunto de electrodo, electrolizador y uso de estructuras de electrodo

5 La presente invención se refiere a un conjunto de electrodo, un uso de estructuras y un electrolizador que utiliza dichos conjuntos/estructuras, en particular, pero no exclusivamente, para su uso en la electrólisis de cloruros de metales alcalinos.

10 Electrolizadores bipolares son conocidos en la técnica, como se describe por ejemplo en el documento GB 1581348 o en el documento US 6761808.

15 Electrolizadores bipolares para su uso en la electrólisis de soluciones acuosas de cloruro de metal alcalino pueden comprender un módulo de electrodo que comprende un ánodo que se encuentra adecuadamente en forma de una placa o malla de un metal formador de películas, por lo general titanio que lleva un recubrimiento electrocatalíticamente activo, por ejemplo un óxido metálico del grupo del platino, y un cátodo que se encuentra adecuadamente en forma de una placa o malla perforada de metal, usualmente níquel o acero dulce. El ánodo y el cátodo están separados por un separador, normalmente una membrana, para formar un módulo.

20 En un electrolizador modular comercial, una multiplicidad de tales módulos se coloca en secuencia con el ánodo de un módulo bipolar al lado del cátodo y eléctricamente conectado al mismo de un módulo bipolar adyacente.

25 En funcionamiento, un electrolizador del tipo bipolar resulta ventajoso manejarlo con una distancia lo más pequeña posible entre el ánodo y el cátodo (el hueco de ánodo/cátodo) con el fin de mantener las pérdidas óhmicas, y por ende, la tensión de celda a un mínimo.

30 Otro tipo de electrolizador bipolar es un denominado "electrolizador de filtroprensa", como se describe por ejemplo en el documento GB 1595183. En estos electrolizadores, se forman unidades de electrodo bipolar que comprenden una estructura de ánodo y una estructura de cátodo que están conectadas eléctricamente entre sí. Las unidades de electrodo bipolar se conectan entonces a las unidades adyacentes de electrodo bipolar a través de un separador y medios de sellado entre bridas de las unidades adyacentes, y las unidades se comprimen entre sí para formar un electrolizador de filtroprensa.

35 El documento US 6761808 describe una estructura de electrodo que comprende una cubeta con un rebaje abombado y una brida para soportar una junta capaz de estanqueizar un separador entre la superficie de un ánodo y un cátodo. El rebaje abombado tiene salientes que se acoplan con salientes en una estructura de electrodo adyacente. Estas estructuras de electrodo pueden ser ensambladas en módulos de electrolizador o unidades de electrodo bipolar, y luego se combinan adicionalmente para formar electrolizadores modulares o electrolizadores de filtroprensa.

40 Las estructuras de ánodo y de cátodo en un electrolizador bipolar comprenden entradas independientes para un líquido que va a ser electrolizado y salidas para gases emitidos. Como se muestra en el documento US 6761808, las salidas pueden ser proporcionadas como colectores de salida en una zona sin electrólisis por encima del compartimento de electrólisis en la estructura de electrodo. Debido a que se proporcionan fuera del compartimento de electrólisis en la estructura de electrodo, tales salidas pueden ser denominadas como "colectores de salida externos".

45 El documento CA892733 se refiere a un aparato de electrólisis. En este documento se describe la presencia de colectores internos para tanto las zonas del anolito como del catolito que se comunican respectivamente con los colectores externos para cada uno de los conjuntos de zonas. Los colectores de salida en este documento son, por lo tanto, colectores internos, mientras que los colectores externos como se ha descrito son colectores de recogida que recogen los productos procedentes de múltiples colectores de salida.

50 El documento US 3463722 describe un colector externo cónico que es perpendicular a las diferentes cámaras de electrólisis y recoge productos procedentes de cada una. Como se muestra en las figuras 4 o 12-16, cada celda tiene un colector de salida interno distinto que se comunica con el colector de recogida externo común.

55 El documento US 2006/108215 describe un reactor electroquímico de microcanal donde se estrechan los colectores internos.

60 El documento US 2004/118677 describe un electrolizador filtroprensa para la electrólisis del agua que tiene un colector interno cónico.

Se ha descubierto ahora que un conjunto de electrodo mejorado puede ser obtenido proporcionando uno entre el ánodo y el cátodo con un colector de salida externo al mismo tiempo que proporciona el otro con un colector de salida interno.

65 Por lo tanto, en un primer aspecto, la presente invención proporciona un conjunto de electrodo como se define en la reivindicación 1.

El primer aspecto de la presente invención se refiere a un conjunto de electrodo que comprende una estructura de ánodo y una estructura de cátodo. Como se utiliza en esta invención, la expresión "conjunto de electrodo" significa un conjunto de una única estructura de ánodo y una única estructura de cátodo. La expresión "conjunto de electrodo" abarca tanto unidades de electrodo bipolar como módulos de electrodo en función de cómo estén conectados el ánodo y el cátodo.

Para ayudar en la comprensión de este tipo de estructuras y de la presente invención, las siguientes definiciones adicionales se aplican generalmente en esta invención:

"unidad de electrodo bipolar" es un conjunto de electrodo que comprende una estructura de ánodo y una estructura de cátodo que están conectadas eléctricamente entre sí. Las unidades de electrodo bipolar pueden estar conectadas a las unidades adyacentes de electrodo bipolar a través de un separador y medios de sellado entre bridas de las unidades adyacentes para formar un electrolizador de filtro prensa.

"módulo de electrodo" es un conjunto de electrodo que comprende una estructura de ánodo y una estructura de cátodo que están separadas por un separador entre las respectivas bridas. El módulo de electrodo está provisto de un medio de sellado para lograr un sellado estanco a los líquidos y a los gases entre el separador y las respectivas bridas. Los módulos de electrodo pueden estar conectados eléctricamente a los módulos de electrodo adyacentes para formar un electrolizador modular.

"estructura de electrodo" significa una única estructura de cátodo o una única estructura de ánodo. Como se define en esta invención, cada estructura de electrodo comprende una brida, un compartimento de electrólisis, un colector de entrada y salida. "electrolizador", cuando se utiliza por sí mismo, significa un electrolizador de filtro prensa o un electrolizador modular.

"colector de recogida del electrolizador" es un volumen que recoge los gases emitidos durante una electrólisis desde las salidas de los múltiples colectores de salida, y los pasa a un procesamiento posterior. Un electrolizador puede tener un único colector de recogida del electrolizador o múltiples colectores de recogida del electrolizador, pero siempre hay significativamente menos colectores de recogida del electrolizador que estructuras de electrodo.

"colector de suministro del electrolizador" es un volumen que suministra líquido que se va a electrolizar a las entradas de múltiples estructuras de electrodo, tales como a las entradas de múltiples colectores de entrada cuando está presente. Un electrolizador puede tener un único colector de suministro del electrolizador o múltiples colectores de suministro del electrolizador, pero siempre hay significativamente menos colectores de suministro del electrolizador que estructuras de electrodo.

"compartimento de electrólisis" es un volumen dentro de la estructura de electrodo que contiene un electrodo y que en uso contiene un líquido a electrolizar. "electrodo", cuando se utiliza por sí mismo, se refiere a la placa o malla electroconductora hallada en el compartimento de electrólisis de una estructura de electrodo. Lo mismo se aplica a los términos "ánodo" y "cátodo" cuando se utilizan por sí mismos.

"colector de salida externo" significa un volumen de salida por el que los gases emitidos salen durante una electrólisis de la estructura de electrodo y que está proporcionado en la estructura de electrodo en el exterior del compartimento de electrólisis.

"electrolizador de filtro prensa" significa una pluralidad de unidades de electrodo bipolar conectadas, estando las unidades de electrodo bipolar adyacentes conectadas a través de un separador y medios de sellado entre bridas en las unidades adyacentes. "entrada", como se utiliza en esta invención, se refiere a la entrada por la que el líquido que se va a electrolizar entra en una estructura de electrodo. Cada estructura de electrodo tendrá al menos una entrada. Las entradas preferidas están en forma de "colectores de entrada". Las entradas de múltiples estructuras de electrodo del mismo tipo (ánodo o cátodo) se pueden suministrar en uso a partir de un colector de suministro del electrolizador.

"colector de entrada", como se utiliza en esta invención, significa un volumen de entrada que forma parte de una estructura de electrodo individual por la cual el líquido a electrolizar entra en el compartimento de electrólisis de la estructura de electrodo. El colector de entrada es generalmente un volumen extendido que se alinea en paralelo con el eje horizontal largo de la estructura de electrodo. Las entradas de los colectores de entrada de múltiples estructuras de electrodo del mismo tipo (ánodo o cátodo) se pueden suministrar en uso a partir de un colector de suministro del electrolizador común.

"colector de salida interno" significa un volumen de salida por el que los gases emitidos salen durante una electrólisis de la estructura de electrodo y que está proporcionado en la estructura de electrodo en el interior del compartimento de electrólisis.

"electrolizador modular" significa una pluralidad de módulos de electrodo conectados.

5 "colector de salida", como se utiliza en esta invención, significa un volumen de salida que está proporcionado en una estructura de electrodo individual y por el que los gases emitidos salen durante una electrólisis de la estructura de electrodo. Cada estructura de electrodo en un electrolizador tendrá un colector de salida. El colector de salida de una estructura de electrodo particular puede ser interno o externo.

"reacondicionamiento", como se utiliza en esta invención, se refiere a la reparación, recubrimiento y/o reemplazo de la totalidad o parte de un electrodo.

10 "medios de sellado" son estructuras fabricadas de sustancias químicamente resistentes, aislantes, compresibles, tales como juntas, diseñadas para ser comprimidas entre una brida y un separador para lograr un sellado estanco a los líquidos y a los gases.

15 "separador" se utiliza para referirse a los medios que se sitúan entre el ánodo en una estructura de ánodo y el cátodo en una estructura de cátodo adyacente al tiempo que proporciona una separación de fluido entre los respectivos compartimentos de electrólisis de dichas estructuras de ánodo y cátodo. El separador es preferentemente una membrana electroconductora, tal como una membrana de intercambio iónico.

20 Cada estructura de electrodo comprende una brida que puede interactuar con una brida en otra estructura de electrodo para mantener un separador entre las dos. En general, la brida soporta una junta que tiene la capacidad de estanqueizar el separador entre un ánodo y un cátodo adyacente en un módulo de electrodo o entre unidades de electrodo bipolar en un electrolizador de filtroprensa.

25 Si bien las características preferidas y ventajosas más específicas de la presente invención se describen adicionalmente más adelante, aparte de los requisitos en los respectivos colectores en la presente invención, las estructuras de electrodo son en líneas generales preferentemente como se definen en el documento US 6761808.

30 Como se describe en el documento US 6761808, tal estructura permite huecos de ánodo/cátodo muy pequeños o incluso inexistentes a utilizar sin producir ningún daño al separador, y minimiza la resistencia eléctrica mediante el uso de una longitud de vía de transporte de corriente perpendicular corta entre los electrodos y los materiales de baja resistencia para casi la longitud completa de la vía de transporte de corriente perpendicular y que proporciona una excelente distribución de corriente en toda la zona de electrodo. La estructura de electrodo permite tanto el flujo horizontal como vertical de licores en ella ayudando a la circulación y mezcla de los mismos y ha mejorado la rigidez y la resistencia que permite que se logre una menor tolerancia en una construcción de celda, y también es de construcción sencilla y fácil de fabricar.

35 Por ejemplo, cada estructura de electrodo comprende una cubeta con un rebaje abombado, donde la brida está alrededor de la periferia de la cubeta, y un electrodo espaciado de la cubeta.

40 Cada estructura de electrodo comprende un compartimento de electrólisis, que es un volumen dentro de la estructura de electrodo que contiene un electrodo y que en uso contiene un líquido a electrolizar. En uso de una estructura de electrodo que comprende una cubeta con un rebaje abombado donde la brida está alrededor de la periferia de la cubeta, el compartimento de electrólisis es el volumen formado por una cubeta en un lado, y por un separador mantenido entre el electrodo y un electrodo adyacente en el otro lado. En particular, la brida puede soportar una junta que tiene la capacidad de estanqueizar el separador entre el ánodo de una estructura de ánodo y el cátodo de una estructura de cátodo de tal manera que el ánodo sea sustancialmente paralelo y está orientado al cátodo pero que esté espaciado del mismo por el separador y las estructuras de electrodo sean herméticamente estancas con respecto al separador en la brida.

50 Las juntas para estanqueizar el separador entre las bridas son generalmente como se conoce en la técnica. Pueden ser diferentes en las estructuras del ánodo y del cátodo, pero normalmente están fabricadas de un material adecuado con una resistencia química y propiedades físicas apropiadas, tales como resina de EPDM plastificado. Cuando un material no tiene una combinación de resistencia química y propiedades físicas adecuadas, una junta fabricada de material con propiedades físicas adecuadas puede estar provista de un revestimiento químicamente resistente, por ejemplo fabricada de PTFE, en su borde interno.

60 La junta puede encontrarse en forma de un marco, preferentemente continuo, de modo que cuando dos juntas están dispuestas a cada lado de un separador y una carga aplicada a las mismas a través de las cubetas herméticas se efectúa el sellado del módulo.

La junta puede contener orificios para albergar pernos de sellado.

65 El separador es preferentemente una membrana de intercambio iónico sustancialmente impermeable a electrolitos. No obstante, no se excluye la posibilidad de que pueda ser un diafragma permeable a electrolitos poroso. Membranas permselectivas iónicas para la producción de clor/álcali son bien conocidas en la técnica. La membrana es preferentemente un material polimérico que contiene flúor que contiene grupos aniónicos. Preferentemente es un

polímero que contiene un grupo aniónico que contiene todos los enlaces C-F y no C-H. Como ejemplos de grupos aniónicos adecuados pueden mencionarse PO_3^{2-} , $-\text{PO}_2^{2-}$, o preferentemente $-\text{SO}_3^-$ o $-\text{COO}^-$.

5 La membrana puede estar presente como una película mono- o multicapas. Puede ser reforzada al ser laminada o recubierta en una tela tejida o lámina microporosa. Además, puede recubrirse en uno o ambos lados con un recubrimiento de particulados químicamente resistente para mejorar la humectación y la liberación de gases. Cuando una membrana que lleva un recubrimiento superficial se emplea en aplicaciones de clorálcali, el recubrimiento superficial se forma normalmente a partir de un óxido metálico inerte al entorno químico, por ejemplo, zirconia.

10 Las membranas adecuadas para aplicaciones de clorálcali se venden, por ejemplo, con los nombres comerciales "Nafion" de The Chemours Company LLC (una subsidiaria de E I Du Pont de Nemours and Company), "Flemion" de the Asahi Glass Co. Ltd. y "Aciplex" de the Asahi Kasei Co. Ltd.

15 El electrodo es una placa o malla electroconductora formada o perforada. En funcionamiento, la electrólisis se lleva a cabo en el electrodo. Preferentemente, el electrodo se recubre con un recubrimiento electrocatalítico para facilitar la electrólisis a tensiones inferiores. Los electrodos pueden ser ánodos o cátodos en función de si la reacción electroquímica que están promoviendo es oxidativa o reductora.

20 El rebaje abombado puede tener salientes que permiten que una estructura de electrodo se acople a una estructura de electrodo adyacente. Los salientes en el rebaje abombado están espaciados preferentemente entre sí en una primera dirección y en una dirección transversal a la primera dirección.

25 El rebaje y los salientes preferidos en la presente invención son en líneas generales como se definen en el documento US 6761808. Por ejemplo, preferentemente, el rebaje abombado de uno entre la estructura de ánodo y la estructura de cátodo está provisto de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el exterior y el otro entre la estructura de ánodo y la estructura de cátodo está provisto de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el interior, estando los salientes de tal modo que los salientes que sobresalen hacia el exterior pueden acoplarse con los salientes que sobresalen hacia el interior en una estructura de electrodo adyacente o módulo de electrodo en un electrolizador modular. ("Hacia el interior", como se utiliza en este contexto, se refiere a los salientes que sobresalen del rebaje en el compartimento de electrólisis, mientras que "hacia el exterior" se refiere a salientes que sobresalen del rebaje fuera del compartimento de electrólisis).

35 Preferentemente, la estructura de cátodo comprende un rebaje abombado provisto de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el exterior y la estructura de ánodo comprende un rebaje abombado provisto de salientes que sobresalen hacia el interior.

40 Los salientes en el rebaje abombado están espaciados preferentemente entre sí en una primera dirección y en una dirección transversal a la primera dirección. Más preferentemente, los salientes están espaciados simétricamente. Por ejemplo, pueden espaciarse por una misma distancia en una primera dirección, y espaciarse por una misma distancia, que puede ser idéntica, en una dirección transversal, por ejemplo sustancialmente en ángulos rectos, a la primera dirección. Preferentemente, el espaciado de los salientes es el mismo en ambas direcciones.

45 Preferentemente, cada saliente en un rebaje abombado está electroconductivamente conectado a un miembro eléctricamente conductor de modo que los salientes proporcionan numerosos puntos de suministro de corriente, mejorando por ende, la distribución de corriente a través de la cubeta que da lugar a una tensión inferior, a un menor consumo eléctrico y a vidas de separador y recubrimiento de electrodo más largas.

50 Los salientes en el rebaje abombado pueden tener diversas formas, por ejemplo, de cúpula, de cuenco, cónica o troncocónica. La forma preferida en la presente invención es troncoesférica. Tales salientes son sencillos de fabricar al tiempo que proporcionan una mejor resistencia a la presión.

En la presente invención, hay en general aproximadamente 20-200, preferentemente 60-120 salientes/metro cuadrado en el rebaje abombado de la cubeta de la estructura de electrodo.

55 La altura de los salientes del plano en la base del rebaje abombado puede estar por ejemplo en el intervalo de 0,5-8 cm, preferentemente 1-4 cm, dependiendo de la profundidad de la cubeta. La distancia entre los salientes adyacentes en la placa rebajada puede ser por ejemplo de 1-30 cm de centro a centro, preferentemente 5-20 cm. Las dimensiones de la estructura de electrodo en la dirección del flujo de corriente están preferentemente en el intervalo de 1-6 cm, medidas a partir del electrodo al plano en la base del rebaje abombado, con el fin de proporcionar vías de corriente cortas que aseguran caídas de baja tensión en la estructura de electrodo sin el uso de elaborar dispositivos de transporte de corriente.

65 La entrada para un líquido según la presente invención puede ser cualquier entrada, por ejemplo uno o más tubos. En general reside en la parte inferior de la estructura de electrodo. Por ejemplo, puede proporcionarse en el fondo de la estructura de electrodo que se extiende longitudinalmente a lo largo de la anchura de la estructura de un lado de la misma al otro, para permitir que el líquido se cargue en ello. Cuando el electrolizador bipolar modular se utiliza para

electrólisis de salmuera, la entrada permite que se cargue cáustico en la estructura de cátodo y que se cargue salmuera en la estructura de ánodo. Los puertos pueden estar espaciados a lo largo de la longitud de una entrada para mejorar la distribución de suministro de líquido a través de la anchura de la estructura de electrodo. El número de puertos para cualquier aplicación particular puede ser calculado con facilidad por el experto en la materia.

5 Los gases emitidos se descargan de las estructuras de electrodo a través de un colector de salida. Aunque los colectores de salida se definen en esta invención en relación con gases emitidos durante una electrólisis, el líquido/licor agotado también se descarga generalmente a través del colector de salida con los gases emitidos. En el colector de salida, la separación de gas/líquido se produce de tal manera que el gas y el líquido pueden recuperarse por separado.
10 Las corrientes de gas y líquido dejan el colector de salida a través de uno o más puertos de salida, preferentemente un puerto de salida, más preferentemente dispuestas en uno de sus extremos.

15 Las corrientes de gas y líquido salen generalmente del colector de salida en un colector de recogida del electrolizador, que las pasa a un procedimiento posterior. Las salidas de los colectores de salida de múltiples estructuras de electrodo del mismo tipo (ánodo o cátodo) se pueden unir en uso a un colector de recogida del electrolizador común. Un electrolizador puede tener un único colector de recogida del electrolizador o múltiples colectores de recogida del electrolizador, pero siempre hay significativamente menos colectores de recogida del electrolizador que estructuras de electrodo. Para evitar cualquier tipo de dudas, como se define en esta invención, un colector de salida es una característica separada y distinta de un colector de recogida del electrolizador, en buena parte porque cada estructura de electrodo comprende un colector de salida individual, mientras que un único colector de recogida del electrolizador recoge gas procedente de múltiples estructuras de electrodo.
20

Otro punto de distinción que se plantea constituye la orientación de los colectores de salida y los colectores de recogida.
25

En particular, cada colector de salida según la presente invención es generalmente un volumen extendido que se alinea en paralelo con el eje horizontal largo de la estructura de electrodo. Esto permite que el colector de salida se comuniquen (y por lo tanto elimine el gas emitido y el líquido agotado) en múltiples puntos a lo largo de la longitud de la estructura de electrodo, que proporciona una eliminación más eficaz.
30

En cambio, un colector de recogida del electrolizador se alinea generalmente en una dirección perpendicular a los ejes horizontales largos de estructuras de electrodo individuales ya que su objetivo es recoger el gas emitido (y líquido) de los múltiples colectores de las múltiples estructuras de electrodo.
35

En la presente invención, el colector de salida en uno entre la estructura de ánodo y la estructura de cátodo es un colector de salida externo y el colector de salida en el otro entre la estructura de ánodo y la estructura de cátodo es un colector de salida interno.
40

Para evitar cualquier tipo de dudas, mientras que un conjunto de electrodo como se reivindica comprende una estructura de electrodo con un colector de salida externo y una estructura de electrodo con un colector de salida interno, las estructuras de electrodo individuales comprenden preferentemente solo un colector de salida interno como se define en esta invención o solo un colector de salida externo como se define, pero ninguno de los dos colectores de salida internos y externos en el mismo electrodo.
45

En la presente invención "colector de salida interno" se refiere a un volumen de salida proporcionado en el interior de la estructura de electrodo del compartimento de electrólisis. Los colectores de salida internos son generalmente menos costosos de fabricar ya que necesitan menos metal. Es más, las estructuras de electrodo con colectores de salida internos tienen la ventaja de una clasificación superior de presión, y un funcionamiento a una presión superior permite una tensión más baja. El tubo colector de salida interno se ubica preferentemente en la parte superior o cerca de la misma del compartimento de electrólisis. Preferentemente, la parte superior del tubo colector de salida interno reside por debajo del nivel superior de la brida en la estructura de electrodo. El tubo colector de salida interno se comunica generalmente con la zona de electrólisis a través de una o más aperturas o ranuras de salida. Preferentemente, durante la electrólisis, la mezcla de gas/líquido obtenida por la electrólisis fluye hacia arriba a través del compartimento de electrólisis y luego se derrama horizontalmente desde la parte superior de la zona de electrólisis en el tubo colector de salida interno a través de una o más aperturas o ranuras de salida entre la parte superior de la pared del tubo colector de salida y la parte superior del compartimento de electrólisis.
50
55

La mezcla de gas/líquido se separa rápidamente en el tubo colector de salida interno, que se extiende preferentemente a lo largo de sustancialmente la anchura completa de la estructura de electrodo.
60

El colector de salida interno tiene preferentemente una sección transversal generalmente rectangular. La altura y la anchura de las aperturas o ranuras de salida y la zona de sección transversal del colector de salida se pueden seleccionar a tenor de, entre otras cosas, la densidad de corriente, la zona de electrodo y la temperatura, de tal manera que se ajustan dentro de la profundidad del compartimento de electrólisis, proporcionando espacio suficiente para que licores y gases circulen libremente en el mismo en el propio colector para asegurar que se mantiene el flujo de gas/líquido estratificado a lo largo del tubo colector, preferentemente con una interfaz fluida.
65

5 El colector de salida interno puede tener una o más dimensiones de profundidad discretas, en función de su forma. Normalmente, la profundidad máxima del colector de salida interno está comprendida entre 30 %-85 % de la profundidad del compartimento de electrólisis, más preferentemente entre 50 %-70 % de la profundidad del compartimento de electrólisis. La altura del colector de salida interno se especifica a fin de lograr la zona de sección transversal requerida para la forma y profundidad del colector de salida. ("Profundidad", como se utiliza en este contexto, se mide a lo largo de un eje que es perpendicular al plano de la pared de fondo de la cubeta de electrodo, mientras que "altura" se mide a lo largo de un eje en el plano de la pared de fondo de la cubeta de electrodo que es vertical cuando la cubeta está en funcionamiento). (La tercera dimensión es "anchura" y se mide a lo largo de un eje en el plano de la pared de fondo de la cubeta de electrodo que está horizontal cuando la cubeta se mide en funcionamiento).

15 Las aperturas o ranuras de salida se diseñan para asegurar que la fase gaseosa se disperse como burbujas en una fase líquida continua en el compartimento de electrólisis y a través de las ranuras de salida sin separación o agitación de gas prematura. La altura de la ranura de salida es normalmente de 2-20 mm, preferentemente 5-10 mm. Cuando se proporciona más de una ranura de salida, se dispersan preferentemente de manera uniforme a través de la anchura del compartimento de electrólisis. Preferentemente, la longitud total de la ranura o ranuras de salida es superior a 70 % de la anchura del compartimento de electrólisis, más preferentemente superior a 90 %. Lo más preferentemente, una única ranura de salida se proporciona al extender la anchura completa (100 %) del compartimento de electrólisis.

20 El colector de salida interno se comunica preferentemente con la tubería externa a través de un único orificio.

25 El uso de un colector de salida externo en uno de los electrodos tiene la ventaja de que la región superior del compartimento de electrólisis puede mantenerse "lleno de líquido" y por ende el daño al separador causado por la formación de un espacio gaseoso adyacente del separador en la región superior del compartimento de electrólisis se reduce, y a menudo se elimina.

30 Además, ya que los respectivos gases no se recogen en la parte superior del compartimento de electrólisis a ambos lados del separador, la invención elimina cualquier riesgo de gas de un lado al filtrarse al otro. Por ejemplo, con hidrógeno y cloro esto podría dar lugar al riesgo de formación de una mezcla explosiva de los dos. (Normalmente como resultado de la migración de hidrógeno debido a que el lado de hidrógeno del separador se ejecuta generalmente a una presión ligeramente más alta que el lado del cloro).

35 En la presente invención "colector de salida externo" se refiere a un volumen de salida proporcionado en el exterior de la estructura de electrodo del compartimento de electrólisis. Preferentemente, el fondo del colector de salida externo se encuentra por encima del nivel superior del compartimento de electrólisis.

40 En general, en el colector de salida externo, la mezcla de gas/líquido fluye hacia arriba de la zona de electrólisis a través de una o más aperturas o ranuras de salida en la parte superior del compartimento de electrólisis y en el colector de salida externo. Un nivel superficial de fluido puede mantenerse en el colector de salida externo. En una realización preferida, el colector de salida externo se proporciona a lo largo de sustancialmente toda la anchura de la estructura de electrodo. Las una o más ranuras de salida están preferentemente a lo largo de esencialmente la misma anchura que el colector de salida externo.

45 La profundidad de las ranuras de salida se elegirá a tenor de, entre otras cosas, la zona de electrodo de densidad de corriente y temperatura, tal que la fase gaseosa se disperse como burbujas en una fase líquida continua. La profundidad de la ranura de salida es aproximadamente en general de 5-70 %, preferentemente de aproximadamente 10-50 %, de la profundidad de la estructura del compartimento de electrólisis, es decir, la distancia entre el plano a través del fondo del rebaje abombado y el separador cuando está presente.

50 La mezcla de gas/líquido se separa rápidamente en el colector de salida interno, que se extiende a lo largo de sustancialmente la anchura completa de la estructura de electrodo.

55 El colector de salida interno tiene una sección transversal generalmente rectangular. La zona de sección transversal del colector de salida se puede seleccionar a tenor de, entre otras cosas, la densidad de corriente, la zona de electrodo y la temperatura, tal que se mantiene el flujo de gas/líquido horizontal estratificado a lo largo del colector, preferentemente con una interfaz fluida.

60 Se ha descubierto ahora, sin embargo, que una estructura de electrodo mejorada con un colector de salida externo puede obtenerse si las relaciones $V_E/(A_E \times L_E)$ son inferiores a 1, donde V_E es el volumen interno del colector de salida externo en cm^3 , A_E es la zona de sección transversal interna en el extremo de salida del colector, L_E es la longitud interna.

65 Como se utiliza en esta invención, la longitud, el volumen y la zona se determinan internamente en el colector externo. La longitud interna es la distancia en línea recta interna mínima del extremo de salida al extremo opuesto del colector. En la presente invención, la longitud, la zona de sección transversal y el volumen deben determinarse haciendo caso

omiso a cualquiera de los componentes internos del colector. En términos de volumen, V_E se define como el volumen total contenido dentro de la estructura de electrodo por encima de un plano que se extiende horizontalmente a lo largo del eje en la misma dirección que la longitud del colector y se ubica en el fondo del depósito que canaliza los gases y los licores producidos por el electrodo al extremo de salida.

5 En colectores convencionales con sección transversal constante a lo largo de su longitud, por ejemplo, rectangular, entonces $V_E/(A_E \times L_E)$ es igual a 1.

10 $V_E/(A_E \times L_E)$ inferior a 1 puede lograrse al tener un colector que tiene una sección transversal no constante a lo largo de su longitud.

Más preferentemente $V_E/(A_E \times L_E)$ es inferior a 0,95. No existe un límite inferior específico pero $V_E/(A_E \times L_E)$ puede ser generalmente inferior a 0,7, tal como inferior a 0,4.

15 V_E es normalmente inferior a 3100 cm³, tal como inferior a 2800 cm³, por ejemplo 2300 cm³.

A_E es preferentemente al menos 7 cm² y preferentemente al menos 15 cm².

20 La longitud del ánodo L_E es normalmente superior a 50 cm y preferentemente superior a 150 cm, tal como 230 cm.

El volumen, la longitud y la zona de sección transversal interna en el extremo de salida del colector interno (V_i , L_i y A_i) también puede ser tal que $V_i/(A_i \times L_i)$ es inferior a 1, por ejemplo inferior a 0,75. No existe un límite inferior específico pero $V_i/(A_i \times L_i)$ puede ser generalmente inferior a 0,55, tal como inferior a 0,35.

25 En una realización preferida, la relación $V_E/(A_E \times L_E)$ inferior a 1 se logra haciendo que el colector de salida externo sea cónico tal que su zona de sección transversal aumenta a lo largo de su longitud hacia el extremo de salida. Sin embargo, resultará evidente que otras opciones, tal como el colector con reducciones de etapa en la sección transversal también puedan obtener la relación requerida.

30 Por ejemplo, un tubo colector cónico puede utilizar menos metal en comparación con un colector no cónico. Una ventaja adicional del colector de salida externo cónico es que se requiere menos refuerzo por medio de un espesor metálico aumentado o por la adición de soportes internos para que sea capaz de funcionar a presiones elevadas, reduciendo, por ende, los costos de fabricación.

35 Una ventaja particular adicional de la presente invención, cuando solo uno del colector de salida de ánodo y colector de salida de cátodo es un colector de salida externo, es que hay más espacio encima de un módulo de electrodo o una unidad de electrodo bipolar para el único colector de salida que está presente, que permite mayor flexibilidad en el diseño del mismo, y en particular en la profundidad horizontal del mismo. (Para evitar cualquier tipo de dudas, "profundidad", como se utiliza en el contexto del colector para mayor consistencia con el uso del término para la estructura de electrodo en general, se mide a lo largo de un eje que es perpendicular al plano de la pared de fondo de la cubeta de electrodo). Esto permite mejoras adicionales en la separación que se obtendrá en el colector.

40 Por ejemplo, la profundidad del colector de salida externo puede superar la profundidad del compartimento de electrólisis de la estructura del electrodo al cual se fija. Como ejemplo particular, el colector de salida externo de la estructura de electrodo que tiene dicho colector de salida externo puede ocupar espacio que está verticalmente por encima de la estructura de electrodo adyacente en un módulo de electrodo, unidad de electrodo bipolar, electrolizador modular o electrolizador de filtro prensa.

45 Además, el uso de un colector de salida interno reduce el espesor de metal necesario para hacer que el electrolizador sea capaz de funcionar a una presión elevada en comparación con la alternativa de dos colectores externos ya que el colector interno no tiene que ser resistente a la presión. Por lo tanto, menos metal y metal más fino pueden utilizarse para el colector de salida interno.

50 En una realización particular, el colector de salida en la estructura de ánodo es un colector de salida externo y el colector de salida en la estructura de cátodo es un colector de salida interno. Esto es preferido porque se ha descubierto que el separador es más propenso al daño causado por la formación de un espacio gaseoso adyacente al separador en el lado del ánodo en la región superior del compartimento de electrólisis, y también porque la separación de cloro formado de salmuera agotada es la más problemática. Esto es debido a, por ejemplo, la densidad, viscosidad y tensión superficial de la mezcla de salmuera, gas/líquido y cloro, y en particular, la mezcla de cloro y salmuera es más propensa a la formación de espuma.

55 El colector de salida externo por encima del compartimento de electrólisis permite minimizar estos problemas ya que su ubicación mueve la zona de separación de gas lejos del separador y también proporciona una flexibilidad aumentada para diseñar su forma y tamaño para mejorar la separación.

60

- Uno o ambos colectores de salida pueden comprender uno o más miembros transversales internos, y en particular miembros transversales pueden ubicarse a lo largo de parte o la totalidad de la longitud de y fijarse internamente a los lados del colector. Preferentemente, los miembros transversales son tiras de funcionamiento interno, por ejemplo horizontalmente, a lo largo de la longitud del/de los colector(es) de salida fijado(s) a los lados del/de los colector(es).
- Los miembros transversales pueden estar provistos de orificios por las tiras que se comunican de arriba hacia abajo.
- Tales miembros transversales pueden proporcionarse, por ejemplo, para aumentar la clasificación de presión de los colectores. Es preferible que al menos el colector de salida externo comprenda uno o más miembros transversales internos.
- Se ha descubierto sin embargo que los miembros transversales también pueden ayudar a mejorar la separación en el colector. De este modo, incluso cuando no se requiera una clasificación de presión mejorada, tal como en el colector interno, el uso de miembros transversales resulta ventajoso y se prefiere.
- En la estructura de electrodo preferida que comprende una cubeta con un rebaje abombado (donde la brida está alrededor de la periferia de la cubeta, y con un electrodo espaciado de la cubeta), vías eléctricamente conductoras se forman entre el rebaje abombado y el electrodo.
- En una realización, los bornes eléctricamente conductores (en lo sucesivo simplemente "bornes") pueden conectar el rebaje abombado directamente al electrodo.
- Las vías eléctricamente conductoras se forman preferentemente a través de portadores de corriente que comprenden una parte central a partir de la cual radian una o más patas, y cuando los extremos de las patas (pies) de los portadores de corriente están conectados eléctricamente al electrodo.
- En las realizaciones más preferidas, las vías eléctricamente conductoras comprenden uno o más portadores de corriente que comprende cada uno una parte central a partir de la cual radian una o más patas y cuando los extremos de las patas (pies) de los portadores de corriente están conectados eléctricamente al electrodo y las partes centrales están eléctricamente conectadas al rebaje abombado de la cubeta. Las partes centrales están eléctricamente conectadas de forma preferente al rebaje abombado de la cubeta a través de bornes, es decir, las vías eléctricamente conductoras se forman a través de bornes de los salientes del rebaje abombado a los portadores de corriente que comprende cada uno una parte central a partir de la cual radian una o más patas y cuando los extremos de las patas (pies) de los portadores de corriente se conectan eléctricamente al electrodo.
- Una vez más, una configuración de este tipo se describe generalmente en el documento US 6761808.
- Por ejemplo, el portador de corriente es preferentemente un portador de corriente de múltiples patas que comprende una parte central a partir de la cual radian las patas, y cuando los extremos de las patas (pies) de los portadores de corriente se conectan eléctricamente al electrodo, en lo sucesivo se refiere por conveniencia como "araña". Las conexiones eléctricas pueden realizarse sin utilizar un borne; por ejemplo, en el caso de una estructura de ánodo, el vértice de cada saliente dirigido hacia el interior puede conectarse eléctricamente a la placa de ánodo por medio de un portador de corriente. El uso de bornes y portadores de corriente resulta preferido.
- La provisión de arañas aumenta el número y distribución de los puntos de suministro de corriente a la placa eléctricamente conductora, mejorando, por ende, la distribución de corriente que da lugar a una tensión inferior y a un consumo energético y vidas más largas de los separadores y recubrimientos de electrodo. La longitud de las patas y el número de las mismas en las arañas, cuando una araña está presente, puede variar dentro de amplios límites. Normalmente, cada araña contiene entre 2 y 100 patas, preferentemente entre 2 y 8 patas. Normalmente, cada pata tiene entre 1 mm y 200 mm de largo, preferentemente entre 5 mm y 100 mm de largo. El experto en la materia por simple experimentación será capaz de determinar las longitudes y el número adecuados de patas de araña para cualquier aplicación particular.
- Una araña puede ser flexible o rígida. La forma y las propiedades mecánicas de las arañas en la estructura de ánodo pueden ser idénticas o diferentes de la forma y las propiedades mecánicas de las arañas en la estructura de cátodo.
- En una realización preferida, las patas de los portadores de corriente asociados con la estructura de ánodo pueden ser más cortas que las patas de los portadores de corriente asociados con la estructura de cátodo, tal como 5-50 % más cortas, preferentemente 10-30 % más cortas. Por ejemplo, arañas relativamente no elásticas con patas cortas se prefieren a menudo en la estructura de ánodo y arañas relativamente elásticas con patas largas se prefieren en la estructura de cátodo.
- El uso de arañas con resorte, al menos en la placa de cátodo, permite que las estructuras de electrodo con resorte alcancen un funcionamiento de hueco nulo con presión óptima para minimizar el riesgo de daño del separador/electrodo. Por "hueco nulo", se refiere a que no existe sustancialmente ningún hueco entre la placa electroconductora de cada estructura de electrodo y el separador adyacente, es decir, de modo que las placas electroconductoras adyacentes estén en uso solo separadas por el espesor del separador.

El uso de tal configuración con bornes y portadores de corriente también resulta ventajoso ya que permite que el electrodo sea desconectado y reemplazado.

5 El portador de corriente de ánodo puede estar fabricado de un metal válvula o una aleación del mismo. "Metales válvulas" son metales que crecen en una capa de óxido pasivante cuando se exponen al aire. Los metales válvulas comúnmente entendidos, y los definidos por el uso del término en esta invención, son Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, W, Al y Bi. El portador de corriente de ánodo está preferentemente fabricado de titanio o una aleación del mismo.

10 El portador de corriente de cátodo puede ser fabricado de materiales tales como acero inoxidable, níquel o cobre, especialmente níquel o una aleación del mismo.

15 Cada portador de corriente se fabrica preferentemente del mismo metal que la placa eléctricamente conductora con la que está en contacto eléctrico y más preferentemente cada borne con el que está en contacto también se fabrica del mismo metal.

20 El borne en una estructura de ánodo (borne de ánodo) también puede por lo tanto fabricarse de un metal válvula, y es preferentemente fabricado de titanio o una aleación del mismo mientras el borne en una estructura de cátodo ("borne de cátodo" puede fabricarse de acero inoxidable, níquel o cobre, especialmente níquel o una aleación del mismo. En tal escenario, la longitud de la vía eléctricamente conductora a través del borne de cátodo es preferentemente superior a la longitud de la vía eléctricamente conductora a través del borne de ánodo. Preferentemente, la relación de la longitud de la vía eléctricamente conductora a través del borne de cátodo a la longitud de la vía eléctricamente conductora a través del borne de ánodo es al menos 2:1, preferentemente al menos 4:1 y más preferentemente al menos 6:1. Esto se logra con más facilidad por el uso de una estructura de cátodo que comprende un rebaje abombado provisto de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el exterior y la estructura de ánodo comprende un rebaje abombado provisto de salientes que sobresalen hacia el interior.

25 Los bornes y la parte central de los portadores de corriente pueden ser de soporte de carga, y cuando son soporte de carga, se alinean preferentemente con orificios en el electrodo. Los pasadores de soporte de carga eléctricamente aislantes pueden proporcionarse, dispuestos en los extremos de los bornes/portadores de corriente adyacentes al electrodo.

30 Los bornes y pasadores correspondientes pueden proporcionarse es una estructura de electrodo adyacente, tal que, cuando se conectan con un separador en el medio, una carga se transmite de una combinación de borne/portador de corriente/pasador en un lado del separador, a través del separador, a una combinación de pasador/portador/borne en el otro lado del separador. La carga ayuda a mantener una buena conexión eléctrica entre la cubeta en un lado del separador y la cubeta en la estructura de electrodo adyacente, mientras los pasadores aislantes transfieren la carga a través del separador sin causar daños mecánicos a la misma. Dado que la electrólisis no se produce en estos puntos, el separador no sufre ningún daño de electrólisis.

35 La configuración preferida se muestra en las figuras 1-6 como se discute más adelante.

Los pasadores aislantes pueden estar fabricados por completo de un material aislante o pueden estar fabricados de un material conductor equipado con un tapón o cojinete de aislamiento adyacente a la membrana.

40 Tales cojinetes aislantes pueden estar fabricados de un material que es resistente al entorno químico dentro de la celda, por ejemplo, fluoropolímeros tales como PTFE, FEP, PFA, polipropileno, CPVC y cauchos fluoroelastoméricos. Los cojinetes pueden estar proporcionados en resaltes metálicos que se encuentran con el cojinete presentado hacia el separador.

45 En particular, en la estructura de cátodo, los pasadores aislantes de soporte de carga pueden estar fabricados de níquel equipado con tapas de fluoropolímero aislantes y en la estructura de ánodo, los pasadores aislantes de soporte de carga pueden estar fabricados de titanio equipado con tapas de fluoropolímero aislantes.

50 Los portadores de corriente están diseñados preferentemente de tal manera que en un módulo de electrodos que comprende una estructura de ánodo y una estructura de cátodo ensambladas con medios de sellado y un separador, en la zona entre filas adyacentes y columnas de rebajes, la distancia máxima de cualquier punto en el separador del pie más cercano de un portador de corriente fijado al cátodo es 50 mm o menos, tal como 30 a 50 mm.

55 En una realización preferida adicional, las patas o pies de los portadores de corriente en uno entre la estructura de ánodo y entre la estructura de cátodo son elásticos mientras que los portadores de corriente en el otro de la estructura de ánodo son rígidos, de manera que cuando una estructura de ánodo y una estructura de cátodo se separan por un separador entre las dos estructuras, las patas o pies elásticos aplican presión del electrodo de una estructura a través de un separador al electrodo de la otra. Preferentemente, la presión aplicada por un electrodo al otro (a través del separador) es superior a 0 g/cm² e inferior a 400 g/cm², tal como inferior a 100 g/cm², y más preferentemente superior a 10 g/cm² y/o inferior a 40 g/cm².

60

65

La capacidad de proporcionar los bajos niveles de presión utilizando patas/pies elásticos resulta ventajoso ya que permite que se aplique presión con un mínimo riesgo de provocar daños en el separador.

5 En general, en una estructura de electrodo particular, la cubeta, el electrodo, las entradas y salidas para fluidos y las vías eléctricamente conductoras están fabricados del mismo material. En una estructura de ánodo esto es preferentemente titanio. En una estructura de cátodo esto es preferentemente níquel.

10 Una o ambas estructuras de electrodos pueden estar equipadas con deflectores, por ejemplo con el fin de dividir la estructura de electrodo en dos zonas de flujo comunicantes que se extienden verticalmente hasta el electrolizador que facilita las velocidades aumentadas de circulación de licor interna mediante el empleo de elevación hidrodinámica.

15 Por ejemplo, uno o más deflectores se proporcionan preferentemente en las estructuras de ánodo y cátodo para formar un primer canal entre un primer lado del deflector y la placa de electrodo y un segundo canal entre el segundo lado del deflector y la placa rebajada de la cubeta, estando los primer y segundo canales en comunicación unos con otros, preferentemente al menos en la parte superior y fondo de la estructura de electrodo o adyacente a la misma. El primer canal proporciona un elevador para la salmuera llena de gas para ascender al colector de salida en la parte superior de la estructura de electrodo. El segundo canal proporciona un tubo de descenso para que la salmuera desgasificada caiga en el fondo de la estructura de electrodo. Los deflectores están dispuestos preferentemente de forma vertical. Los deflectores utilizan el efecto de elevación de gas del gas generado para potenciar la circulación de licor y la mezcla que produce ciertas ventajas.

25 La mejora de la mezcla en las estructuras de ánodo y cátodo minimiza la concentración y los gradientes de temperatura en las estructuras aumentando así el recubrimiento del ánodo y la vida útil de la membrana. En particular, en la estructura de ánodo, la mejora de la mezcla permite el uso de salmuera altamente ácida para obtener niveles bajos de oxígeno en cloro sin el riesgo de daño a la membrana a través de protonación. La mejora en la mezcla en la estructura de cátodo permite la adición directa de agua desionizada para mantener la concentración de nivel cáustico constante después de que se elimine el cáustico concentrado.

30 La provisión de una placa con deflectores inclinada en la región superior de la estructura de electrodo aumenta aún más la separación de gas/líquido al acelerar el flujo ascendente de la mezcla de gas/líquido de la zona de electrólisis mejorando así la coalescencia de burbujas de gas.

35 Los deflectores están fabricados de un material que es resistente al entorno químico en la celda. Los deflectores en la estructura de ánodo pueden estar fabricados de un fluoropolímero o un metal adecuado, por ejemplo titanio o una aleación del mismo. Los deflectores en la estructura de cátodo pueden estar fabricados de un fluoropolímero o un metal adecuado, por ejemplo níquel.

40 En una realización preferida, un hombro puede proporcionarse en los bornes conductores conectados a los portadores de corriente. Esto puede facilitar la instalación de deflectores en la estructura de electrodo, haciendo que la fabricación sea más fácil.

El conjunto de electrodo según la presente invención puede ser "una unidad de electrodo bipolar" o un "módulo de electrodo" en función de cómo estén conectados el ánodo y el cátodo.

45 Una unidad de electrodo bipolar comprende una estructura de ánodo y una estructura de cátodo que están conectadas eléctricamente entre sí. Preferentemente, en particular, al usar estructuras de electrodo preferidas que comprenden una cubeta con un rebaje abombado, la placa rebajada de la cubeta de ánodo y la placa rebaja de la cubeta de cátodo se unen eléctricamente, preferentemente en los vértices de los salientes.

50 La conductividad eléctrica puede conseguirse mediante el uso de interconexiones o por el contacto cercano entre las estructuras de electrodo. La conductividad eléctrica puede ser mejorada por la provisión de material de mejora de la conductividad o dispositivos de mejora de la conductividad en la superficie externa de las cubetas. Como ejemplos de materiales de mejora de la conductividad puede hacerse mención, entre otros, a espumas conductoras de carbono, grasas conductoras y recubrimientos de un metal con alta conductividad, por ejemplo, plata u oro.

55 Preferentemente, la estructura de ánodo y la estructura de cátodo en una unidad de electrodo bipolar están conectadas eléctricamente a través de una soldadura, unión por explosión o una conexión de tornillo.

60 La presente invención se ilustra adicionalmente por referencia a, pero no es de ninguna manera limitada por, los siguientes dibujos, donde:

La figura. 1 es una sección transversal de la parte superior de una unidad de electrodo bipolar según la presente invención;

65 La figura. 2 es una sección transversal de la parte superior de un módulo de electrodo según la presente invención;

Las figuras 3A y 3B muestran, respectivamente, ejemplos de "arañas" adecuadas para su uso en las estructuras de ánodo y cátodo.

5 Las figuras 4A y 4B muestran primeros planos de las estructuras preferidas de los miembros transversales en los colectores de salida externos e internos.

La figura. 5 es una vista isométrica que mira a una estructura de ánodo según la presente invención;

10 La figura. 6 es una sección transversal de la parte inferior de una unidad de electrodo bipolar según la presente invención; y

En la figura 1 se muestra una unidad de electrodo bipolar que comprende una estructura de ánodo (10) y una estructura de cátodo (30).

15 La estructura de ánodo (10) comprende una brida (11), y un rebaje abombado (12) con un saliente que sobresale hacia el interior (13), que forma un compartimento de electrólisis (14) que contiene un ánodo (15). La estructura de ánodo tiene un colector de salida externo (16). El ánodo (15) está normalmente en forma de una placa perforada.

20 La estructura de cátodo (30) comprende una brida (31), y un rebaje abombado (32) con un saliente que sobresale hacia el exterior (33), que forma un compartimento de electrólisis (34) que contiene un cátodo (35). La estructura de cátodo tiene un colector de salida interno (36). El cátodo (35) está normalmente en forma de una placa perforada.

25 La estructura de ánodo (10) está eléctricamente conectada a la estructura de cátodo (30) a través de un dispositivo de mejora de la conductividad (50) dispuesto entre el saliente que sobresale hacia el interior (13) en la estructura de ánodo (10) y el saliente que sobresale hacia el exterior (33) en la estructura de cátodo (30).

30 En la práctica hay varios salientes que sobresalen hacia el interior y hacia el exterior en cada estructura de electrodo, y múltiples dispositivos que mejoran la conductividad de modo que cuando las dos estructuras de electrodo se impulsan entre sí, los dispositivos de mejora de la conductividad proporcionan una buena continuidad eléctrica entre los picos de los salientes de estructura de cátodo (33) y los salientes de estructura de ánodo (13). El dispositivo de mejora de la conductividad puede estar en forma de un dispositivo de abrasión o (más preferentemente) un disco bimetálico. Cuando la unidad de electrodo bipolar se suministra preensamblada para su uso en un electrolizador bipolar de filtroprensa, es posible que el dispositivo de mejora de la conductividad (50) sea omitido por completo y en lugar de que la estructura de ánodo y cátodo sea conectada eléctrica y mecánicamente entre sí por soldadura, unión por
35 explosión o conexión de tornillo.

40 Las estructuras de ánodo y cátodo comprenden además bornes eléctricamente conductores (17, 37), que se conectan a los respectivos salientes (13, 33), cojinetes eléctricamente aislantes (18, 38) y portadores de corriente que están cada uno en una forma que tiene una parte central a partir de la cual radian dos o más patas (en lo sucesivo denominadas como "arañas") (19, 39). Las arañas (19, 39) están montadas entre los respectivos bornes (17, 37) y los respectivos electrodos (15, 35). En la ubicación de los bornes respectivos (17, 37), los electrodos (15, 35) están provistos de aperturas y los cojinetes (18, 38) son recibidos en los orificios y el resto en la base central de las arañas (19, 39).

45 El flujo de licor del compartimento de electrólisis de ánodo (14) al colector de salida externo (16) tiene lugar a través de una ranura de salida en el extremo superior de la estructura de ánodo (10), siendo la ranura de salida ubicada inmediatamente por encima del ánodo (15).

50 El flujo de licor del compartimento de electrólisis de cátodo (34) al colector de salida interno (36) tiene lugar a través de una ranura en el colector de salida interno en la región superior de la estructura de cátodo (30).

55 En la figura. 2 se muestra un módulo de electrodo que comprende una estructura de ánodo (10) y una estructura de cátodo (30). Las estructuras de ánodo y cátodo son en líneas generales como se definen en la figura 1 y la misma numeración se utiliza para las características correspondientes ya descritas para la figura 1. No obstante, las respectivas estructuras de electrodos están en esta figura unidas al ánodo (15) y cátodo (35) orientadas entre sí con una membrana (51) en el medio. En particular, las bridas (11, 31) están provistas de bridas de soporte (20, 40) con orificios para aceptar pernos (no se muestra) para atornillar la estructura de ánodo (10) y la estructura de cátodo (30) con dos juntas (52) y la membrana (51) para formar un módulo según la presente invención. La membrana (51) pasa hacia abajo a través del módulo de electrodos entre el ánodo (15) y el cátodo (35), proporcionando una separación de
60 fluido entre los respectivos compartimentos de electrólisis (14, 34) de dichas estructuras de ánodo y cátodo (10, 30).

65 La araña (19) en el compartimento de electrólisis de ánodo (14) comprende una sección central con forma de disco (21) que puede conectarse al extremo del borne (17), por ejemplo, por soldadura, fijación con tornillos o conectores de ajuste a presión, y una serie de patas (22) que radian desde la sección central (21) y se conectan en sus extremos libres, por ejemplo, por soldadura, al ánodo (15). Habitualmente, las patas (22) se disponen de modo que el suministro de corriente a través del borne (17) se distribuye a una serie de puntos equidistantes que rodean el borne (17).

5 La araña (39) en el compartimento de electrólisis de cátodo (34) comprende una sección central con forma de disco (41) que puede conectarse al extremo del borne (37), por ejemplo, por soldadura, fijación con tornillos o conectores de ajuste a presión, y una serie de patas (42) que radian desde la sección central (41) y se conectan en sus extremos libres, por ejemplo, por soldadura, al cátodo (35). Habitualmente, las patas (42) se disponen de modo que el suministro de corriente a través del borne (37) se distribuye a una serie de puntos equidistantes que rodean el borne (37).

10 En la práctica, durante la producción de las estructuras de electrodo (10, 30), las arañas (19, 39) pueden soldarse o de otro modo conectarse a los electrodos (15, 35) y las arañas pueden entonces soldarse posteriormente o de otro modo fijarse a los bornes (17, 37). Esta disposición facilita el reemplazo o la reparación de las placas de ánodo/cátodo o renovación/reemplazo de cualquier recubrimiento electrocatalíticamente activo al respecto.

15 Como se muestra en la figura 2 son deflectores (23, 43) que pueden servir para la división, respectivamente, de cada compartimento de ánodo y cada compartimento de cátodo en dos zonas comunicantes para proporcionar recirculación de licor como se discute más adelante. La provisión de deflectores en cada compartimento es opcional, pero se prefiere particularmente que los deflectores se proporcionen en el compartimento de ánodo. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que la recirculación en el compartimento de ánodo es útil para proporcionar un aumento de las tasas de la electrólisis, por ejemplo, facilitando el funcionamiento con mayor densidad de corriente.

20 Los deflectores (23, 43) pueden montarse en los bornes eléctricamente conductores (17, 37). Cada uno de los bornes puede estar provisto de un hombro (24, 44) para facilitar la instalación y la ubicación precisa de los deflectores.

25 Como se muestra en la figura 2 son un miembro transversal (25) en el colector de salida externo (16) del ánodo y un miembro transversal (45) en el colector de salida interno (36) del cátodo.

Las figuras 3A y 3B muestran, respectivamente, ejemplos de "arañas" adecuadas para su uso en las estructuras de ánodo y cátodo.

30 Con respecto a la figura 3A, la araña comprende una sección central con forma de disco central (21) y 4 patas (22) que radian de la sección central (21). Las patas (22) radian simétricamente de modo que el uso del suministro de corriente se distribuye a una serie de puntos equidistantes.

35 Especialmente cuando están destinadas a ser utilizadas en la electrólisis de haluros de metales alcalinos, las arañas de ánodo se fabrican de un metal válvula o aleación del mismo.

Con respecto a la figura 3B, la araña comprende una sección central con forma de disco central (41) y 4 patas (42) que radian de la sección central (41). Las patas (42) radian simétricamente de modo que el uso del suministro de corriente se distribuye a una serie de puntos equidistantes.

40 Especialmente cuando están destinadas a ser utilizadas en la electrólisis de haluros de metales alcalinos, las arañas de cátodo pueden estar fabricadas de materiales tales como acero inoxidable, níquel o cobre.

45 Como se muestra, las patas (42) de la araña de cátodo son más largas y están configuradas para ser relativamente elásticas, mientras que las patas (22) de la araña de ánodo son más cortas y más rígidas.

50 Las figuras 4A y 4B muestran primeros planos de las estructuras preferidas de los miembros transversales (25) y (45). La estructura preferida del miembro transversal (25) en el colector de salida externo (16) está en forma de una disposición de tipo "escalera", mientras que la estructura preferida de los miembros transversales (45) en el colector de salida interno (36) está en forma de placas con orificios redondos. Como se muestra en la figura 4B, puede haber más de un miembro transversal (45) en el colector de salida (36). Si bien solo se muestra un miembro transversal (25) en las figuras 1 y 2, también puede haber más de un miembro transversal en el colector de salida (16).

55 La figura 5 muestra una estructura de ánodo (10) con mayor detalle, mostrando salientes troncoesféricos que sobresalen hacia el interior (13) y un colector de salida externo cónico (16). La figura 5 también ejemplifica las ubicaciones para las mediciones de A_E y L_E .

60 La figura 6 muestra una sección transversal de la parte inferior de una unidad de electrodo bipolar. Al igual que con las figuras anteriores, la misma numeración se utiliza para las características correspondientes ya descritas. En esta figura, la estructura de ánodo está provista de un tubo de entrada de ánodo (26), mientras que la estructura de cátodo está provista de un tubo de entrada de cátodo (46). Los puertos (no mostrados) se proporcionan en los respectivos tubos de entrada para la descarga de licor en los respectivos compartimentos de electrólisis, y se forman preferentemente de tal manera que el licor descargado de ahí se dirige hacia la parte posterior de las cubetas detrás de los deflectores (23, 43) para ayudar a la mezcla. Los deflectores (23, 43) se extienden verticalmente dentro de los respectivos compartimentos de ánodo y cátodo desde el extremo inferior de la estructura de electrodo a los extremos superior de las mismas y forman dos canales dentro de cada estructura de electrodo que se comunica al menos de forma adyacente con la parte superior e inferior de la estructura.

En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un electrolizador modular o de filtroprensa que comprende una pluralidad de conjuntos de electrodos según la primera realización.

5 Por ejemplo, la presente invención puede proporcionar un electrolizador de filtroprensa que comprende una pluralidad de unidades de electrodo bipolar conectadas, estando las unidades de electrodo bipolar adyacentes conectadas a través de un separador y medios de sellado entre bridas en las unidades adyacentes. El separador y los medios de sellado son preferentemente como se describen entre las estructuras de electrodo cuando se configuran como un módulo de electrodo en el primer aspecto.

10 Alternativamente, la presente invención proporciona un electrolizador modular que comprende una pluralidad de módulos de electrodo conectados. En este caso, los módulos de electrodo pueden estar conectados entre sí proporcionando conexiones eléctricas adecuadas entre módulos adyacentes.

15 Por ejemplo, la placa rebajada de la cubeta de ánodo y la placa rebajada de la cubeta de cátodo en módulos adyacentes se unen eléctricamente, preferentemente en los vértices de los salientes.

La conductividad eléctrica puede conseguirse mediante el uso de interconexiones o por el estrecho contacto entre las estructuras de electrodo. La conductividad eléctrica puede ser mejorada por la provisión de material de mejora de la conductividad o dispositivos de mejora de la conductividad en la superficie externa de las cubetas. Como ejemplos de materiales de mejora de la conductividad puede hacerse mención, entre otros, a espumas conductoras de carbono, grasas conductoras y recubrimientos de un metal con alta conductividad, por ejemplo, plata u oro.

20 Cuando se conectan módulos de electrodo adyacentes junto con conexiones a través de soldadura, unión por explosión o una conexión de tornillo, no resultan preferentes. En lugar de ello se prefieren las conexiones que se forman por contacto físico estrecho entre las estructuras de electrodo adyacente.

Los dispositivos de mejora de la electroconductividad que pueden mejorar el contacto incluyen tiras, discos o placas de contacto bimetálicos electroconductores, dispositivos metálicos electroconductores, tales como arandelas o dispositivos metálicos electroconductores adaptados para (a) desgastar o perforar la superficie de las cubetas por corte o marcado a través de cualquier recubrimiento eléctricamente aislante sobre la misma, por ejemplo una capa de óxido, y (b) al menos inhibir la formación de una capa aislante entre el dispositivo y la superficie de la cubeta (que puede denominarse como "dispositivo de abrasión").

35 Tales dispositivos se describen adicionalmente en el documento US 6761808.

El número de módulos o unidades bipolares puede seleccionarse por el experto en la materia a tenor de, entre otras cosas, el volumen requerido de producción, potencia y tensión disponibles y ciertas limitaciones conocidas por el experto en la materia. Normalmente, sin embargo, un electrolizador modular o de filtroprensa según el segundo aspecto de la presente invención comprende 5-300 módulos.

40 En un tercer aspecto, se proporciona un procedimiento de electrólisis de un haluro de metal alcalino que comprende someter un haluro de metal alcalino a electrólisis en un electrolizador modular o de filtroprensa según el segundo aspecto.

45 El electrolizador modular o de filtroprensa según el tercer aspecto de la presente invención puede llevarse a cabo según procedimientos conocidos. Por ejemplo, funciona normalmente a presiones entre una presión absoluta de 50 y 600 kPa (0,5 y 6 bar), preferentemente entre 50 y 180 kPa (500 y 1800 mbar).

50 El líquido a electrolizar se introduce en los tubos de entrada en cada estructura de electrodo. Por ejemplo, cuando el electrolizador se utiliza para tubos de entrada de electrólisis de salmuera, se permite que se cargue cáustico en la estructura de cátodo y que se cargue salmuera en la estructura de ánodo. Los productos, a saber, solución de cloro y salmuera agotada de la estructura de ánodo e hidrógeno y cáustico de la estructura de cátodo, se recuperan de los respectivos colectores.

55 La electrólisis puede llevarse a cabo a una densidad de corriente elevada, es decir, $>6\text{kA/m}^2$. Se describe una estructura de electrodo que comprende:

60 i) una cubeta con un rebaje abombado y una brida que puede interactuar con una brida en una segunda estructura de electrodo para mantener un separador entre las dos y el rebaje abombado tiene además una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el exterior o hacia el interior que pueden acoplarse con salientes correspondientes en una tercera estructura de electrodo en una unidad de electrodo o en un electrolizador modular,

65 ii) una entrada para un líquido a electrolizar y

iii) un colector de salida para un gas emitido y un líquido agotado, donde el colector de salida es un colector de salida interno que aumenta en una zona de sección transversal en la dirección del flujo de gas/líquido hacia los puertos de salida.

5 Preferentemente, el colector de salida externo en este aspecto comprende uno o más miembros transversales internos ubicados a lo largo de parte o la totalidad de la longitud horizontal y fijados internamente a los lados del colector.

10 En este aspecto, la profundidad del colector de salida externo puede superar la profundidad de la estructura de electrodo reivindicada. En particular, cuando se conecta a dicha segunda y/o a tercera estructura de electrodo en un módulo de electrodo, unidad de electrodo o electrolizador modular, el colector de salida externo de la estructura de electrodo reivindicada puede ocupar un espacio que está verticalmente por encima de la segunda y/o tercera estructuras de electrodo.

15 Otras características de la estructura de electrodo pueden ser generalmente como se describen en el primer aspecto. Por ejemplo, la estructura de electrodo preferida comprende un rebaje abombado que está provisto de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el interior.

20 En una realización más preferida de este aspecto, la brida está alrededor de la periferia del rebaje abombado y sirve para soportar una junta capaz de estanqueizar el separador entre la superficie de electrodo de la estructura de electrodo reivindicada y la superficie de electrodo de la segunda estructura de electrodo de modo que las superficies de electrodo estén sustancialmente paralelas y orientadas entre sí, pero espaciadas entre sí por el separador y estén herméticamente selladas en el separador. Además, la estructura de electrodo comprende un electrodo espaciado de la cubeta pero conectado a la cubeta por vías eléctricamente conductoras entre la cubeta y el electrodo, con la condición de que cuando la estructura de electrodo reivindicada esté provista de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el interior, el electrodo pueda ser directamente conectado eléctricamente a la cubeta.

30 La estructura de electrodo es preferentemente una estructura de ánodo. En particular, como ya se ha descrito, el separador es más propenso al daño causado por la formación de un espacio gaseoso adyacente al separador en el lado del ánodo en la región superior del compartimento de electrólisis, y también porque la separación de cloro formado de salmuera agotada es la más problemática. El colector de salida externo por encima del compartimento de electrólisis permite minimizar estos problemas ya que su ubicación mueve la zona de separación de gas lejos del separador y también proporciona una flexibilidad aumentada para diseñar su forma y tamaño para mejorar la separación.

35 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona el uso de una estructura de electrodo como se define en la reivindicación 11.

Preferentemente, el colector de salida interno en este aspecto comprende uno o más miembros transversales internos ubicados a lo largo de parte o la totalidad de la longitud horizontal y fijados internamente a los lados del colector.

40 En este aspecto, la profundidad de los colectores de salida externos de las segunda y tercera estructuras de electrodo puede superar la profundidad de dichas estructuras de electrodo de manera que cuando la estructura de electrodo reivindicada está conectada a dichas segunda y/o tercera estructuras de electrodo en un módulo de electrodo, unidad de electrodo o electrolizador modular, el colector de salida externo de las segunda o tercera estructuras de electrodo puede ocupar un espacio que está verticalmente por encima de la estructura de electrodo reivindicada.

45 De nuevo, otras características de la estructura de electrodo pueden ser generalmente como se describen en el primer aspecto. Por ejemplo, la estructura de electrodo preferida comprende un rebaje abombado que está provisto de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el exterior.

50 En una realización más preferida de este aspecto, la brida está alrededor de la periferia del rebaje abombado y sirve para soportar una junta capaz de estanqueizar el separador entre la superficie de electrodo de la estructura de electrodo reivindicada y la superficie de electrodo de la segunda estructura de electrodo de modo que las superficies de electrodo estén sustancialmente paralelas y orientadas entre sí, pero espaciadas entre sí por el separador y estén herméticamente selladas en el separador. Además, la estructura de electrodo comprende un electrodo espaciado de la cubeta pero conectado a la cubeta por vías eléctricamente conductoras entre la cubeta y el electrodo, con la condición de que cuando la estructura de electrodo reivindicada sea una estructura de ánodo, el electrodo pueda ser directamente conectado eléctricamente a la cubeta.

60 La estructura de electrodo en este aspecto es preferentemente una estructura de cátodo.

Por último, la presente invención también proporciona procedimientos de conjuntos de electrodo de reacondicionamiento o electrolizadores modulares o de filtro prensa según los aspectos anteriores tal como se definen en las reivindicaciones.

65 Por ejemplo, un procedimiento de reacondicionamiento de un conjunto de electrodo se define en la reivindicación 14.

5 Cuando una placa de ánodo o cátodo de una estructura de electrodo se encuentra en necesidad de reacondicionamiento puede eliminarse de cualquier estructura eliminando cojinetes para exponer las secciones centrales de los portadores de corriente y, por lo tanto, permitir su desmontaje de los bornes o, cuando no hay bornes presentes, de la cubeta de electrodo. Una vez que los portadores de corriente han sido desmontados, el ánodo o cátodo puede entonces eliminarse para el reacondicionamiento. El reacondicionamiento de un electrodo puede implicar la reparación de las secciones del electrodo y/o recubrimiento según sea necesario. Alternativamente, el electrodo puede ser reemplazado con un electrodo completamente nuevo. El nuevo electrodo o electrodo reacondicionado se vuelve a unir física o eléctricamente, por ejemplo mediante soldadura por puntos, elementos de sujeción roscados o conectores de ajuste a presión.

10 El reacondicionamiento de los conjuntos de electrodo utilizados en el procedimiento de clorálcali se requiere generalmente cada pocos años.

15 En una realización alternativa, el procedimiento de reacondicionamiento de un conjunto de electrodo se define en la reivindicación 15.

El reacondicionamiento puede comprender:

20 i) Eliminación del recubrimiento de electrodo del electrodo contenido en la cubeta in situ,

ii) Descontaminación, limpieza y secado de la estructura de electrodo,

25 iii) Reparación de cualquier daño estructural, por ejemplo, por eliminación de malla dañada o palas de electrodo y soldadura de nuevo en reemplazos no recubiertos,

iv) Recubrimiento de los electrodos reparados in situ en la cubeta.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de electrodo que comprende una estructura de ánodo (10) y una estructura de cátodo (30), comprendiendo cada una de dichas estructura de ánodo y estructura de cátodo

- i) una brida (11, 31) que puede interactuar con una brida (11, 31) en otra estructura de electrodo para mantener un separador entre las dos,
- ii) un compartimento de electrólisis (14, 34) que contiene un electrodo (15, 35), y que en uso contiene un líquido a electrolizar,
- iii) una entrada (26, 46) para el líquido a electrolizar y
- iv) un colector de salida (16, 36) para un gas emitido y un líquido agotado,

donde el colector de salida (16, 36) en una de la estructura de ánodo (10) y la estructura de cátodo (30) es un colector de salida externo donde el colector de salida externo es un volumen de salida por el que los gases emitidos durante una electrólisis salen de la estructura de electrodo y que está proporcionado en la estructura del electrodo en el exterior del compartimento de electrólisis, y el colector de salida (16, 36) en la otra de la estructura de ánodo (10) y la estructura de cátodo (30) es un colector de salida interno donde el colector de salida interno es un volumen de salida por el que los gases emitidos durante una electrólisis salen de la estructura de electrodo y que está proporcionado en la estructura de electrodo en el interior del compartimento de electrólisis.

2. Un conjunto de electrodo según la reivindicación 1, donde cada colector de salida (16, 36) es un volumen de salida que está proporcionado en la estructura de ánodo o de cátodo (10, 30) individual y por el que un gas emitido sale de la estructura de ánodo o de cátodo a un colector de recogida del electrolizador que es un volumen que recoge los gases emitidos durante una electrólisis desde las salidas de los múltiples colectores de salida y los pasa a un procesamiento posterior.

3. Un conjunto de electrodo según la reivindicación 2, donde cada colector de salida (16, 36) es un volumen extendido alineado en paralelo con el eje horizontal largo de la estructura de electrodo (10, 30).

4. Un conjunto de electrodo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde $V_E/(A_E \times L_E)$ es inferior a 1, donde V_E es el volumen interno del colector de salida externo en cm^3 , A_E es la zona de sección transversal interna en el extremo de salida del colector, L_E es la longitud interna, más preferentemente donde el colector de salida externo es cónico, y en particular aumenta en la zona de sección transversal en la dirección del flujo de gas/líquido hacia su puerto o puertos de salida.

5. Un conjunto de electrodo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde uno o ambos colectores de salida (16, 36) comprenden uno o más miembros transversales internos (25, 45) situados a lo largo de parte o la totalidad de la longitud y fijados internamente a los lados del colector, y en particular donde los miembros transversales son tiras que operan internamente a lo largo de la longitud del/de los colector(es) de salida, fijados a los lados del/de los colector(es), y preferentemente donde los miembros transversales están provistos de orificios a través de las tiras que se comunican de arriba a abajo.

6. Un conjunto de electrodo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el colector de salida externo de la estructura de electrodo que tiene dicho colector de salida externo ocupa un espacio que está verticalmente por encima de la estructura de electrodo adyacente en un módulo de electrodo, unidad de electrodo, electrolizador modular o electrolizador de filtoprensa.

7. Un conjunto de electrodo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el colector de salida en la estructura de ánodo (10) es un colector de salida externo y el colector de salida en la estructura de cátodo (30) es un colector de salida interno.

8. Un conjunto de electrodo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada una de dichas estructura de ánodo (10) y estructura de cátodo (30):

el compartimento de electrólisis (14, 34) comprende una cubeta con un rebaje abombado (12, 32), estando la brida (11, 31) alrededor de la periferia del mismo para soportar una junta (52) capaz de estanqueizar el separador entre la superficie de ánodo de una estructura de ánodo (10) y la superficie de cátodo de una estructura de cátodo (30) de tal manera que la superficie de ánodo sea paralela y esté orientada, pero que esté espaciada de la superficie de cátodo por el separador y sea herméticamente estanca con respecto al separador, y un electrodo (15, 35) espaciado de la cubeta pero conectado a la cubeta por vías eléctricamente conductoras entre la cubeta y el electrodo, con la condición de que cuando la estructura de electrodo es una estructura de ánodo (10), el electrodo (15) pueda ser directamente conectado eléctricamente a la cubeta, y

donde las vías eléctricamente conductoras comprenden uno o más bornes conductores (17, 37) que pueden estar provistos de hombros (24, 44) en los cuales se pueden montar deflectores (23, 43) para mejorar una circulación de fluidos y gas en la estructura de electrodo,

- 5 y preferentemente, donde el rebaje abombado (12, 32) de uno entre la estructura de ánodo (10) y la estructura de cátodo (30) está provisto de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el exterior y el otro de la estructura de ánodo (10) y la estructura de cátodo (30) está provisto de una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el interior, estando los salientes de tal modo que los salientes que sobresalen hacia el exterior pueden acoplarse con los salientes que sobresalen hacia el interior en una estructura de electrodo adyacente o módulo de electrodo en un electrolizador modular.
- 10 9. Un electrolizador modular o de filtroprensa que comprende una pluralidad de conjuntos de electrodo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, y preferentemente que comprende 5-300 conjuntos de electrodo.
- 10 10. Un procedimiento de electrólisis de un haluro de metal alcalino que comprende someter un haluro de metal alcalino a electrólisis en un electrolizador modular o de filtroprensa según la reivindicación 9.
- 15 11. Uso de una estructura de electrodo (30) en un electrolizador modular o de filtroprensa según la reivindicación 9, donde la estructura de electrodo comprende:
- 20 i) una cubeta con un rebaje abombado (32) y una brida (31) que puede interactuar con una brida (11) en una segunda estructura de electrodo para mantener un separador entre las dos y el rebaje abombado tiene además una pluralidad de salientes que sobresalen hacia el exterior o hacia el interior (33) que pueden acoplarse con salientes correspondientes en una tercera estructura de electrodo en una unidad de electrodo o en un electrolizador modular, y
- 25 ii) una entrada (46) para un líquido a electrolizar y
iii) un colector de salida (36) para un gas emitido y un líquido agotado,
- 25 donde el colector de salida (36) de la estructura de electrodo (30) es un colector de salida interno y los colectores de salida de la segunda y tercera estructuras de electrodo son colectores de salida externos.
- 30 12. El uso según la reivindicación 11, donde el colector de salida interno comprende uno o más miembros transversales internos (25, 45) ubicados a lo largo de parte o la totalidad de la longitud horizontal y fijados internamente a los lados del colector.
- 35 13. El uso según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, donde la estructura de electrodo es una estructura de cátodo (30).
- 40 14. Un procedimiento de reacondicionamiento de un conjunto de electrodo, cuyo procedimiento comprende:
- 40 a) proporcionar un conjunto de electrodo como se define en la reivindicación 8,
- 40 b) reacondicionar una estructura de electrodo (10, 30), cuyo reacondicionamiento comprende:
- 45 i) desmontar el electrodo (15, 35) y portadores de corriente fijados de la cubeta o de los bornes (17, 37) a los que están conectados los portadores de corriente, y
- 45 ii) volver a unir posteriormente a la cubeta
- 50 - el mismo electrodo después del reacondicionamiento del mismo por reparación y/o recubrimiento de la totalidad o parte del electrodo y/o reemplazo de parte del electrodo, o
- 50 - un electrodo de reemplazo
- por fijación de los portadores de corriente asociados con el electrodo reacondicionado o reemplazado con la cubeta o dichos bornes, y
- 55 c) reensamblar la estructura de electrodo (10, 30).
- 60 15. Un procedimiento de reacondicionamiento de un conjunto de electrodo, cuyo procedimiento comprende:
- 60 a) proporcionar un conjunto de electrodo como se define en la reivindicación 8,
- 60 b) reacondicionar el electrodo (15, 35) de una estructura de electrodo (10, 30) por reparación y/o recubrimiento de la totalidad o parte del electrodo y/o reemplazo de parte del electrodo mientras el electrodo todavía está fijado a la cubeta.

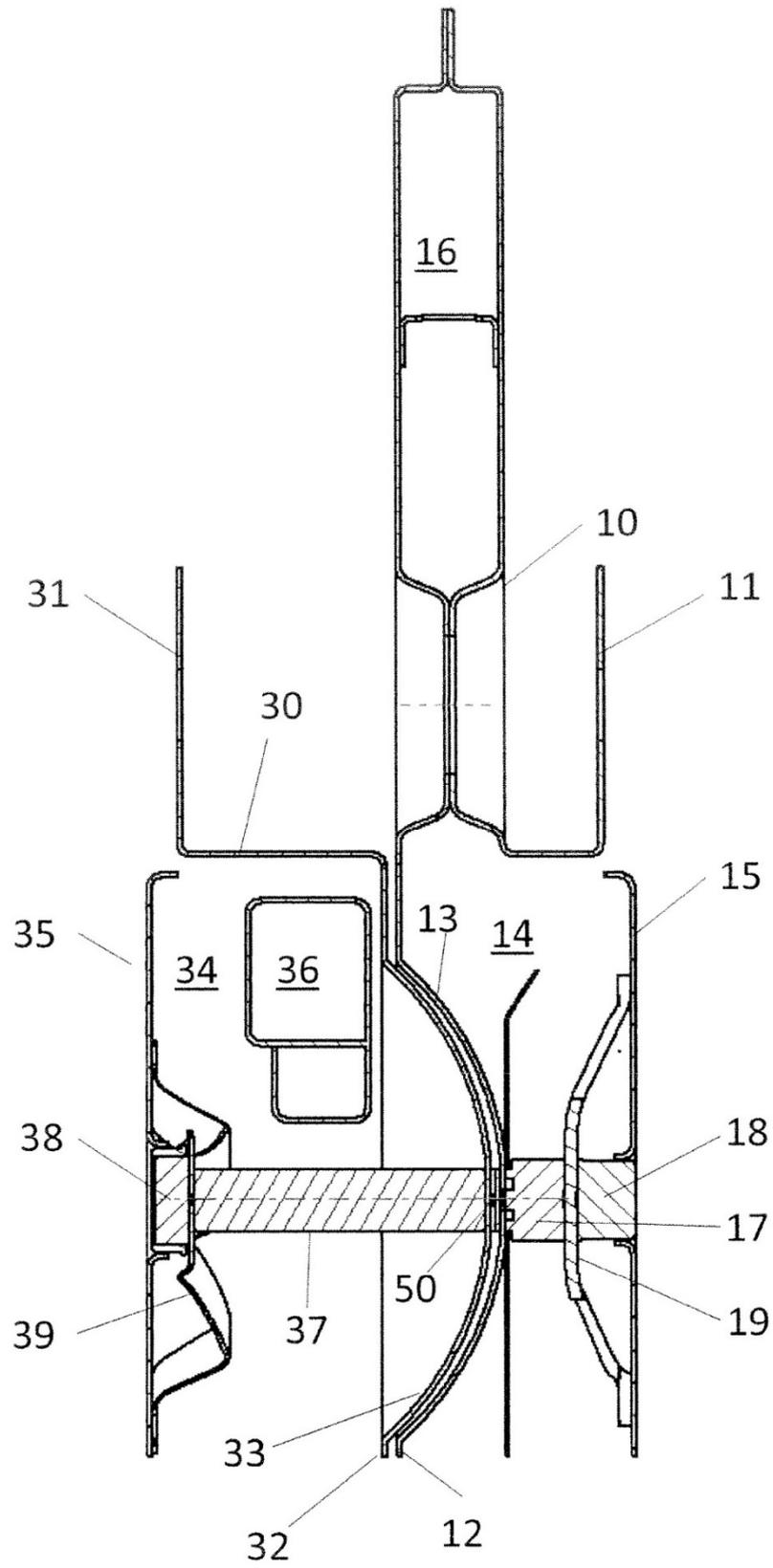


FIG.1

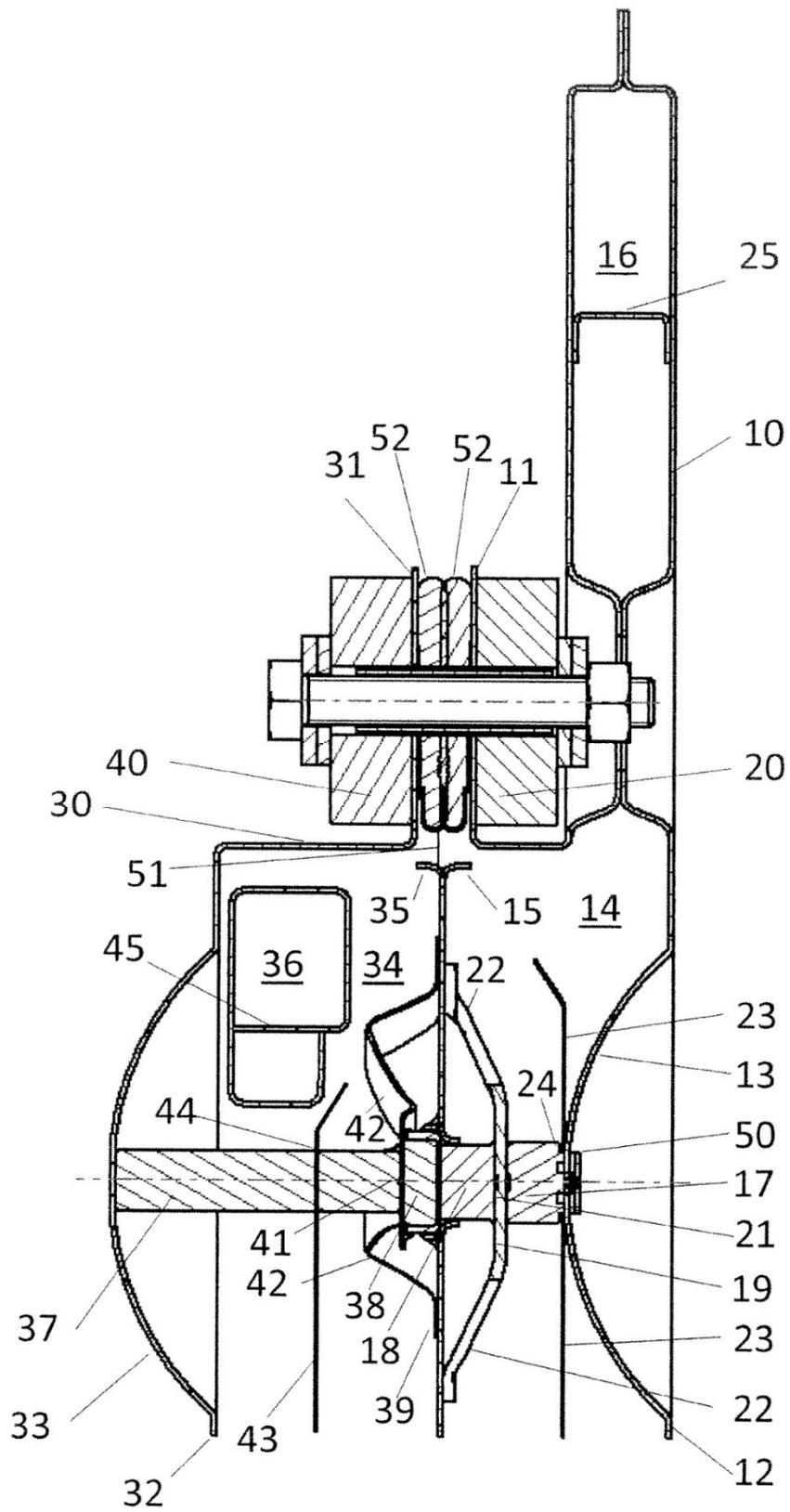


FIG. 2

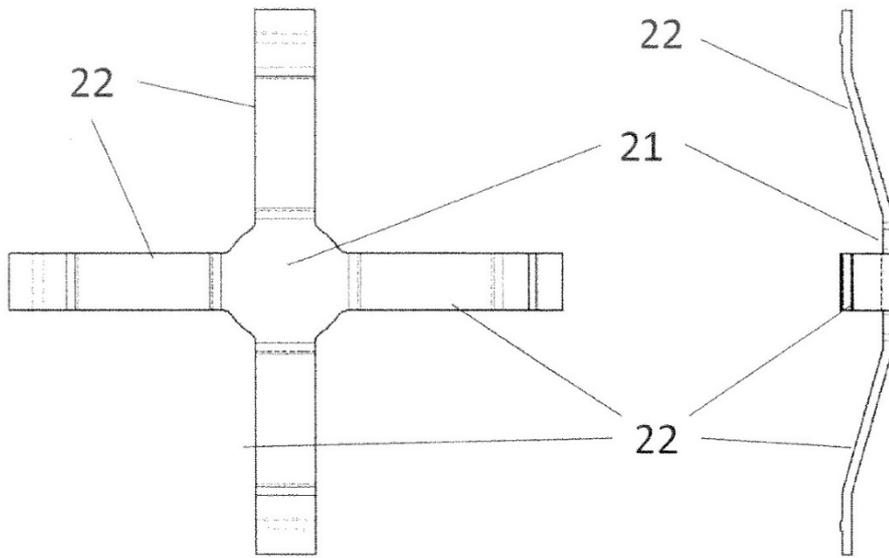


Fig. 3A

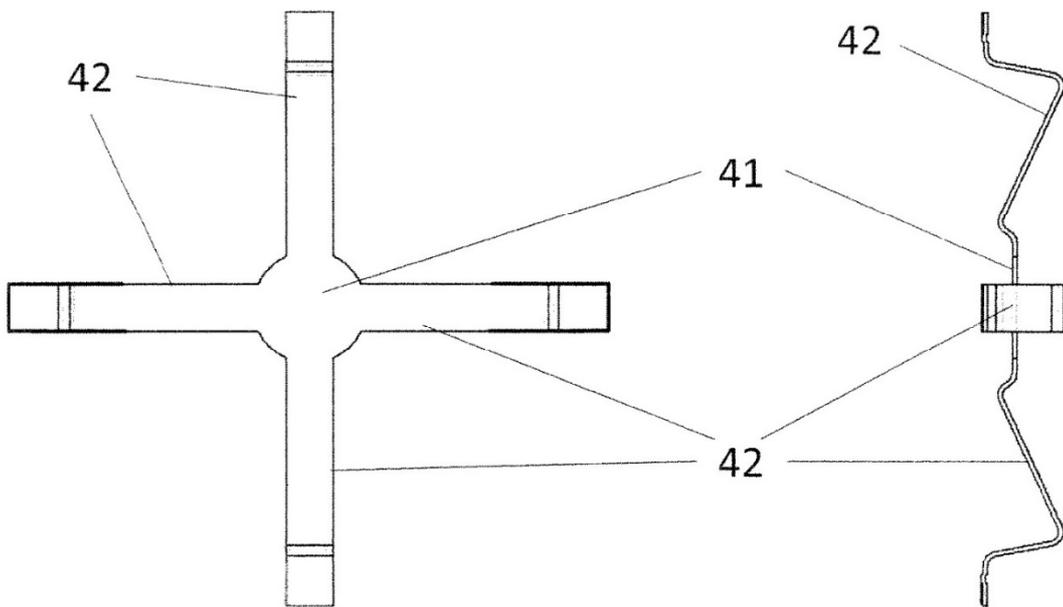


Fig. 3B

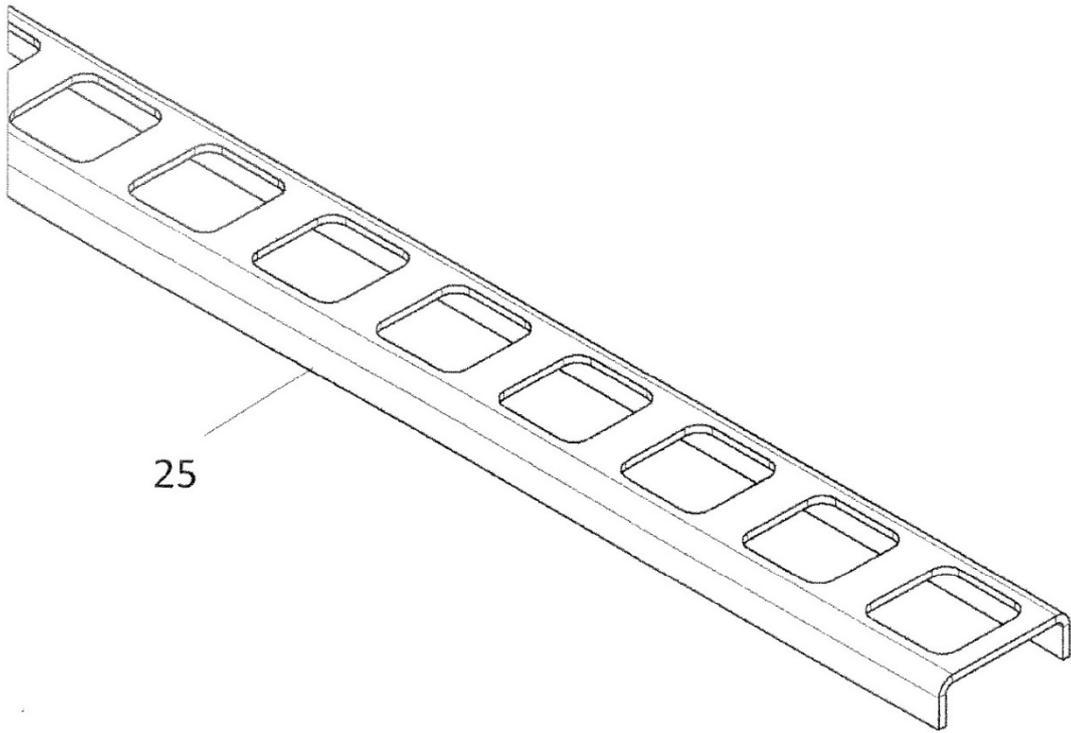


FIG. 4A

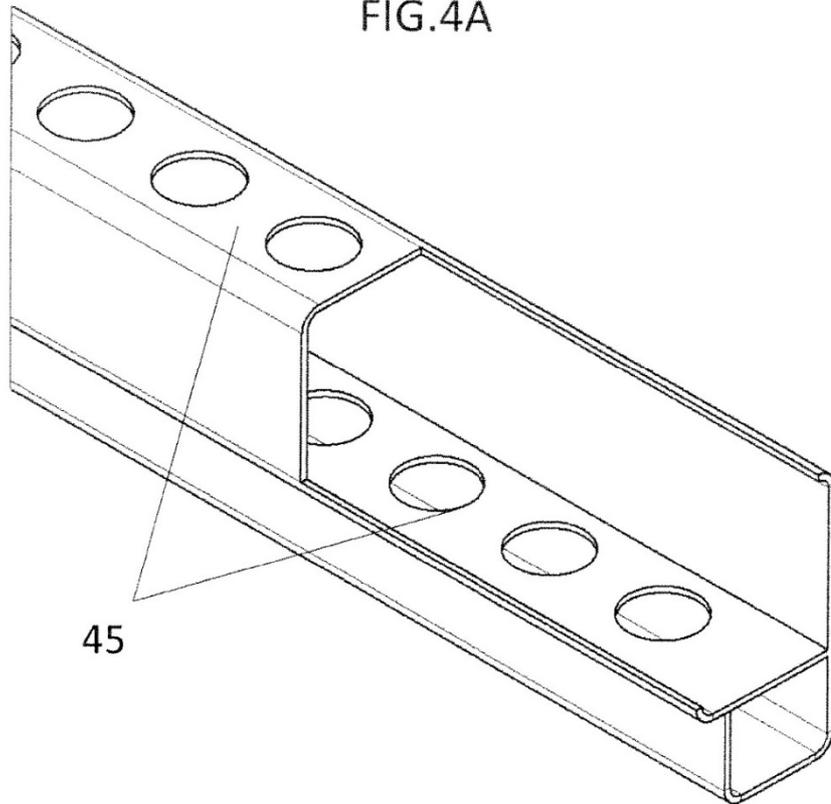


FIG. 4B

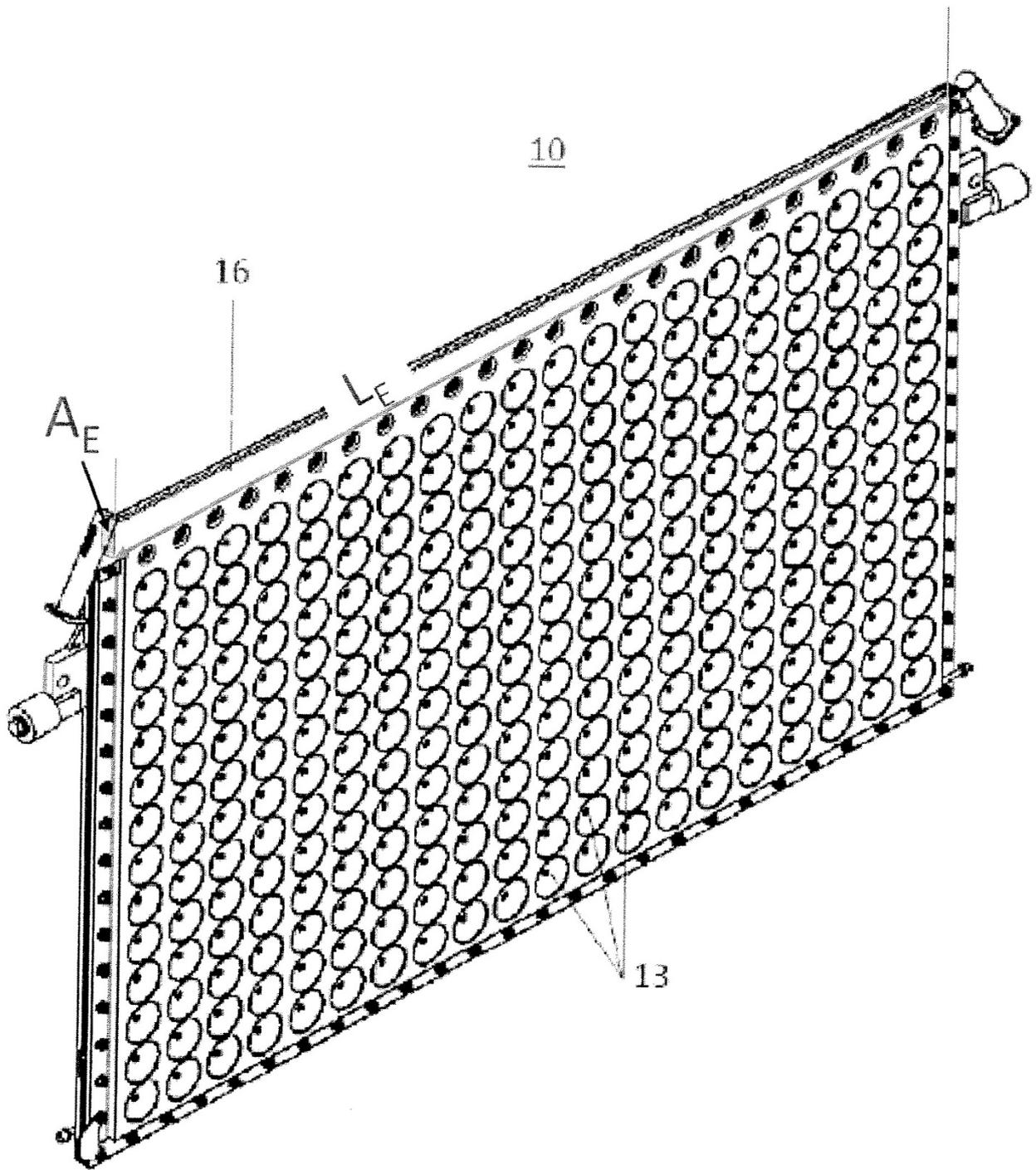


FIG.5

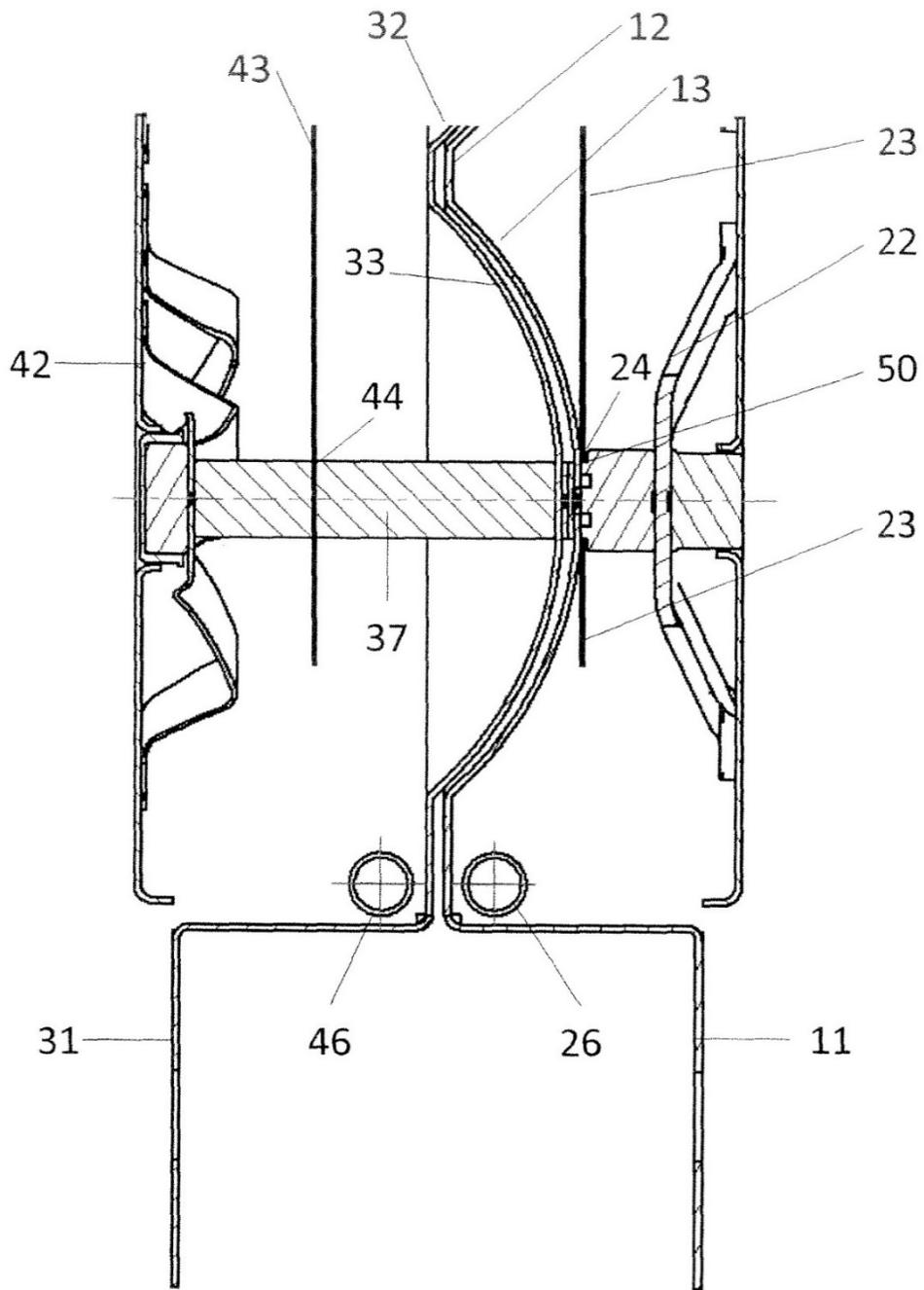


FIG. 6